

NIÉLLI CAETANO DE SOUZA

*Avaliação da influência da técnica de
fotopolimerização da resina composta e diferentes
materiais protetores pulpares na formação de
fendas.*

Araraquara

2007



NIÉLLI CAETANO DE SOUZA

*Avaliação da influência da técnica de
fotopolimerização da resina composta e diferentes
materiais protetores pulpares na formação de
fendas.*

**Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação
da Faculdade de Odontologia de Araraquara,
Universidade Estadual Paulista, para obtenção do Título
de Mestre em Odontologia (Área de Concentração:
Dentística Restauradora).**

Orientador:

Prof. Dr. Alexandre Henrique Susin

Co – Orientador:

Prof. Dr. Osmir Batista de Oliveira Jr

**Araraquara
2007**

Niélli Caetano de Souza

Avaliação da influência da técnica de fotopolimerização da resina composta e diferentes materiais protetores pulpares na formação de fendas.

BANCA EXAMINADORA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação da Faculdade de Odontologia de Araraquara, Universidade Estadual Paulista, para obtenção do Título de Mestre em Odontologia (Área de Concentração: Dentística Restauradora).

Prof Dr. Alexandre Henrique Susin

Prof Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade

Prof^a Dr^a. Roselaine Terezinha Pozzobon

Araraquara, 01 de fevereiro de 2007.

“De tudo ficaram três coisas:

A certeza de que estamos sempre recomeçando...

A certeza de que precisamos continuar...

A certeza de que seremos interrompidos antes de terminar...

Portanto, devemos fazer da interrupção um caminho novo...

Da queda, um passo de dança...

Do medo, uma escada...

Do sonho, uma ponte...

Da procura, um encontro...”

(Fernando Pessoa)

Dedico este trabalho,

A Deus,

por guiar os meus passos e me dar forças para vencer os obstáculos.

A minha mãe Zelaine e as minhas tias Cleone e Aneti

Muito obrigada por acreditarem em mim. Agradeço pelo incentivo, pelos momentos de felicidade e medo que partilhamos juntas. Pelo amor incondicional, pelas vezes que enxugaram as minhas lágrimas com palavras e gestos de carinho. Eu amo vocês.

A minha irmã Cristiane

Exemplo de companheirismo, carinho, fidelidade, coragem e muita alegria. Cris! Você na minha vida é fundamental muito obrigada por me apoiar e incentivar sempre, mesmo nos momentos mais difíceis.

Ao Marcos

Pelo apoio emocional, carinho e compreensão sempre concedidos. Você é uma pessoa incrível, se estou realizando um sonho foi porque você sempre esteve ao meu lado. Eu te admiro muito. OBRIGADA!

Agradecimentos

Ao Prof. Dr Alexandre Henrique Susin, pela paciência, confiança depositada e excelente orientação científica que me incentivava sempre a continuar nessa caminhada.

A Prof^a Dra Roselaine Terezinha Pozzobon pelo incentivo e exemplo de profissionalismo.

Ao Departamento de Odontologia da Faculdade de Odontologia de Araraquara e todo o corpo docente.

Aos funcionários do Departamento de Dentística e Secção de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Araraquara, pela presteza e atenção a mim dedicadas.

Aos meus colegas de mestrado pelos momentos de convivência e conquistas que adquirimos juntos.

Ao Prof. Dr. Romeu Magnani do Instituto de Química da UNESP, pela elaboração da análise estatística.

Ao Sr. Sebastião Anésio Dametto, do Instituto de Química da UNESP, pela valiosa colaboração na microscopia eletrônica.

Ao Curso de Odontologia da Universidade Federal de Santa Maria do qual muito me orgulho.

Agradeço em especial

Ao meu amigo Victor, que tive a oportunidade de conviver durante todo o período do mestrado fazendo com que eu supere todas as dificuldades, supere as minhas limitações e pelos momentos de alegria que passamos juntos. Muito obrigada!

Aos meus amigos Lili, Deniz, Geanini, Pati e a Dani que mesmo longe me deram sempre suporte emocional com palavras de conforto, mesmo que online.

A Gabriela, Paulinha, Geraldine e José pela amizade, por me agüentarem durante esse período difícil e terem feito com que eu nunca me sentisse sozinha em Araraquara. Adoro vocês!

As minhas queridas amigas Adriana de Oliveira Silva e Juliana Jorge pessoas ímpares que conheci na pós Graduação de Araraquara que realmente dão valor a amizade e trabalho e equipe. Muito obrigada!

*A todos os amigos que, direta ou indiretamente, torceram e acreditam em
mim. Muito Obrigada!!!*

Sumário

| | |
|-------------------------------------|----|
| Resumo..... | 12 |
| Abstract..... | 15 |
| 1 Introdução..... | 18 |
| 2 Revisão da Literatura..... | 22 |
| 3 Proposição..... | 45 |
| 4 Material e método..... | 47 |
| 5 Resultado. | 64 |
| 6 Discussão | 70 |
| 7 Conclusão..... | 81 |
| 8 Referências..... | 83 |
| 9 Anexo..... | 91 |

Resumo

Souza NC. Avaliação da influência da técnica de fotopolimerização da resina composta e diferentes materiais protetores pulpares na formação de fendas [Dissertação de Mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2007.

Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência da fotopolimerização gradual no deslocamento de materiais protetores pulpares em função da contração de polimerização da resina composta através da formação de microfendas nas interfaces: estrutura dental/material protetor pulpar/ resina composta. Cavidades classe V, com dimensões padronizadas foram preparadas nas faces V e L de 20 terceiros molares humanos, divididos em 4 grupos de acordo com o material protetor pulpar e técnica de fotopolimerização: (1) Ketac Molar Easymix, 3M ESPE - (IVQ) + Fotopolimerização convencional - 850mW/cm² por 20s (FC); (2) IVQ + Fotopolimerização gradual – 100 mW/cm² até 1000 mW/cm² por 10s e 1000 mW/cm² por 10s (FG); (3) Vitrebond 3M ESPE (IVR) + FC; (4) IVR +FG. Todas as cavidades foram restauradas com sistema adesivo Single Bond (3M ESPE) e resina composta híbrida Four Seasons (Ivoclar Vivadent). O aparelho fotopolimerizador utilizado foi Optilux 501 (Demetron – Kerr) no modo convencional e gradual (RAMP). Após ciclagem térmica um segmento longitudinal de 2 mm de espessura foi obtido na porção central de cada restauração e, em seguida, submetidos às etapas de fixação e desidratação em grau ascendente de etanol. A adaptação interna dos materiais à parede axial foi analisada em MEV, com 1000x de magnificação. A análise estatística realizada pela ANOVA a dois critérios de avaliação e pelos testes de Levene e Shapiro-Wilk ($p \leq 0,05$) mostrou haver significância estatística entre as técnicas de fotopolimerização convencional e gradual (Ramp). Há evidência de que a fotopolimerização convencional produz, em

média, fendas maiores do que a fotopolimerização gradual. Foi observado ainda, que a base de cimento de ionômero de vidro químico apresentou maior amplitude de fenda nas duas interfaces avaliadas e o cimento de ionômero modificado por resina ausência de fenda quando em contato com o material restaurador.

Concluiu-se que a fotopolimerização gradual minimiza a formação de fendas axiais reduzindo o deslocamento do material protetor pulpar. Porém apesar do cimento de ionômero de vidro resinoso apresentar menor frequência na formação de fenda entre as interfaces estudadas, nenhum dos cimentos avaliados resistiu à influência da contração de polimerização totalmente, e foram deslocados da parede axial pelas tensões geradas durante a fotopolimerização.

Palavras-chave: Microscopia eletrônica de varredura; agentes protetores; resinas compostas.

Abstract

Souza NC. Evaluation of the influence of light curing technique of composite resin and different protect pulp materials about gap formation [Dissertação de Mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2007.

Abstract

The aim of this study was to evaluate the influence of gradual photopolymerization on the displacement of pulp protective materials due to the resin's photopolymerization contraction through the formation of gaps on the following interfaces: dental structure/ pulp protective material/ composite resin. Class V cavities with standardized dimensions were prepared on the buccal and lingual surfaces of 20 human sound third molars, divided into 4 groups according to their pulp protective material and photopolymerization technique: (1) Ketac Molar Easymix, 3M ESPE- (IVQ) + Conventional photopolymerization-850 mW/cm² for 20 seconds (FC); (2) IVQ + gradual photopolymerization-100 mW/cm² to 1000 mW/cm² for 10 seconds and 1000 mW/cm² for 10 seconds (FG); (3) Vitrebond 3M ESPE (IVR)+ FC; (4) IVR + FG. All cavities were restored using the adhesive system Single Bond (3M ESPE) and hybrid composite resin Four Seasons (Ivoclar Vivadent). The device used for photopolymerization was the Optilux 501 (Demetron-Kerr) in both conventional and gradual (RAMP) modes. After thermal cycling, a longitudinal segment of 2 mm of thickness was obtained from the central part of every restoration, and submitted to fixation and dehydration with uprising levels of ethanol processes. The internal adaptation of the materials to the axial wall of the preparation was analyzed in

SEM with 1,000x of magnification. The statistical analysis was made using two-way ANOVA and Levene and Shapiro-Wilk ($p \leq 0,05$) tests. Results showed statistically significant differences between the gradual (RAMP) and conventional photopolymerization techniques. There are evidences that the conventional technique creates wider gaps than the gradual technique. It was also observed that the chemical glass ionomer cement lining presented the widest gaps on both interfaces evaluated, and the resin modified glass ionomer cement, when in touch with the restorative materials, showed absence of gaps. It was concluded that gradual photopolymerization minimizes the formation of axial gaps, reducing the displacement of the pulp protective material. However, although the glass ionomer resin cement showed the smallest frequency on the gap formation between the interfaces, none of the cements studied resisted completely to the influence of polymerization contraction and they were displaced from the axial wall by the tension forces generated during the photopolymerization process.

Key words: Microscopy electron scanning; protective agents; resin composite.

Introdução

1 Introdução

A procura por tratamentos estéticos com procedimentos pouco invasivos, tem resultado em um extenso uso de restaurações diretas adesivas com resina composta nos dentes anteriores e posteriores. Para obter sucesso funcional e uma aparência natural para as restaurações diretas, o profissional precisa conhecer as propriedades das resinas compostas, respeitar os protocolos dos adesivos dentinários³ e adotar uma técnica de reconstrução incremental racional e eficiente.

A contração de polimerização da resina composta tem sido um dos fenômenos mais estudados na odontologia nos últimos anos. Atualmente, sabe-se que vários fatores influenciam nas tensões de contração, tais como a configuração da cavidade, definida por Feilzer¹⁸ como fator- C, a velocidade com que a polimerização ocorre além do módulo de elasticidade e a própria contração, inerente ao material resinoso⁸.

O estresse resultante da tensão de contração pode induzir forças de tracionamento sobre as paredes laterais e de fundo de um preparo cavitário e promover o surgimento de fendas pelo deslocamento dos materiais restauradores ou protetores⁶⁰. Estas fendas podem causar infiltração de fluidos na interface, manchamento marginal, sensibilidade pós-operatória, cáries recorrentes além de poder acarretar danos aos materiais protetores pulpare, eventualmente utilizados¹¹.

Na tentativa de reduzir as tensões geradas durante a polimerização das resinas compostas sem comprometer suas propriedades mecânicas, a técnica de polimerização gradual passou a ser considerada. Tem sido evidenciado experimentalmente que uma lenta reação de polimerização pode causar danos menores à interface adesiva por aumentar a possibilidade de escoamento do material, prolongando a fase pré-gel da resina

composta e conseqüentemente, diminuindo o estresse de contração, resultando em menor indução de estresse mecânico e conseqüentemente, menores índices de fenda e infiltração marginal^{5, 8, 31, 40}.

A variação da velocidade da reação pode ser promovida através de técnicas “soft-start” de modo a diminuir a energia inicial fornecida a resina composta quando da sua ativação e permitir a reorganização das cadeias porliméricas. O método “soft-start” consiste em iniciar a polimerização com uma luz de baixa intensidade ($\pm 100 \text{ mW/cm}^2$) seguida da aplicação de uma luz de alta intensidade ($\pm 800 \text{ mW/cm}^2$)^{46, 70}. Uma melhor integridade marginal pode ser alcançada com a utilização desse método, sem comprometer as propriedades mecânicas, ao mesmo tempo em que tensões de contração menores são geradas^{2, 24, 33, 39}.

Ainda, em situações críticas para a adesão, uma das técnicas que possui grande aplicabilidade clínica é a utilização de bases com cimentos ionoméricos associadas à resina composta^{23, 28, 31}.

O cimento de ionômero de vidro é utilizado como material (camada intermediária) entre dentina e resina composta em função de suas propriedades adesivas à estrutura dental que ocorre através da união dos grupos carboxílicos com os íons cálcio da estrutura dentária no momento de presa, o coeficiente de expansão térmica semelhante ao da dentina e liberação de flúor^{1, 55, 60}.

No entanto, devido a dúvidas a respeito da capacidade de adesão dos cimentos de ionômeros de vidro modificados por resina e convencionais seu desempenho sob restaurações de resina composta foi questionado. Brackett et al.⁷(1998) e Silva et al.⁵⁶(2000), avaliaram a microinfiltração em diferentes cimentos de ionômero de vidro e

não observaram diferenças significantes entre o modificado por resina e o convencional, quando utilizado para restaurações classe V.

Por outro lado outros relatos na literatura têm indicado a aplicação de uma base de cimento de ionômero de vidro modificado por resina ao invés da convencional, por esta apresentar melhor adesão à estrutura^{29, 32, 41}.

Diante do exposto, considerando que a contração de polimerização pode ser influenciada pela presença de uma camada intermediária e pela modulação da fotoativação, julgamos pertinente avaliar a influência da polimerização gradual de restaurações de resina composta verificando o efeito da contração de polimerização desse material sobre o deslocamento dos materiais protetores pulpares e conseqüente formação de fenda na parede axial de restaurações classe V.

*Revisão da
Literatura*

2 Revisão da Literatura

No intuito de organizar didaticamente o assunto, dividiu-se a revisão de literatura em dois itens, conforme apresentados a seguir:

2.1 Resinas compostas (Técnicas de fotopolimerização e Contração de polimerização)

Unterbrink, Muessner⁶⁵ em 1995, avaliaram o efeito de diferentes intensidades de luz na formação de fendas marginais, no desenvolvimento do módulo de elasticidade, da resistência flexural e na profundidade de polimerização de dois sistemas restauradores. As cavidades foram confeccionadas na face vestibular de 48 incisivos bovinos, os quais foram divididos de acordo com os diferentes procedimentos restauradores e intensidades de luz a serem utilizados: 1- Syntac/ Tetric/ 250 mW/cm²; 2- Syntac/ Tetric/ 450 mW/cm²; 3- Scotchbond MP/ Tetric/ 250 mW/cm²; 4- Scotchbond MP / Tetric/ 450 mW/cm²; 5- Syntac/ Z100/ 250 mW/cm²; 6- Syntac/ Z100/ 450 mW/cm²; 7- Scotchbond MP / Z100/ 250 mW/cm²; 8- Scotchbond MP / Z100/ 450 mW/cm². Em todos os grupos a resina composta foi inserida em incremento único e fotoativada por 40 segundos. A análise marginal mostrou que a resina composta Z100, quando utilizada tanto com Scotchbond MP quanto com o Syntac, apresentou maior formação de fenda marginal quando fotoativada com alta intensidade de luz. A Tetric revelou melhor adaptação marginal comparada a Z100, quando utilizada com ambos os sistemas adesivos e com ambas as intensidades de

luz. A resistência e o módulo flexural de ambas as resinas compostas foram inferiores quando fotoativadas com baixa intensidade de luz, após 30 minutos e 24 horas. Diferenças não foram encontradas na construção volumétrica ou profundidade de polimerização, relacionada ao método de fotoativação, para os dois materiais testados. Em um tempo de fotoativação de 40 segundos, os materiais foram igualmente polimerizados a uma profundidade de 4,5mm, independente da intensidade de luz utilizada. Concluiu-se que a utilização da alta intensidade de luz pode interferir na integridade marginal, devido a maior tensão de contração gerada, e que o desenvolvimento do módulo de elasticidade pode ser influenciado pela intensidade de luz.

Feilzer et al.¹⁹ (1995), estudaram o comportamento da fotopolimerização gradual avaliando a contração de polimerização e a integridade da interface dente restauração. Vinte e quatro dentes humanos íntegros (pré-molares e caninos) receberam preparos classe V nas faces vestibular e lingual. A margem oclusal foi localizada em esmalte e a margem gengival 1mm abaixo da junção amelocementária. Os dentes foram divididos em três grupos: 1- sistema adesivo/ camada intermediária (Protect Liner)/ resina composta; 2- sistema adesivo/resina composta; 3- sistema adesivo/ camada intermediária (Protect Liner) como material restaurador. Em cada grupo a metade dos corpos-de-prova foi fotopolimerizada com intensidade de 250 mW/cm² (2 min) e a outra metade com intensidade de 600 mW/cm² (2 min). A observação por MEV mostrou diferença significativa na redução da formação de fendas em restaurações polimerizadas em baixa intensidade independente da técnica restauradora avaliada neste estudo. Os resultados desta pesquisa sugerem que a fotopolimerização em alta intensidade afeta negativamente a integridade marginal de restaurações classe V. Segundo os autores, isto se deve à extensão

do estado viscoelástico e á conseqüente redução do desenvolvimento das tensões de contração.

Goracci et al.²⁴ (1996), compararam a adaptação da resina composta á dentina após a fotoativação de forma convencional e gradual com sistema adesivo Scotchbond Multi-Purpose e a resina Z 100 de forma incremental (40s a 250mW/cm²), enquanto que no segundo grupo (B), foi utilizada a técnica de fotoativação lenta na primeira camada de resina. Para isso, um aparelho regulador foi adicionado ao convencional para permitir o aumento gradual da intensidade de luz emitida em uma faixa de 30 a 250mW/cm² em 4 min. Posteriormente, réplicas de resina foram confeccionadas para serem observadas através do microscópio eletrônico de varredura. O grupo A, não apresentou fendas na interface esmalte-resina, porém o exame da interface dentina-resina revelou a presença de fendas de aproximadamente 10 µm. Este resultado deve-se a contração proveniente da polimerização iniciada pela fotoativação convencional, que gerou tensão concentrada nas áreas de união mais frágeis. Em contraste, nos espécimes em que a primeira camada de resina foi polimerizada gradualmente (B), uma continuidade estrutural foi observada entre o material restaurador e a dentina; a tensão gerada pela contração não foi suficiente para romper as ligações adesivas entre material restaurador e estrutura dentária. Os autores concluíram que é possível melhorar a adaptação das resinas compostas à superfície dentinária através da redução da velocidade de polimerização.

Hansen, Asmussen²⁶ (1997), avaliaram a correlação entre a profundidade de polimerização e a distância entre a fonte de luz halógena através do teste de microdureza e verificaram que a profundidade de polimerização diminui moderadamente de forma linear

com o aumento da distância da fonte. A uma distância de 12 mm houve uma redução da profundidade de aproximadamente 1mm em comparação a fonte de luz em contato. Os autores concluíram que em cavidades profundas é fundamental que seja realizada a técnica de inserção incremental de camadas finas e se necessário, aumentar o tempo de polimerização.

Koran et al.³³ (1996), compararam o efeito da fotopolimerização inicial com baixa intensidade, gradual *versus* contínua com alta intensidade. Foram utilizados 5 testes para avaliar diferentes técnicas de polimerização dentre eles a ensaio da dureza de superfície, contração de polimerização, viscosidade, adesão e grau de polimerização (concentração de monômero residual). Em cada teste todos os corpos-de-prova foram confeccionados com resina composta (Pertac). Os resultados demonstraram que a fotopolimerização em “dois passos”, método de exposição inicial com baixa intensidade seguido de exposição em alta intensidade, não afetou a contração, dureza da superfície e concentração de monômero residual quando comparada com a fotopolimerização convencional em alta intensidade. Os valores de adesão foram superiores para o método de polimerização gradual em comparação ao método contínuo. Este estudo suporta a teoria que a polimerização gradual reduz o estresse de contração das resinas compostas preservando a integridade marginal das restaurações.

Mehl et al.³⁹, em 1997, investigaram a influência de diferentes condições de fotoativação inicial, seguidas por uma fotoativação final com máxima intensidade de luz, sobre a formação de fendas marginais. Adicionalmente, avaliaram o efeito destas técnicas de fotoativação sobre as propriedades físicas (módulo flexural, resistência flexural e

microdureza) de duas resinas compostas. Para avaliação da qualidade marginal, cavidades classe V foram preparadas com margens acima e abaixo da junção amelocementária, em 32 molares humanos extraídos. As cavidades foram restauradas com a resina composta Tetric em único incremento e dividiram-se os dentes em 4 grupos, onde diferentes intensidades de luz iniciais foram aplicadas. A intensidade de luz (100%) de 450 mW/cm² foi utilizada para a fotoativação das restaurações do grupo I, enquanto que os grupos 2, 3, e 4 foram fotoativados por 20 s com intensidades iniciais correspondentes a 70, 50 e 37%, seguidas por uma intensidade final máxima (100%) por 40s. As intensidades de luz utilizadas variaram mediante o controle da distância entre a superfície do material e a fonte de luz. Os dentes foram termociclados (500 ciclos a 5°C e 55°C por 30s) e réplicas foram preparadas para a avaliação das fendas marginais, através de microscopia eletrônica de varredura. Adicionalmente, os dentes foram imersos no corante e as restaurações seccionadas para a avaliação da infiltração. O estudo in vitro da análise marginal demonstrou que a fotoativação inicial com 56% e 70% de intensidade de luz por 20s, seguida por 100% (intensidade máxima) por 40s, proporcionou integridade marginal significativamente melhor quando comparada a alta intensidade de luz somente. Os resultados também indicaram que uma fotoativação inicial com menor intensidade de luz não influenciou na microdureza e aumentou o módulo e a resistência flexural. Os autores concluíram que a fotoativação inicial com baixa intensidade de luz, seguida de uma intensidade máxima final, é considerada um método confiável para a obtenção de uma melhor integridade marginal, associada as melhores propriedades físicas do material.

Tate et al.⁵⁹ (1999), relataram em sua revisão de literatura que a intensidade de luz afeta as propriedades físicas do material restaurador e pode prejudicar a adesão do

material ao elemento dental. Segundo os autores, vários pesquisadores sugerem uma intensidade de luz mínima de 400mW/cm^2 a fim de assegurar uma completa polimerização. De maneira geral, uma exposição de 60 segundos promove melhor polimerização, tendo em vista que uma super polimerização não causaria problemas a restauração. Ainda, os autores comentam que os fatores que influenciam na transmissão da luz através do material são a espessura do incremento, a quantidade e tamanho das partículas (partículas de $0,01\ \mu\text{m}$ a $1\ \mu\text{m}$ reduzem a penetração da luz devido a sua dispersão), a cor do material, o formato da cavidade e a distância entre a fonte de luz e a superfície do material.

Bouchlicher et al.⁵ (2000), avaliaram o desenvolvimento de tensão e o grau de conversão de uma resina composta híbrida, quando submetida a diferentes métodos de fotoativação. Confeccionaram-se espécimes de resina composta (Pertac II), os quais foram polimerizados, utilizando-se quatro diferentes técnicas de fotoativação: convencional a $800\ \text{mW/cm}^2$ por 40s (STD), aumento gradual de 150mW/cm^2 até 800mW/cm^2 por 15s + 800mW/cm^2 por 25s (EXP), 150mW/cm^2 por 10s + 800mW/cm^2 por 30s (STEP), 400mW/cm^2 por 80s (MED). As forças provenientes da contração de polimerização foram avaliadas e comparadas entre os grupos de conversão obtido com técnicas STD, EXP E MED, verificadas em três profundidades (superficial, a 1 mm e a 2 mm). Os resultados mostraram que as forças máximas de contração foram significativamente menores com a utilização da fotoativação rampa (EXP). A intensidade intermediária (MED) também resultou em um menor desenvolvimento das forças quando comparada ao STD e ao STEP, porém o MED resultou em um maior grau de conversão que o EXP em uma profundidade de 2 mm. A técnica rampa (EXP) foi capaz de tornar mais lento o grau de conversão do material na superfície e 1mm abaixo, contudo apresentou um grau de conversão

estatisticamente equivalente à técnica convencional (STD). Os autores concluíram que a menor velocidade de conversão do material observada com a técnica em rampa colaborou para reduzir a tensão proveniente da polimerização, o que não comprometeria as propriedades físicas desses materiais, uma vez que graus similares de conversão foram obtidos entre esta técnica e a convencional.

Lopes et al.³⁶ (2001), avaliaram o grau de microinfiltração de restaurações de resina composta classe V com margens em esmalte e dentina usando cinco diferentes técnicas de fotopolimerização. Cinquenta cavidades em forma de cunha foram preparadas em caninos com margem oclusal em esmalte e gengival em dentina. O sistema adesivo Excite (Vivadent) foi aplicado conforme as orientações do fabricante, as cavidades foram restauradas com resina híbrida (TetricCeram) em incremento único. Os tipos de fotopolimerização (n=10) foram: Grupo 1: 40 seg (300mW/cm²); Grupo 2: 20 seg (300mW/cm²) + 20 seg (550mW/cm²); Grupo 3: 5 seg (550mW/cm²) + 5 min sem luz + 35 seg (550mW/cm²); Grupo 4: 40 seg (550mW/cm²); Grupo 5: 5 seg (300mW/cm²) + 5 min sem luz + 35 seg (300mW/cm²); Depois de 24 horas em água, os dentes foram termociclados em 250 ciclos térmicos (variação entre 5° C e 50°C). Os espécimes foram imersos em azul de metileno por 12 horas e seccionados longitudinalmente, com um disco diamantado. Os resultados sugerem que a técnica do pulso com baixa intensidade pode melhorar a capacidade de selamento marginal de restaurações adesivas.

Leonard et al.³⁴ (2001), desenvolveram uma pesquisa a fim de que se pudesse determinar a irradiação mínima requerida para haver uma polimerização adequada de um compósito híbrido (Z100) e um microparticulado (Silux Plus), polimerizados por 40

e 60 segundos. Avaliaram através do teste de microdureza Knoop e calcularam dureza percentual. As intensidades de irradiação do aparelho Optilux 401 foram variadas de 100 mW/cm² a 700 mW/cm², com aumento a cada 25 mW/cm². Os resultados mostraram que a resina composta Z100 requereu 260,1 mW/cm² com 40 segundos ou 185 mW/cm² com 60 segundos para uma polimerização satisfatória e que a resina composta Silux Plus requereu 542,9 mW/cm² com 40 segundo ou 449 mW/cm² por 60 segundos.

Rissi, Cabral⁴⁷ (2002), discutiram as principais variáveis capazes de interferir no processo de fotopolimerização por luz halógena. Nesse trabalho foi realizado um experimento onde se avaliou a distância da fonte de luz, a cor e a espessura de incremento da resina composta microhíbrida TPH Spectrum (Dentsply). Os resultados demonstraram que quanto maior a saturação e quanto maior a espessura do incremento, menor foi a quantidade de luz que atravessou a resina, reduzindo a sua intensidade. Com relação à distância da fonte, quanto maior a distância, menor a quantidade de energia luminosa que atinge a superfície do material. Os autores concluíram que o controle clínico da fotopolimerização depende da observação da técnica inerente às resinas compostas, considerando-se os fatores interferentes na quantidade de energia luminosa disponível para o processo como a composição, a cor da resina composta, espessura do incremento e a distância da fonte de luz.

Obici et al.⁴² (2002), mediram a fenda resultante da contração de polimerização de sete resinas compostas após fotoativação do material com diferentes técnicas. Os espécimes foram confeccionados com as resinas Alert, Surefil, P60, Z250, Z100, Definite e Flow-it e a fotoativação realizada de três diferentes formas; luz contínua

(500mW/cm² por 40s), em passos (150mW/cm² por 10s + 500mW/cm² por 30s) e intermitente (450mW/cm² por 60s)l. As fendas provenientes da contração do material foram verificadas e medidas através do MEV após 24h. Os resultados revelaram maiores fendas quando do emprego da luz contínua, enquanto que os outros métodos demonstraram menores fendas provenientes da contração, sem diferença significativa entre eles. As resinas Z 100, Definite e Flow-it mostraram as maiores fendas de contração comparadas às outras resinas. Quando a resina Z100 foi ativada pela técnica em passos, parece que a reação ocorreu mais lentamente, produzindo menores tensões internas e permitindo um melhor escoamento do material, o que resultou em uma contração de polimerização reduzida. Assim, os autores verificaram que a contração da resina composta depende tanto da sua composição, quanto do método de fotoativação utilizado.

Menezes⁴⁰ (2002), pesquisou a infiltração marginal em restaurações classe V variando as técnicas de inserção e fotoativação da resina composta. Foram confeccionadas 64 cavidades classe V com margem cervical em dentina, as cavidades foram restauradas com sistema restaurador Single Bond/ Z250. Os dentes foram divididos em quatro grupos: G1-técnica de incremento único + fotoativação convencional, G2- técnica incremental + fotoativação convencional, G3- técnica de incremento único + fotoativação gradual, G4- técnica incremental + fotoativação gradual. Todos os corpos-de-prova foram submetidos à ciclagem térmica de 500 ciclos e imersos em solução de fuccina básica a 0,5%. Após as secções, obteve-se a imagem digital de cada corte e, em cada um deles foi medido o índice de infiltração linear de corante. O autor concluiu que a técnica incremental associada a fotoativação gradual apresentaram índices de microinfiltração, estatisticamente, menores do que as outras técnicas experimentadas.

Braga et al.⁸ (2005), estudaram através de revisão de literatura os fatores primários envolvidos no estresse de contração de polimerização das resinas compostas. Verificando que este consiste em um fenômeno multifatorial, associado à composição do material, velocidade de reação, grau de conversão além de seu comportamento viscoelástico. As informações obtidas através do levantamento de pesquisas permitiram concluir que novas técnicas e materiais restauradores necessitam ser estudados para minimizar tal problema. E, que a utilização da modulação da fotopolimerização associada à utilização de uma camada intermediária com material de menor módulo de elasticidade entre resina composta e a estrutura dental pode otimizar a adesão obtida.

2.2 Cimento de ionômero de vidro

Kemp-Scholte, Davidson³¹ (1990), testaram a capacidade de selamento marginal de alguns sistemas adesivos e a combinação destes com diferentes materiais de base, os quais foram avaliados quanto a sua flexibilidade, como um mecanismo de compensar as tensões de contração das resinas compostas. Preparos de classe V cilíndricos foram realizados nas faces vestibulares e linguais de 96 dentes bovinos, com margens localizadas em esmalte e dentina. Os dentes foram divididos em 12 grupos de 8 restaurados mediante diferentes combinações entre os materiais: 1- Scotchbond 1 + Silux; 2- Scotchbond 1 + Silux (dois incrementos); 3- Scotchbond 1 + Silux + selamento das margens com sistema adesivo; 4- Scotchbond 2 + Silux; 5- Scotchbond 2 + camada intermediária (Silux Enamel Bond Resin) + Silux; 6- ionômero de vidro químico (Fuji

Lining cement) + Scotchbond 1 + Silux; 7- ionômero de vidro químico (Fuji lining cement) + Scotchbond 2 + Silux; 8- ionômero de vidro químico (GI lining cement) + Scotchbond 1 + Silux, 9- Scotchbond 2 + ionômero de vidro fotoativado (Vitrabond) + Silux; 10- Scotchbond 2 + ionômero de vidro fotoativado (Ioline) + Silux; 11 – Scotchbond 2 + camada grossa de ionômero de vidro fotoativado (Iocomp) recobrando toda a dentina remanescente + Silux; 12- Tenure Bond + camada fina do ionômero de vidro fotoativado (Zionomer Paste), cobrindo toda a superfície dentinária exposta + Silux. Todos os materiais foram manipulados de acordo com as instruções dos fabricantes, sendo que, nos grupos descritos acima, a resina composta foi inserida em incremento único, com exceção do grupo 2, no qual o material foi inserido de forma incremental. Metade dos espécimes de cada grupo recebeu 600 ciclos de termociclagem por 2 min a 5°C e 60°C. Posteriormente, os espécimes foram seccionados e réplicas foram feitas para análise da integridade marginal no microscópio eletrônico de varredura. Os resultados mostraram que a termociclagem não apresentou influência significativa na adaptação marginal. As tensões provenientes da contração de polimerização também foram avaliadas e observou-se um alívio de 20-50% das mesmas, devido à presença de um material flexível intermediário. Pôde-se verificar que, com a aplicação de uma camada intermediária de uma resina fluida ou de um cimento de ionômero de vidro fotopolimerizável entre o agente de união e a resina composta, a adaptação marginal foi completa e perfeita (grupos 5, 9, 10 e 12). Concluiu-se que a utilização de uma camada intermediária pode compensar, em parte, as tensões da contração de polimerização que poderiam exceder a resistência adesiva, preservando a integridade marginal em restaurações de classe V.

Mitra⁴¹, em 1991, verificou a adesão à dentina dos cimentos de ionômero de

vidro modificado por resina (Vitrabond) e convencional (3M), indicados para bases cavitárias. Utilizaram-se dentes bovinos, nos quais foram aplicados um dos cimentos de ionômero de vidro (modificado por resina ou convencional), o sistema adesivo e a resina composta (P30). Os espécimes foram termociclados e testados quanto à resistência adesiva ao cisalhamento. Os resultados mostraram que a resistência à dentina bovina, imediatamente e após 24h de armazenamento em água destilada, foi de $7\pm\text{MPa}$ e $12\pm 3\text{MPa}$ para o Vitrabond e $2\pm 1\text{ MPa}$ e $4\pm 2\text{ MPa}$ para o convencional, respectivamente, mostrando diferenças estatisticamente significantes. Observou-se que a adesão imediata à dentina do ionômero de vidro modificado por resina foi significativamente maior, comparada ao ionômero de vidro convencional. Os autores associaram a alta adesão do Vitrabond às suas boas propriedades físicas, sugerindo seu alto potencial para utilização sob restaurações de resina composta.

Sidhu et al.⁵⁴, 1992, estudaram a infiltração marginal de restaurações cervicais de resina composta forradas com cimento de ionômero de vidro modificado por resina composta. Preparos cavitários padronizados classe V foram confeccionados no terço cervical da face vestibular de 60 dentes humanos hígidos. A margem cavo-superficial oclusal de cada cavidade foi feita em esmalte e biselada, e a parede gengival apresentou terminação em dentina/cimento. Os dentes foram aleatoriamente divididos em três grupos de acordo com a técnica restauradora empregada: Grupo 1: agente adesivo (Scotchbond 2) e resina composta (Silux Plus); Grupo 2: cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Vitrabond) utilizado como base para o agente adesivo Scotchbond 2 e resina composta (Silux Plus); Grupo 3: os dentes foram restaurados somente com cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Vitrabond). Em seguida, os dentes foram

armazenados em água destilada por 24 horas. A termociclagem consistiu-se de 200 ciclos (variação entre 5° C e 50°C). Os espécimes foram selados com verniz cosmético e cera utilidade antes da imersão em fucsina básica a 0,5% por 24 horas em temperatura ambiente. Os resultados revelaram que as restaurações de resina composta inseridas sobre a base de cimento de ionômero de vidro modificado por resina demonstraram significativamente menor microinfiltração quando comparada com os dentes que não receberam forramento.

Salama et al.⁵¹ (1995), realizaram um estudo in vitro para avaliar a microinfiltração marginal em cavidades classe V confeccionadas nas faces vestibular e lingual de 30 pré-molares e molares humanos hígidos, restaurados com cimento de ionômero modificado por resina (Photac Fill, Vitremer e Variglass VLC). Os ápices radiculares foram selados com resina acrílica autopolimerizável e todas as faces dos dentes, exceto de 0,5 a 1,5mm ao redor das restaurações, foram cobertos com verniz cosmético. Após a imersão dos espécimes em azul de metileno a 5% por 4 horas, os dentes foram seccionados no sentido vestibulo-lingual para avaliação da microinfiltração. A formação de espaços marginais e o mecanismo de adesão da interface dente/restauração foram observados em microscopia eletrônica de varredura. O cimento de ionômero modificado por resina Variglass apresentou a menor microinfiltração entre todos os cimentos de ionoméricos modificado por resina testados. Os espaços marginais na interface dente/restauração só foram observados nos espécimes restaurados com o cimento de ionômero modificado por resina Vitremer, e somente um dente restaurado com o cimento de ionômero modificado por resina Variglass VLC apresentou camada de troca iônica.

Sidhu et al.⁵⁵ (1995), realizaram uma revisão de literatura comparando as

propriedades do cimento de ionômero de vidro modificado por resina em relação ao cimento de ionômero de vidro convencional. Os autores chegaram á conclusão que os cimentos de ionômero de vidro modificados por resina, como materiais restauradores, tem se tornado uma opção promissora, pois esses materiais retêm a propriedade anticariogênica dos cimentos convencionais, adicionada a uma superior estética. Contudo, a capacidade de selamento desses materiais mostrou-se controversa, havendo observações que não reportam à melhoria de cimentos modificados quando comparados aos cimentos convencionais, pelo fato de os primeiros apresentarem coeficiente de expansão térmica e contração de polimerização significativamente maior. Ainda, os cimentos ionoméricos modificados por componentes resinosos são materiais recentes que necessitam de mais dados clínicos, no entanto as evidências laboratoriais apontam-nos como materiais promissores.

Sarne et al.⁵³ (1996), avaliaram a infiltração marginal de diferentes cimentos de ionômero de vidro, associados ou não com resinas compostas. Cavidades classe V foram executadas nas faces vestibular e lingual de 20 dentes hígidos permanentes. A parede gengival de cada preparo cavitário apresentava terminação em cimento e a margem oclusal em esmalte com bisel de 1mm. Os dentes foram restaurados da seguinte forma: Grupo 1: cimento de ionômero modificado por resina (Fuji LC) utilizado de acordo com as instruções do fabricante; Grupo 2: as cavidades foram restauradas com cimento de ionômero de vidro convencional (Ketac-Fill); Grupo 3: ataque ácido e aplicação do adesivo (All Bond II), as cavidades foram restauradas em dois incrementos de resina composta (Herculite XR); Grupo 4: foi utilizado base de ionômero de vidro modificado por resina (Fuji LC) e resina composta (Herculite XR). Vale ressaltar que, tanto a base ionomérica, como as margens em esmalte foram condicionadas com ácido fosfórico por 15 segundos.

Os dentes foram selados com verniz cosmético e cera utilidade exceto a 1 mm ao redor da restauração. Após a imersão dos espécimes em azul de metileno a 1% e solução de bórax por 24 horas, os dentes foram seccionados em 3 partes para avaliação da microinfiltração. Os resultados mostraram que os graus de microinfiltração foram menores quando utilizado base de cimento de ionômero modificado por resina e resina composta nas margens cervicais das restaurações classe V. Na margem oclusal, não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos testados.

Trushkowsky, Gwinnett⁶⁴ (1996), estudaram a microinfiltração das resinas compostas, técnica sanduíche e dos cimentos de ionômero modificado por resina em cavidades classe V. Trinta e cinco dentes hígidos foram selecionados para confecção das cavidades nas faces vestibular e lingual de cada dente, a margem oclusal em esmalte foi biselada em 45°. Os dentes foram divididos de acordo com a técnica e o material restaurador. A resina composta (Z 100) foi aplicada pela técnica incremental e quatro cimentos de ionômero modificado por resina foram testados (Fuji Lining LC, Fuji II LC, Vitrebond e Vitremer), estes foram usados como base para resina composta na Técnica Sanduíche. Dois grupos foram restaurados unicamente com os cimentos de ionômero modificado por resina (Fuji II LC e Vitremer). Vale ressaltar que não foi feito condicionamento ácido sobre a base ionomérica na Técnica Sanduíche. Os espécimes foram submetidos a 1500 ciclos térmicos (variação entre 5° C e 50°C) antes do selamento dos ápices radiculares com compósito (Copolite). Todas as faces dos dentes, exceto a 1 mm as redor das restaurações, foram recobertas com verniz cosmético. Os espécimes foram imersos em nitrato de prata e seccionados longitudinalmente para avaliação da microinfiltração. Os resultados revelaram mínima ou nenhuma microinfiltração em ambas

as paredes cavitárias cervical e oclusal, sem diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

Aboushala et al.¹ (1996), investigaram as propriedades de selamento do cimento de ionômero de vidro através da análise da microinfiltração marginal, quando usado como base estendida até a margem cavo-superficial gengival em restaurações de resina composta classe II. Trinta molares e pré-molares humanos hígidos foram selecionados para execução de cavidades padronizadas classe II. Os dentes foram divididos em três grupos: Grupo 1: restaurados apenas com resina composta (Pertac-Híbrid); Grupo 2: base cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Photac Aplicap) inserido na dentina e o restante da cavidade restaurado com resina composta (Pertac-Híbrid); Grupo 4: base cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Photac Aplicap) inserido na dentina estendido até a margem cavo-superficial e o restante da cavidade restaurado com resina composta (Pertac-Híbrid). Os espécimes foram submetidos a 250 ciclos térmicos (variação entre 5° C e 50°C) e posteriormente imersos em fucsina básica a 0,5% por 24 horas a 37 °C. As secções foram realizadas no sentido méso-distal para avaliação da microinfiltração. Os resultados demonstraram que a base de ionômero de vidro fotopolimerizável colocada sob a resina composta até o ângulo cavo-superficial, é efetiva na redução da microinfiltração na região cervical de restaurações classe II.

Gladys et al.²³ (1998), avaliaram a retenção e adaptação marginal de cavidades classe V restauradas com materiais estéticos por microscopia eletrônica de varredura (MEV). Foram preparados 30 molares humanos hígidos e divididos em três grupos de acordo com material restaurador utilizado: dois ionômeros modificados por

resina (Fuji II LC e Vitremer) e uma resina composta modificada por poliácido (Dyract). Os autores demonstraram através da MEV, que quando o ionômero modificado por resina Fuji II LC foi utilizado, ficou evidente a existência de união micromecânica. Tal união obtida pela formação de uma camada semelhante à camada híbrida, o sistema indica a aplicação do ácido poliacrílico 10% previamente à inserção do material, esse ácido desmineraliza a dentina expondo as fibras colágenas, proporcionando microporosidades interfibrilares. O sistema Vitremer indica o tratamento da cavidade com a aplicação do *primer*, que não remove a *smear layer*, embora o material tenha entrado em contato com o substrato dentinário não foi possível distinguir nenhuma zona semelhante à camada híbrida. Nas restaurações confeccionadas com o sistema Dyract (resina modificada por poliácido) não foi realizado condicionamento ácido prévio como tratamento da cavidade neste grupo foi observado o maior número de fendas marginais. Os autores concluem que técnicas microscópicas de alta resolução e análises químicas são necessárias para elucidar o mecanismo de adesão.

Tolidis et al.⁶³ (1998), examinaram a contração de polimerização volumétrica de cinco marcas comerciais de resinas compostas (Tetric Ceram, Prodigy, Z100MP, Solitaire, Aeliteflo). Os materiais foram avaliados isoladamente (grupo A) e associados a uma base de cimento de ionômero de vidro modificado por resina – Vitrebond (grupo B). Vinte corpos de prova de cada grupo foram obtidos e a contração volumétrica foi medida através da subtração da espessura original pela espessura final. A espessura dos materiais avaliados foi de 2 mm para as resinas compostas e de 0,5 mm para o ionômero de vidro. Os resultados demonstraram que as resinas compostas apresentaram uma contração de polimerização significativamente menor quando em contato com o CIVMR (Vitrebond),

comparado ao grupo no qual a resina foi polimerizada isoladamente. A contração de polimerização das resinas compostas foi reduzida em torno de 41% na presença da base de ionômero de vidro. Os autores concluíram que a utilização de uma base de CIVMR reduz significativamente a contração de polimerização volumétrica das resinas compostas, uma vez que é capaz de absorver parte da tensão proveniente da contração de polimerização.

Zanata, et al.⁷⁰ (1998), estudaram o padrão de microinfiltração em restaurações classe V usando diferentes combinações de cimento ionomérico/resina composta. Cinquenta cavidades foram preparadas nas superfícies vestibular e lingual de caninos e de pré-molares recém-extraídos. A margem gengival dos preparos estendeu-se até a dentina/cimento, e a margem oclusal localizou-se em esmalte. As cavidades foram restauradas como se segue: cimentos ionoméricos restauradores modificados por componentes resinosos (Fuji II LC e Vitremer); sistema adesivo / resina composta (Scotchbond Multi-Usos/Silux Plus); técnica sanduíche empregando-se o sistema adesivo/resina composta descrito, com um cimento ionomérico forrador (Vitrebond e GC Lining LC). Os espécimes foram armazenados em água destilada, polidos, submetidos à ciclagem térmica e imersos em fucsina. A extensão de penetração do corante foi classificada segundo o critério de escores, e os dados foram analisados estatisticamente, não sendo observadas diferenças significativas tanto entre materiais como entre margens.

Toledano et al.⁶² (1999), estudaram a microinfiltração de cavidades classe V restauradas com cimentos de ionômero modificado por resina e compômeros. Foram selecionados 30 molares humanos hígidos e confeccionadas cavidades classe V padronizadas nas faces vestibular e lingual próximo da junção amelocementária, os dentes

foram divididos aleatoriamente em 3 grupos de acordo com o material restaurador: Grupo 1: Fuji II LC; Grupo 2: Vitremer; Grupo 3: Dyract, todos os materiais foram utilizados conforme as instruções do fabricante. Após 24 horas, os dentes foram selados com verniz exceto a 1 mm ao redor da restauração e submetidos a 1000 ciclos térmicos (variação entre 5° C e 50°C). Posteriormente, os corpos-de-prova foram imersos em fucsina básica a 0,5% por 24 horas a 37 ° C e seccionados em 3 partes para avaliação da microinfiltração. Os resultados demonstraram que as restaurações com os cimentos ionoméricos modificados por resina (Fuji II LC e Vitremer) apresentam menor microinfiltração marginal que a resina composta modificada por poliácido testada.

Russo et al.⁴⁸ (2001), avaliaram *in vitro* a infiltração marginal em restaurações classe V, executadas com resina composta (RC), cimento de ionômero de vidro modificados por resina (CIVRM) e compômeros, por meio de diferentes técnicas restauradoras, e submetidas à ciclagem mecânica e térmica. Trinta e seis molares humanos íntegros receberam 72 preparos de classe V nas faces vestibular e lingual. A margem oclusal foi localizada em esmalte; a margem gengival, em dentina. Os dentes foram divididos em nove grupos de oito espécimes cada: Grupo 1: Dyract (Dentsply); Grupo 2: Comploglass (Vivadent); Grupo 3: Vitremer (3M); Grupo 4: Dyract + retenção; Grupo 5: Comploglass + retenção; Grupo 6: Resina Composta Z100 (3M) + retenção; Grupo 7: Dyract; Grupo 8: Comploglass; Grupo 9: Z100. Os grupos 1, 2, 4 e 5 não receberam condicionamento ácido e nos grupos 4, 5 e 6 foram realizadas retenções adicionais nos diedros áxio-oclusal e áxio-gengival, por meio de um instrumento rotatório de aço nº33 e ½. Os resultados demonstraram que a maior infiltração marginal ocorreu nos grupos 1 e 2, onde os compômeros foram utilizados sem o prévio condicionamento ácido, seguida pela

do grupo 3, ionômero de vidro modificado por resina. O CIVRM exibiu infiltração marginal superior a dos compômeros. Já os grupos 6 e 9, entre os quais também não houve diferença estatística significativa, apresentaram a menor infiltração em relação a todos os demais grupos.

Tay et al.⁶⁰ (2004), avaliaram a hipótese que a interação entre cimento resinoso modificado por resina e dentina era dependente do substrato hidratado para a formação da camada de absorção e conseqüente melhor adesão. Foram selecionados trinta molares humanos hígidos, removido o esmalte oclusal de modo a obter dentina profunda. Como pré-tratamento dentinário foi utilizado ácido poliacrílico 10% durante 20s, as amostras foram divididas em dentina hidratada (úmida originada apenas da polpa via túbulos dentinários) e dentina desidratada. Utilizaram-se duas marcas comerciais de cimento de ionômero de vidro modificado por resina, Fuji II LC e Photac Fill, com aplicação da camada de 2 mm de espessura, seguida de restauração com resina composta. Os corpos de prova permaneceram armazenados em estufa a 37°C durante 24h, para então preparo das amostras em microscopia eletrônica de transmissão, microscopia eletrônica de varredura e teste de microtração. Foi verificada superior resistência adesiva com o substrato dentinário hidratado, além da presença de camada híbrida em microscopia eletrônica de transmissão. Esta camada foi relativamente mais resistente ao estresse de degradação e mantida intacta acima da dentina após o teste de microtração. Ainda, o estudo sugere que a camada de absorção formada pela interação do HEMA com a água presente na dentina, atua como camada amortecedora pra reduzir o estresse induzido pela contração.

Peliz et al.⁴³ (2005), avaliaram a formação de microfendas entre diferentes

agentes de proteção do complexo dentina-polpa e a estrutura dental. Foram confeccionadas 60 cavidades classe V em terceiros molares humanos divididos em 6 grupos: G1: Single Bond (SB), G2: Life (LF) + SB, G3: LF + Vitrebond (VT) + SB, G4: VT + SB, G5: SB + VT, G6: SB+VT+SB, e restauradas com resina composta microhíbrida Filtek Z250, segundo recomendação do fabricante, exceto para os grupos 5 e 6 onde a dentina foi hibridizada previamente a aplicação do Ionômero de vidro modificado por resina. Os resultados demonstraram que o cimento de hidróxido de cálcio e o do Ionômero de vidro modificado por resina, aplicados sozinhos ou em conjunto, sob restauração de resina composta, resultou em microfendas com amplitude estatisticamente maiores que quando a dentina foi somente hibridizada previamente a restauração. A hibridização dentinária permitiu selamento superior da interface dentina/restauração do que os demais agentes protetores avaliados.

Coutinho et al.¹⁴ (2006), avaliaram a efetividade de um adesivo autocondicionante associado ao cimento de ionômero de vidro modificado por resina com o objetivo de reduzir a sensibilidade da técnica e tempo clínico dispensando a etapa de lavagem e secagem da estrutura dental. Foi realizada uma análise microestrutural através de microscopia eletrônica de transmissão e avaliação da resistência adesiva por microtração, em esmalte e dentina restaurados com cimento de ionômero de vidro modificado com resina, Fuji Bond LC, GC. Realizaram-se quatro diferentes pré-tratamento: 1 - sem condicionamento; 2 - condicionamento com ácido poliacrílico 25% ; 3 - adesivo autocondicionante experimental (exp SE, GC Tóquio, Japão); 4-condicionamento com ácido fosfórico + adesivo autocondicionante. Verificou-se que a resistência adesiva aumentou com a utilização do adesivo autocondicionante, apresentando os maiores valores,

o grupo 4, adesivo autocondicionante + condicionamento com ácido fosfórico, houve formação de camada híbrida com 5 μm , com remoção total dos cristais de hidroxiapatita. No grupo 2, condicionamento com ácido poliacrílico 25% ocorre uma adesão química com os cristais de hidroxiapatita do esmalte e da dentina responsável pela durabilidade destes materiais adesivos além da interação micromecânica semelhante à camada híbrida. O condicionamento com adesivo autocondicionante apenas (grupo 3) e utilização do cimento de ionômero de vidro resinoso além de reduzir a sensibilidade da técnica manteve as características da adesão química da técnica convencional com condicionamento com ácido poliacrílico associado a formação de camada híbrida.

Proposição

3 Proposição

Este estudo tem por objetivo avaliar a influência da técnica de fotopolimerização da resina composta no deslocamento de materiais protetores pulpares e formação de microfendas nas interfaces entre material restaurador / material protetor e dentina.

Material e Método

4 Material e método

4.1 Seleção dos dentes

Para o presente estudo foram selecionados 20 dentes terceiros molares humanos hígidos, extraídos de pacientes jovens por indicação terapêutica (Banco de dentes humanos da UFSM). Os dentes (Anexo 1) foram limpos superficialmente com auxílio de curetas Gracey n° 7-8 e universais McCall n° 13-14 (Neumar, São Paulo Brasil), para remoção de resíduos de tecido periodontal, sangue e fragmentos ósseos, sendo, em seguida procedida uma minuciosa limpeza com a utilização de pedra pomes aplicada com escovas de Robinson, em baixa rotação. Posteriormente, os mesmos foram examinados para detecção de possíveis trincas ou defeitos que pudessem causar interferências indesejáveis na condução do trabalho, a verificação foi feita em lupa estereoscópica Jena (Carl Zeiss – West Germany) em aumento de 10 vezes. Todos os dentes selecionados permaneceram armazenados em solução de tymol 0,5% e mantidos em temperatura aproximada de 5° centígrados, até sua utilização para realização do estudo.

4.2 Preparo das cavidades

Foram preparadas cavidades classe V abrangendo o 1/3 cervical das faces vestibular e palatina dos dentes selecionados, cada preparo apresentou 5 mm de diâmetro e 2 mm de profundidade seguido de um rebaixamento central com 3 mm de diâmetro e 0,5 mm de profundidade. A fresa utilizada foi do tipo carbide (carbeto de Tungstênio) n° 245 (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil), acopladas em uma turbina de alta rotação (Kavo do Brasil S.A), sob refrigeração ar-água. Cada preparo foi previamente delimitado com ponta grafite de 0,5mm e envolveu 1,0mm além do limite amelo-cementário na extensão do preparo (Figuras 1A e 1B).

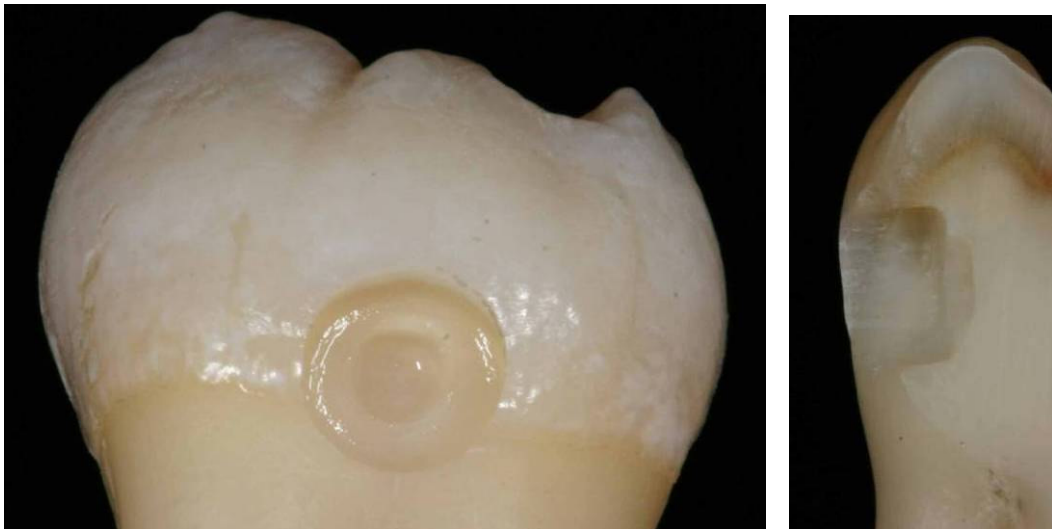
Para padronização dos preparos, foi utilizado um gabarito apresentando 5,0 mm de diâmetro, régua endodôntica, sonda milimetrada periodontal e paquímetro digital. Todas as fresas utilizadas receberam limitadores de penetração, confeccionados com resina acrílica quimicamente ativada Duralay, a 2,0 e 0,5 mm da extremidade ativa, para obtenção de extremidades pré-determinadas, sendo que as fresas foram substituídas a cada cinco preparos (Figuras 2, 3A e 3B).

A fresa foi posicionada perpendicular à face do dente a ser preparada aonde foi confeccionada uma perfuração central de 2,0 mm. Este procedimento foi utilizado como guia de modo a manter a profundidade uniforme em toda a extensão da cavidade. A parede axial foi mantida convexa acompanhando a anatomia externa da face correspondente, vestibular ou lingual. As paredes circundantes apresentaram-se ligeiramente convergentes e os ângulos internos arredondados, reproduzindo a forma da fresa utilizada. O ângulo cavo-superficial foi mantido nítido e sem bisel.

Após, essa primeira etapa, foi realizado no centro da parede axial um rebaixamento com 3,0 mm de diâmetro e profundidade de 0,5 mm com a fresa carbide n°245, para

inserção da camada do agente protetor, simulando a situação de proteção pulpar in vivo (Figuras 4 e 5).

Após realização dos preparos, todas as medidas foram conferidas sistematicamente com paquímetro digital e sonda milimetrada periodontal.



FIGURAS 1A e 1B - Cavidade preparada aspecto vestibular e proximal em corte sagital.

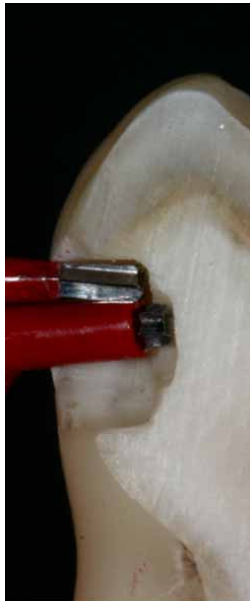
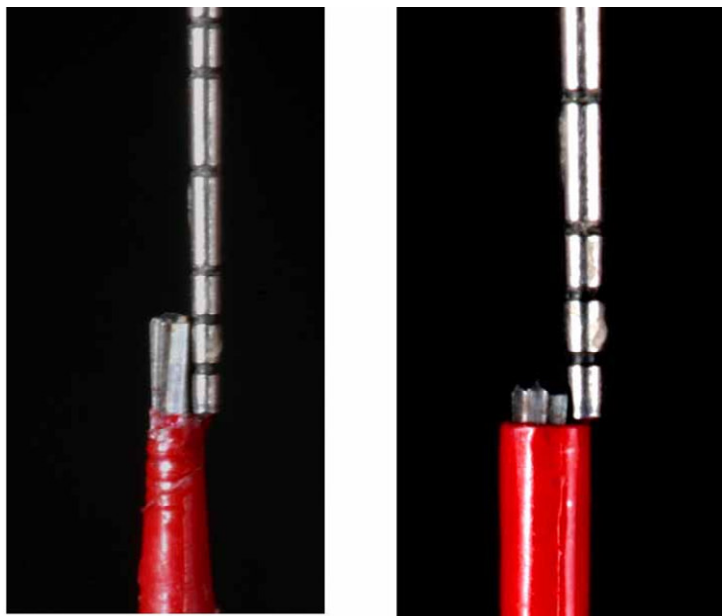


FIGURA 2 - Corte sagital da cavidade concluída mostrando as diferentes medidas de profundidade, correspondentes às das fresas preparadas.



FIGURAS 3A e 3B - Aferição com sonda milimetrada das respectivas pontas ativas com 2 e 0,5mm.

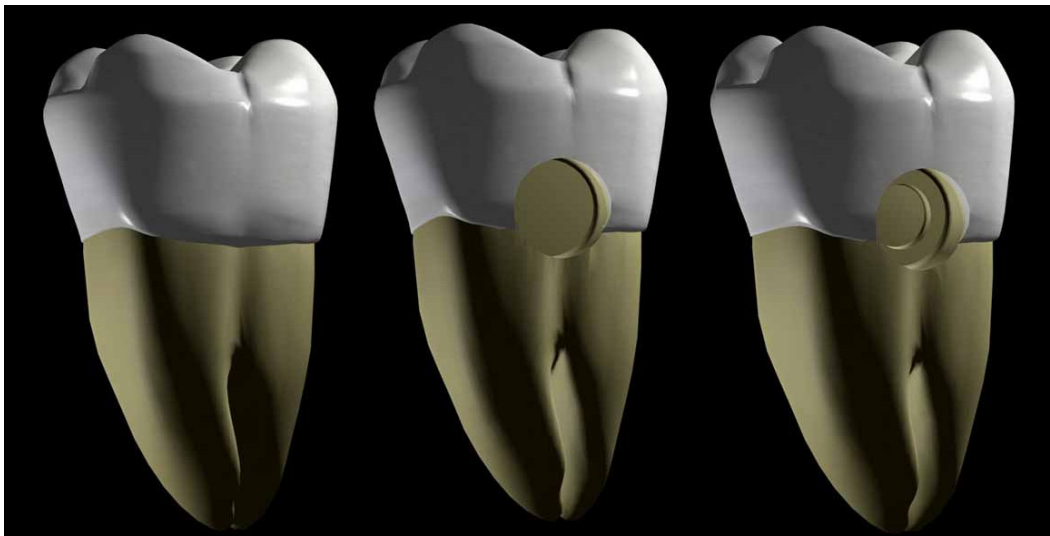


FIGURA 4 - Ilustração dos passos para confecção da cavidade: aspecto vestibular.

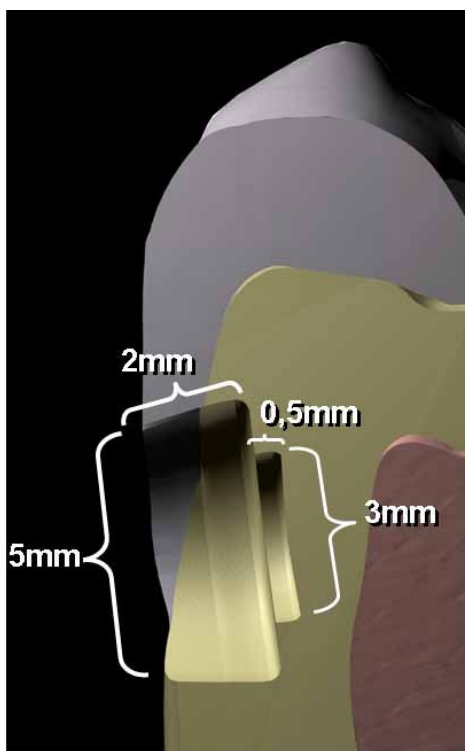


FIGURA 5 - Esquema com as dimensões do preparo cavitário.

4.3 Materiais e procedimentos restauradores

Após o preparo das 40 cavidades, todos os dentes foram armazenados em água destilada e mantidos em refrigeração até a realização do sorteio aleatório, que foi desenvolvido seguindo a sistemática de rodadas completas, uma a uma, até a distribuição de todos os dentes em 4 grupos, referentes aos fatores em estudo, sendo, 2 técnicas de fotopolimerização e 2 tipos de materiais protetores pulpares.

Os Quadros 1 e 2 apresentam os materiais e técnicas utilizados no estudo.

Quadro1 - Materiais utilizados: marca comercial, fabricante, tipo de produto, lote e composição química

| Marca comercial | Fabricante | Classificação | Lote | Composição |
|-----------------------------------|---------------------------|--|----------|--|
| Single Bond | 3M ESPE – Saint Paul, MN. | Sistema adesivo simplificado, total-etch | # 5CK | HEMA, BIS-GMA Di-metacrilatos, Fotoiniciadores. Co-polímeros do ácido Água, Álcool |
| Four Seasons | Ivoclar Vivadent | Resina composta híbrida | # F62666 | Bis-GMA, TEGDMA, UDMA Bis-HEMA, Pigmentos Fotoiniciador, Zircônia/Sílica. |
| Vitrebond ^{MR} | 3M ESPE – Saint Paul, MN. | Cimento de ionômero de vidro fotopolimerizável | # 5HF | Pó: vidro de fluoramino silicato Líquido: copolímero do ácido polialcenólico, HEMA, água e fotoativador |
| Ketac TM Molar Easymix | 3M ESPE – Saint Paul, MN. | Cimento de ionômero de vidro quimicamente ativado. | #207258 | Pó: Vidro de fluorsilicato, estrôncio e lantânio Líquido: ácido policarbonico, ácido tartárico e água |

Quadro 2 - Procedimentos restauradores realizados nos diferentes grupos experimentais

| GRUPO | PRÉ TRAT. DENTINA | BASE | TRAT. DENTINA | SISTEMA ADESIVO | RESINA COMPOSTA | FOTOATIVAÇÃO |
|-------|----------------------|----------------------|---------------|-----------------|-----------------|------------------|
| G 1 | Ac. Poliacrílico 10s | Ketac™ Molar Easymix | | | | Convencional (C) |
| G 2 | Ac. Poliacrílico 10s | Ketac™ Molar Easymix | | | | Gradual (R) |
| G 3 | X | Vitrebond MR | | | | Convencional (C) |
| G 4 | X | Vitrebond MR | | | | Gradual (R) |

4.3.1 Cimento de ionômero de vidro químico - Ketac™ MolarEasymix: (Grupos 1 e 2)

Nestes grupos uma base de cimento de ionômero de vidro convencional foi utilizada previamente a inserção da resina composta. Realizou-se, inicialmente, o condicionamento da parede axial com líquido do Ketac Molar Easy mix (ácido policarbonônico, ácido tartárico e água) por 10 segundos com pincel descartável, o qual foi substituído a cada procedimento restaurador. Em seguida a cavidade foi lavada com jatos de ar por 30 segundos e logo após seca com papel absorvente. Posteriormente, foi confeccionada uma base de cimento de ionômero de vidro convencional Ketac Bond EasyMix, o qual foi manipulado por 30 segundos em uma placa de vidro, de acordo com a proporção recomendada pelo fabricante (1:1 pó/líquido). O material foi inserido na cavidade central até seu completo preenchimento (0,5 mm) e aguardaram-se cinco minutos para presa do mesmo. Posteriormente, a cavidade foi condicionada com ácido fosfórico a 37% durante 15 segundos em dentina e 30 segundos em esmalte, tomando-se o cuidado para que a superfície do cimento de ionômero de vidro não fosse condicionada.

4.3.2 Cimento de ionômero de vidro resinoso - Vitrebond^{MR}: (Grupos 3 e 4)

A aplicação do cimento de ionômero de vidro resinoso Vitrebond (3M ESPE) previamente a inserção da resina composta foi realizada sem que a superfície dentinária fosse condicionada, mas somente lavada com jatos de ar-água conforme preconiza o fabricante. O material foi manipulado em placa de vidro, segundo a proporção recomendada (1:1 pó/líquido) e, em seguida, inserido na cavidade central com instrumento aplicador de cimento de hidróxido de cálcio. Foi confeccionada uma base com 0,5 mm de espessura, a qual foi fotoativada com o aparelho fotopolimerizador Optilux 501 (Demetron – Kerr, USA, model n° 501, série 58) por 30 segundos, em uma intensidade 850 mW/cm², no modo de fotoativação convencional, mantendo-se a ponta do aparelho o mais próxima possível do dente. Posteriormente, a cavidade foi condicionada com ácido fosfórico a 37% durante 15 segundos em dentina e 30 segundos em esmalte, tomando-se o cuidado para que o cimento de ionômero de vidro não fosse condicionado.

4.3.3 Sistema adesivo Single Bond

A aplicação do sistema adesivo dentinário Single Bond (3M ESPE) seguiu o protocolo de duas camadas consecutivas sobre a dentina com pincel descartável, tipo microbrush (Microbrush Corp., Grafton, WI, USA), secando-se em seguida, com leve jato de ar por 2 a 5 segundos, para evitar que o excesso de material se acumulasse nos ângulos internos da cavidade e auxiliar na evaporação do solvente. A fotoativação foi executada com o aparelho Optilux 501 (Demetron – Kerr) por 10 segundos, em uma intensidade de 850 mW/cm², no modo de fotoativação convencional.

4.3.4 Técnica Restauradora

A técnica restauradora utilizada foi à técnica incremental oblíqua, totalizando três incrementos para cada restauração (Figura 6). Para os grupos 1 e 3 cada incremento foi fotoativado por 20s com intensidade de 850 mW/cm^2 (fotopolimerização convencional). Nos grupos 2 e 4 cada incremento foi fotoativado por 20s, seguindo os 10 primeiros segundos com uma intensidade de 100 mW/cm^2 até 1000 mW/cm^2 (fotopolimerização gradual) e durante os 10 segundos seguintes a intensidade se mantém no nível superior a 1000 mW/cm^2 .

Foi utilizada a resina composta híbrida Four Seasons (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) para todas as restaurações.

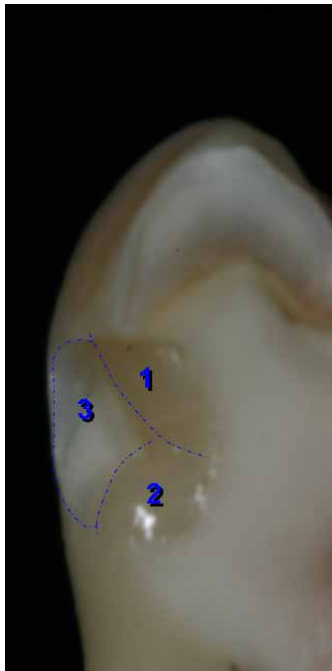


FIGURA 6 - Corte sagital ilustrando a técnica incremental oblíqua.

4.3.5 Modos de fotoativação

As restaurações de resina composta foram fotoativadas com o aparelho Optilux 501(Demetron – Kerr) (Figura 7), o qual proporciona diferentes técnicas de fotoativação do material. No presente estudo, avaliamos o método convencional e gradual (rampa) conforme descrito a seguir, de acordo com perfil do aparelho, fornecido pelo fabricante.

- * Convencional (FC) – modo convencional no qual o tempo de polimerização é mostrado no visor e apresentando intensidade de 850 mW/cm^2 . Um sinal sonoro era emitido a cada 10 segundos de polimerização (Figura 8A).
- * Gradual (FG) – modo de 20 segundos. Consiste em uma polimerização de 10 segundos iniciando com uma intensidade de 100 mW/cm^2 até 1000 mW/cm^2 . Durante os 10 segundos seguintes a intensidade se mantém no nível superior a 1000 mW/cm^2 (Figura 8B).

Salientamos ainda, que o fotopolimerizador utilizado teve suas intensidades de luz medidas com radiômetro Curing Radiometer Model (Demetron).



FIGURA 7 - Aparelho fotopolimerizador Optilux 501(Demetron – Kerr).

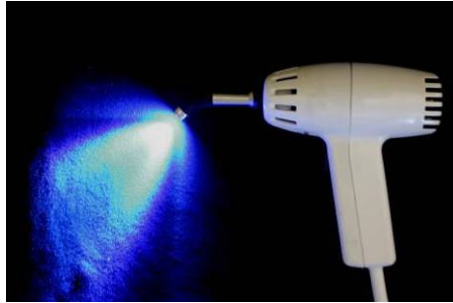


FIGURA 8A - Fotopolimerização modo convencional. **FIGURA 8B** - Fotopolimerização Gradual (RAMP).

4.3.6 Polimento das restaurações

Após a realização das restaurações, os dentes foram armazenados em água destilada por 24 horas, em estufa a 37°C. Após este período, as restaurações foram polidas utilizando o sistema de discos de lixas seqüências Sof-Lex Pop-on (3M do Brasil Ltda – Produtos Dentários, Sumaré, SP, Brasil) na ordem decrescente de abrasividade. Os discos foram utilizados em baixa rotação, sobre pressão manual e girando no sentido da restauração para a estrutura dental, por um tempo de 10 segundos cada. Após o polimento de cada três restaurações, os discos foram descartados e substituídos por outros novos.

5 Preparo dos dentes para microscopia eletrônica de varredura

5.1 Ciclagem térmica

Os dentes foram submetidos à ciclagem térmica, em água nas temperaturas de 5° C e 55° C°, utilizando uma máquina termocicladora (ética, mod. 521.4, série 95, ética Equipamentos Científicos S.A, São Paulo, SP, Brasil) calibrada com os seguintes dados: 500 ciclos, temperatura máxima de 55° C ± 2° C e temperatura mínima de 5 °C ± 2° C, com um tempo de permanência de 30 segundos em cada banho e tempo de transferência de 10 segundos entre os banhos^{22,66,67}.

5.2 Secção dos dentes

Após ciclagem térmica, os dentes foram fixados em cubos de madeira, utilizando godiva de baixa fusão verde e então, seccionados longitudinalmente no sentido mesio-distal com disco diamantado (0.3 mm de espessura) acoplado em máquina de cortes seriados de baixa deformação Isomet 1000 (Buehler Lake Bluff, IL, USA) separando as duas cavidades restauradas nas faces vestibular e lingual (Figuras 9, 10 e 11). Posteriormente, as metades, já separadas foram novamente fixadas nos cubos de madeira e dois novos cortes foram realizados no sentido ocluso-cervical, na porção central da restauração do qual era obtido um segmento de 2 mm de espessura de cada corpo-de-prova (Figuras 12 A e 12B).



FIGURA 9 - Dente fixado com godiva em cubo de madeira para secção longitudinal no sentido mesio-distal, separando as duas cavidades restauradas nas faces vestibular e lingual.



FIGURA 10 - Máquina de corte seriados de baixa deformação Isomet 1000 (Buehler Lake Bluff, IL, USA)

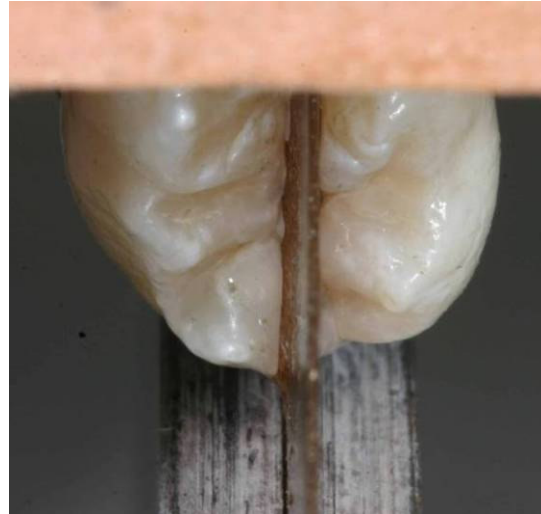
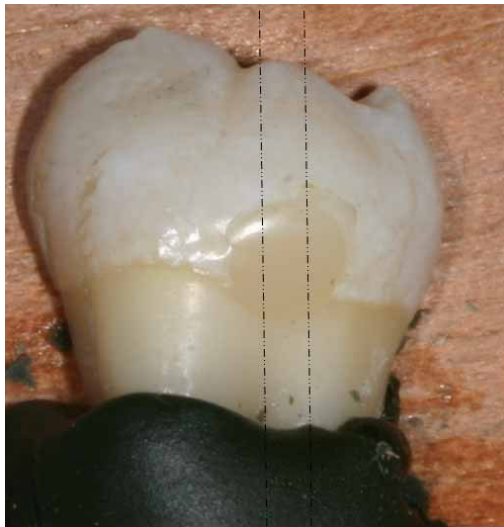


FIGURA 11 - Disco diamantado com 0,3 acoplado a máquina de corte durante secção méso-distal.



FIGURAS 12A e 12B - Duas secções ocluso-cervical e segmento obtido com 2 mm de espessura.

5.3 Fixação da amostra

Para fixação das estruturas orgânicas as amostras recém cortadas foram imersas em solução de glutaraldeído a 2,5% em 0.1M de cacodilato de sódio tamponado (Electron Microscopy Sciences, Ft. Washington, PA), durante 12 horas em temperatura de 4° C. Em seguida, foram lavadas com solução 0.2M da mesma substância durante 1 hora, com três trocas de substâncias. A seguir as amostras foram lavadas durante 1 minuto em água destilada^{44, 45}.

5.4 Regularização das superfícies seccionadas

Os corpos de prova obtidos para observação em Microscópio Eletrônico de Varredura foram submetidos a polimento seqüencial em Politriz Circular Mecânica (Arotec APL/4; Arotec S.A. Indústria e Comércio, Ribeirão Preto – São Paulo, Brasil), sob refrigeração à água, com lixas Silicon-carbide, conforme seqüência apresentada no Quadro 3.

Quadro 3 - Seqüência técnica de polimento dos corpos de prova

| Seqüência técnica | Tipo de lixa | Tempo |
|-------------------|--|---|
| 1° | Lixa silicon-carbide granulação 600 | 10 segundos |
| 2° | Lixa silicon-carbide granulação 800 | 10 segundos |
| 3° | Lixa silicon-carbide granulação (1500) | 20 segundos- giro de ¼ de volta a cada 5 segundos |

A seguir, foram aplicadas suspensões de diamante de 2µm e 1µm (Electron Sciences Microscopy), com discos de feltro durante 10 segundos cada uma.

Após a técnica de polimento, os corpos de prova foram condicionados com solução aquosa de ácido fosfórico 10% (All-etch, Bisco) durante 10 segundos e, em seguida, limpos

com spray ar/água durante 10 segundos e posteriormente levados para cuba ultrasônica (alta potência) durante 10 minutos.

5.6 Secagem das amostras

A secagem química dos corpos-de-prova foi realizada em grau ascendente de etanol, com a seguinte seqüência: 1- imersão em solução de etanol 50% durante 5 minutos; 2 – imersão em solução de etanol 70% durante 5 minutos; 3 - imersão em solução de etanol 90% durante 5 minutos; 4 - imersão em graduação alcoólica de etanol 100% durante 3 horas.

5.7 Metalização

Os corpos de prova receberam cobertura metálica de aproximadamente 120 nanômetros de ouro 24k em Metalizadora Denton, modelo DESK II (Denton Vaccum - Tóquio, Japão), para permitir a visualização em microscópio eletrônico de varredura (model JSM – 330 A, JEOL LTD., Tokyo, Japan), cada corpo-de-prova foi fotomicrografado com magnificação de 1000 vezes.

6 Critérios de avaliação

As imagens digitalizadas obtidas foram selecionadas em dois grandes grupos iniciais, de acordo com presença de fendas (P) e ausência de fendas (A), nas interfaces entre dentina / material protetor e material protetor / resina composta. Posteriormente a amplitude de fenda foi mensurada com a utilização de software Image tool 2.00 (San Antonio University, San Antonio, TX, USA) para que os resultados médios de amplitude

de fenda fossem classificados e analisados estatisticamente.

De modo a padronizar a obtenção dos dados, cada foto foi dividida proporcionalmente por três linhas perpendiculares a fenda, através de um gabarito eletrônico. A amplitude da fenda foi medida sobre cada uma destas linhas⁵⁸. Os resultados obtidos permitiram determinar a média da largura da fenda em cada fotomicrografia.

7 Metodologia estatística

Para as avaliações quantitativas utilizou-se o procedimento estatístico da análise de variância. As condições de homogeneidade de variâncias e de normalidade dos resíduos foram avaliadas pelos testes de Levene e de Shapiro-Wilk, respectivamente. Quando a condição de homogeneidade não se verifica é recomendada a aplicação da correção de Welch e a realização de comparações múltiplas entre médias pelo teste de Tamhane. Em todos os testes empregou-se o nível de 5% de significância na tomada de decisões. Os cálculos foram realizados pelo programa computacional SPSS 13.0 for Windows.

Resultado

5 Resultado

Na Tabela 1 é mostrada as medidas de fendas (médias de três leituras), em μm , respectivamente para os materiais protetores: químico (IVQ) e resinoso (IVR), de acordo com a técnica de fotopolimerização empregada: convencional (FC) e gradual (FG), avaliadas em dois locais: interface entre a dentina e o material protetor (D/Mat) e interface entre o material protetor e a resina composta (Mat/A-RC).

Na Tabela 1 estão reunidas às médias e desvios padrão dos grupos de medidas de fendas formados pelo material protetor, técnica de fotopolimerização e interface de avaliação. Não foram produzidas quaisquer fendas com o material resinoso na interface IVR/A-RC, de modo que este material, nesta interface, não foi considerado na análise estatística. Nota-se também pelos desvios padrão que os valores de fendas variam mais com o material IVQ do que com o material IVR. Essa heterogeneidade de variâncias foi confirmada pelo teste de Levene ($p=0,003$), mas não ficou evidenciada falta de normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk ($p=0,109$).

Então, o procedimento da análise de variância com a correção de Welch foi aplicado para os grupos experimentais onde houve produção de fendas. O sumário desta análise está na Tabela 2. Há forte evidência de diferenças entre médias de fendas ($p<0,001$), como já era esperado pela simples observação das médias e desvios padrão na Tabela 1.

O teste de Tamhane foi aplicado para a comparação múltipla de médias e os valores p correspondentes são mostrados na Tabela 3. O resultado da aplicação do teste de Tamhane está indicado na Tabela 1 de tal forma que médias acompanhadas de letras iguais não foram consideradas significativamente diferentes.

Em resumo, não se levando em consideração o material resinoso na interface

IVR/A-RC, onde não ocorreram fendas com as duas técnicas de fotopolimerização. Evidencia-se que a fotopolimerização convencional produz, em média, fendas maiores do que a fotopolimerização gradual.

No Gráfico 1 encontram-se as médias de fendas dos grupos experimentais em estudo, juntamente com os intervalos de 95% de confiança para as médias populacionais. Esses intervalos permitem uma avaliação quantitativa dos resultados das análises de variâncias descritos acima: quanto maior a sobreposição dos intervalos, menor é a evidência de diferença entre as médias. E, no Gráfico 2 esta representado a dispersão das medidas de fenda.

Tabela 1 – Médias e desvios padrão de fendas, em μm (médias acompanhadas de letras iguais não são significativamente diferentes, ao nível de 5%, pelo teste de Tamhane)

| Material | Técnica | Estatística | Interface | |
|----------|---------|----------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | | | D/Mat | Mat/A/RC |
| IVQ | FC | Média \pm DP | 17,0 \pm 3,8 ^b | 16,7 \pm 4,9 ^b |
| | FG | Média \pm DP | 3,4 \pm 2,7 ^a | 4,4 \pm 3,0 ^a |
| IVR | FC | Média \pm DP | 19,5 \pm 1,6 ^b | 0,0 [*] |
| | FG | Média \pm DP | 2,7 \pm 2,1 ^a | 0,0 [*] |

* Não ocorreram fendas

Tabela 2 – Sumário da análise de variância para a avaliação de médias de fendas com a correção de Welch.

| Efeito | Graus de liberdade (G.L.) | Média quadrática | F | p | Correção de Welch | | |
|---------|---------------------------|------------------|-------|--------|-------------------|--------|--------|
| | | | | | G.L. | W | p |
| Técnica | 5 | 617,56 | 58,47 | <0,001 | 5 | 100,46 | <0,001 |
| Resíduo | 54 | 10,56 | | | 25 | | |

Homogeneidade de variâncias (Levene) $p=0,003$

Normalidade dos resíduos (Shapiro- Wilk) $p=0,109$

Tabela 3 - Valores-p do teste de Tamhane para as comparações múltiplas de médias de fendas

| Material | Técnica | Interface | {1} | {2} | {3} | {4} | {5} | {6} | |
|----------|---------|-----------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| IVQ | FC | D/Mat | {1} | | 1,000 | <0,001 | <0,001 | 0,769 | <0,001 |
| | | Mat/A-RC | {2} | 1,000 | <0,001 | <0,001 | 0,872 | <0,001 | |
| | FG | D/Mat | {3} | <0,001 | <0,001 | | 1,000 | <0,001 | 1,000 |
| | | Mat/A-RC | {4} | <0,001 | <0,001 | 1,000 | | <0,001 | 0,944 |
| IVR | FC | D/Mat | {5} | 0,769 | 0,872 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | |
| | FG | D/Mat | {6} | <0,001 | <0,001 | 1,000 | 0,944 | <0,001 | |

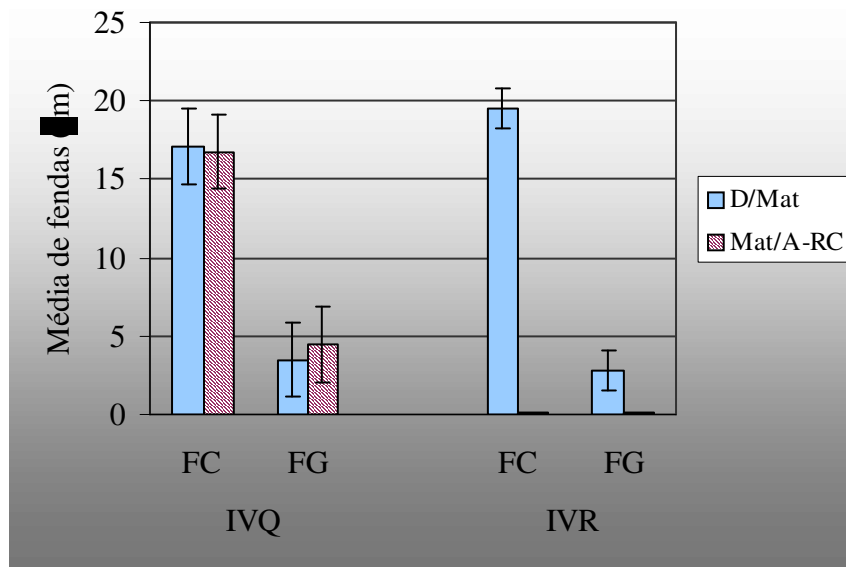


GRÁFICO 1 – Representação gráfica de médias de fendas (colunas) e intervalos de 95% de confiança para as médias populacionais (barra vertical).

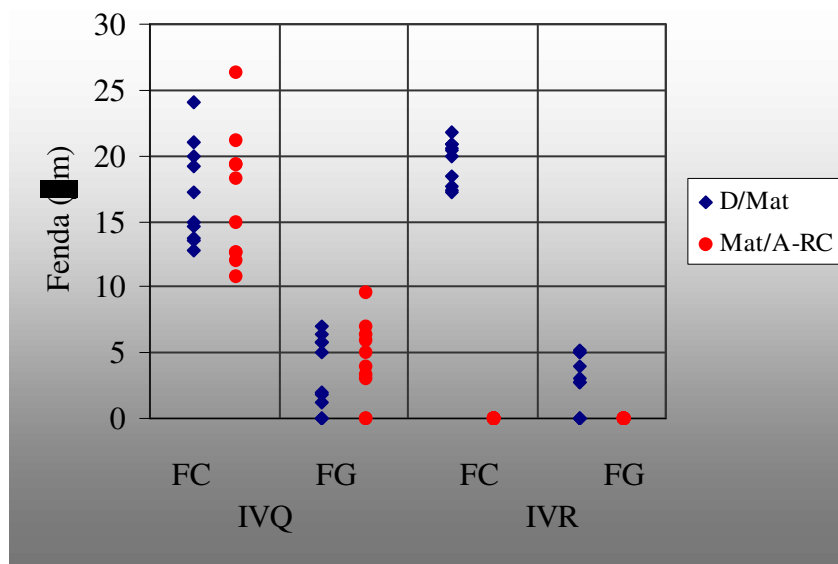


GRÁFICO 2 - Gráfico de dispersão das medidas de fenda, em μm , de acordo com o material, a técnica de polimerização e a interfaces de avaliação.

Discussão

6 Discussão

Em restaurações de resina composta os processos de adesão e polimerização são bastante complexos. A inserção da resina composta na cavidade preparada leva a competição entre as forças de contração de polimerização e as forças de adesão à estrutura dental. Para minimizar tal efeito foram desenvolvidas técnicas restauradoras compensatórias, que incluem procedimentos tais como: inserção incremental da resina composta, redução de volume do material restaurador pela aplicação de agentes protetores pulpares representado pelos forradores cavitários com baixo módulo de elasticidade, e a polimerização gradual⁴.

A contração de polimerização das resinas compostas apresenta-se como um grande problema ainda sem solução efetiva^{6, 20, 46, 57}. Essa contração acontece como consequência do re-ordenamento molecular em um espaço menor do aquele requerido na fase inicial da reação. Anteriormente à polimerização, a distância entre as moléculas é da ordem de 0,3 a 0,4 nm, determinada pelas forças de Van der Waals. Quando as ligações covalentes se estabelecem entre monômeros, a distância entre eles passa a ser de 0,15nm, resultando na contração, pelo encurtamento de cadeias poliméricas, inerente à reação de polimerização^{46, 48}. Clinicamente esta característica do material poderia promover a formação de uma fenda marginal nas restaurações onde as forças de contração conseguem ser maiores do que a resistência de união fornecida pelo sistema adesivo utilizado.

Pode-se dividir a contração das resinas compostas em duas fases, a pré-gel e pós-gel, sendo que a contração do material implica na junção de ambas. Durante a contração de polimerização, que ocorre na fase denominada pré-gel, as moléculas podem deslizar e adquirir novas posições e orientações compensando a tensão de contração de

polimerização^{50, 59}. Nesta fase, a tensão gerada não é transferida para a interface de união, devido á capacidade de escoamento das moléculas⁸. O momento em que a resina passa do estado fluido para o estado viscoso é conhecido como ponto gel e, a partir dele, na denominada fase pós-gel, o material adquire um alto módulo de elasticidade, perde a capacidade de escoamento e passa a transferir a tensão gerada no material para a interface dente-restauração⁶⁸.

Considerando que as tensões são transferidas para a interface adesiva a partir do ponto gel, quanto mais longa a fase pré-gel, menor será a quantidade de tensões transferidas, pois a conversão dos monômeros em polímeros aconteceria lentamente, permitindo melhor escoamento do material e redução da tensão de contração na resina composta²¹. Assim, uma importante característica das resinas quimicamente ativadas é a menor tensão de contração desenvolvida durante a polimerização, em virtude da sua fase pré-gel ser mais longa uma vez que estes materiais apresentam uma reação de polimerização lenta e progressiva⁶. Diferentemente das resinas fotopolimerizáveis que sofrem uma polimerização mais rápida, onde a geleificação ocorre dentro de segundos após a exposição do material á fonte de luz, dificultando o controle da reação de polimerização pelo profissional^{11, 52}. Teoricamente, não há tempo suficiente para seu escoamento e, quanto menor esta capacidade maior as tensões de contração, as quais podem ser decisivas para o sucesso do procedimento adesivo²⁴.

Como a velocidade com que uma resina foto-ativada atinge o ponto gel é dependente da intensidade de luz aplicada no momento inicial da polimerização^{49,59}. Dessa maneira, alguns estudos^{5, 18, 35, 36, 70} têm sugerido que a adaptação marginal das resinas compostas pode ser melhorada através da fotoativação do material somente em baixa intensidade de luz, pois a conversão dos monômeros em polímeros aconteceria lentamente,

permitindo melhor escoamento do material e redução da tensão de contração na resina composta. No entanto, a baixa intensidade de luz pode não proporcionar uma adequada polimerização da resina composta², correndo-se o risco de uma incompleta conversão e, conseqüentemente reduzida longevidade da restauração pelo comprometimento das propriedades mecânicas e físicas do material^{21, 34, 42}. Acredita-se que esses problemas podem ser minimizados pelo aumento do tempo ou por uma irradiação adicional com alta intensidade de luz^{21, 39, 49}.

Diversos autores^{15, 24, 38} afirmam que a fotoativação inicial do material com baixa intensidade de luz, seguida pela alta intensidade, minimiza as tensões geradas pela contração, devido ao prolongamento da fase pré-gel da resina composta. Desta forma, a redução na velocidade de polimerização da resina, com a utilização da técnica gradual, permitiria um maior alívio das tensões, por permitir um maior escoamento das moléculas pela superfície não aderida, reduzindo a tensão proveniente da contração^{34, 35, 46}. Isto resultaria em menor formação de fendas marginais e na melhor adaptação do material às paredes cavitárias sem, no entanto, prejudicar as suas propriedades físicas mecânicas e a profundidade de polimerização^{40, 42}.

Nos últimos anos, os fabricantes têm produzido aparelhos fotoativadores com programas que permitem o escalonamento da intensidade de luz, possibilitando a utilização de diferentes técnicas graduais de fotoativação: passos, rampa e em pulsos. O aumento da intensidade em passos significa que uma dose reduzida de potência é disponibilizada, por um determinado período. Logo em seguida, o aparelho eleva essa potência para níveis máximos, que são mantidos até o final do ciclo. Na técnica rampa, há o aumento gradual da intensidade de luz até atingir o nível máximo, o qual também se mantém por um determinado período, até que o grau de conversão seja alcançado. Por

último, o aumento da potência em pulsos³⁰, também denominado pulso tardio, implica na emissão de uma dose reduzida de luz por alguns segundos (3-5 segundos), seguida de um período de espera (3-5 minutos), para, em seguida expor a resina composta à máxima potência de luz, completando a reação de conversão⁵². Assim, pode-se observar que são inúmeras as alternativas para diminuir a velocidade de reação de polimerização, porém é importante entender que o princípio básico, está relacionado com a redução inicial da densidade de potência seguida de uma elevação a níveis adequados, para assegurar um satisfatório grau de conversão da resina composta.

Em nosso estudo avaliamos restaurações de resina composta fotoativadas com o aparelho Optilux 501(Demetron – Kerr), o qual proporciona diferentes técnicas de fotoativação do material. Os métodos de fotoativação utilizados foram; método convencional (FC) e gradual (escalonado ou rampa) (FG).

Cavidades classe V foram confeccionadas por apresentarem um alto fator C (C=5), o qual limita o escoamento e a liberação das tensões geradas durante a contração de modo a representar um desafio na integridade das interfaces. Para minimizar o alto fator C foi utilizada a técnica restauradora com inserção incremental da resina composta³⁷.

A conformação circular dos preparos cavitários e a padronização das fresas utilizadas garantiram a uniformidade das cavidades, enquanto que a técnica de inserção incremental da resina composta garantiu que todas as restaurações sofressem as mesmas influências tensionais da contração de polimerização. Assim, ficou assegurado que a influência da técnica de polimerização da resina e o tipo de cimento de ionômero de vidro utilizado passaram a ser os únicos fatores comparativos relevante na contração de polimerização.

Verificamos que a fotopolimerização gradual produz, em média, fendas

menores do que a fotopolimerização convencional da resina composta, independentemente da interface que foi avaliada.

Além da modulação da fotopolimerização, a utilização de materiais de baixo módulo de elasticidade, sob restaurações de resina composta, especialmente em cavidades com margens em dentina tem sido cada vez mais utilizada como forma de reduzir a contração de polimerização da resina composta. Devido a questionamentos a respeito da capacidade de adesão e redução da formação de fendas dos cimentos de ionômero de vidro modificado por resina e químicos, optou-se por avaliar o deslocamento destas bases em função da contração da resina. Por serem materiais de escolha em margens suscetíveis a cárie e como forradores cavitários, foram selecionados como agentes protetores pulparem neste estudo, o Vitrebond (3M ESPE) e o Ketac Molar Easymix (3M ESPE) para realização deste estudo in vitro.

Kemp-Scholte et al.³¹ (1990), observaram um alívio de 20 a 50% da tensão da contração de polimerização, através da aplicação de uma camada intermediária entre a dentina e o material restaurador apresentando o ionômero modificado por resina resultados superiores, melhor adaptação marginal, que o convencional. Os autores afirmam também que a melhor adaptação marginal não pode ser atribuída somente à colocação incremental do material restaurador, mas também, as propriedades intrínsecas dos materiais utilizados.

Mitra⁴¹ (1991), revelou que a imediata adesão do ionômero modificado à dentina bovina é de 7 ± 2 MPa, a qual é significativamente maior que a dos quimicamente ativados (2 ± 1 MPa), sugerindo sua indicação sob restaurações de resina composta, aliado às suas boas propriedades físicas.

Posteriormente, Tolidis et al.⁶³, (1998), verificaram que a aplicação do cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Vitrebond) sob a resina composta foi

capaz de absorver parte das tensões de contração da mesma, reduzindo aproximadamente em 41% da contração de polimerização volumétrica. Evidencia-se que a capacidade de retenção e vedamento marginal dos cimentos de ionômeros híbridos provavelmente ocorrem por aderirem-se á estrutura dentária similarmente aos convencionais, mas também por possuírem em parte, capacidade adesiva micromecânica similar aos sistemas resinosos convencionais, potencializando sua força de união ^{27, 55}.

A versão do cimento de ionômero de vidro modificado por resina apresenta além da reação ácido – base um processo de polimerização adicional, iniciado pela luz em função da presença de pequenas quantidades de componentes resinosos como hidroxietilmetacrilato (HEMA) ou BIS-GMA ⁵⁵. Apesar da contração de polimerização inerente a este cimento, estudos ^{10, 27, 31, 41} verificam melhores propriedades físicas e químicas quando comparado ao quimicamente ativado além de maior tempo de trabalho e menor sensibilidade à água ¹⁰.

Em nossos achados, a união química proporcionada entre a porção resinosa do cimento de ionômero de vidro com a resina composta, via sistema de adesão, mostrou ser um fator de eliminação de fendas promovidas pela contração da resina composta, uma vez que tanto com a técnica de fotopolimerização gradual quanto convencional, a totalidade das amostras ficou isenta de fendas nesta interface (Anexo 2 – Tabelas e Figuras A3 e A4). Acredita-se que os grupos metacrilatos disponíveis, da cadeia de poliácidos, poderiam formar ligações químicas fortes com o agente adesivo, o que torna esta interface menos suscetível a fendas ³².

Segundo estudo de Hotta et al ²⁸ (1994), o cimento de ionômero de vidro resinoso apresenta resistência de união à dentina e à resina composta de 6,5 MPa e 9,0 MPa respectivamente. Assim, este tipo de ionômero de vidro apresenta maior adesão à resina,

durante a contração de polimerização desta, podendo ser deslocado da cavidade, da qual adere menos. Fato este, ocorrido nesta pesquisa.

Porém, por não apresentar esta união química à resina composta o cimento de ionômero químico apresenta-se mais suscetível à formação de fendas não resistindo à contração de polimerização, como foi visto neste estudo (Anexo 2 – Tabelas e Figuras A1 e A2).

Este trabalho ainda evidencia que tanto os cimentos de ionômero de vidro químico quanto resinoso sofreram a influência da contração de polimerização e foram deslocados da parede axial pelas tensões geradas durante fotopolimerização. Apresentando, ambos os cimentos de ionômero de vidro na técnica convencional, uma insuficiente resistência de união quando em contato com a parede dentinária.

O protocolo de aplicação para os cimentos de ionômero de vidro químico e resinoso seguiu as orientações do fabricante. O pré-tratamento da dentina foi realizado com ácido poliacrílico para o Ketac Molar Easy Mix (3M ESPE). Já para o Vitrebond (3M ESPE), o pré-tratamento dentinário não é recomendado, o fabricante alerta que o uso do condicionador, solução de ácido poliacrílico diminui a adesão do forrador com a dentina, não considerando também necessário o condicionamento da superfície do material, bastando apenas à aplicação do agente adesivo para união com a resina composta. A presença de HEMA não polimerizado na superfície do Vitrebond facilitaria o molhamento do agente adesivo e resina composta, durante o processo de adesão³².

Embora muitas pesquisas tenham demonstrado vários aspectos dos cimentos de ionômero de vidro resinoso seu mecanismo de adesão à dentina ainda não esta totalmente esclarecido. Titley et al.⁶¹ (1996), avaliaram em microscopia eletrônica de varredura o efeito do contato direto, por um período de 10, 20, 30 e 120 segundos, do

líquido do ionômero de vidro modificado por resina (Vitrebond) sobre a dentina bovina. Os efeitos da remoção do líquido pela lavagem com jato de água ou sob pressão, e a demora na polimerização do material após a mistura, também foram avaliados. O líquido do Vitrebond foi capaz de realizar um leve condicionamento da superfície pela presença do ácido poliacrílico e o HEMA foi capaz de penetrar na dentina e contribuir para a retenção micromecânica. Os autores concluíram que a adesão do Vitrebond à dentina foi inicialmente química e, subseqüentemente, mecânica.

Para Brannström et al.⁹, a principal função dos agentes protetores sob restaurações com resina composta seria de prevenir a penetração de bactérias e o movimento dos fluidos uma vez que a presença de fendas interfaciais poderia contribuir para o aparecimento da sensibilidade, complicações pulpares e cáries secundárias.

Em 2005, Peliz et al.⁴³, verificaram através de microscopia eletrônica de varredura a formação de microfendas entre agentes de proteção do complexo dentina-polpa e a estrutura dental constatando maior formação de fendas quando utilizado cimento de hidróxido de cálcio e ionômero de vidro modificado por resina sozinhos ou em conjunto, sob restaurações de resina composta. A utilização do condicionamento com ácido fosfórico seguido da aplicação do sistema adesivo previamente aplicação do cimento de ionômero modificado por resina reduziu significativamente a presença de microfendas axiais. Verificando também que somente a hibridização dentinária permitiu um selamento superior da interface dentina/restauração.

Entretanto, Coutinho et al.¹⁴ (2006), relatou que o pré-tratamento com ácido fosfórico remove totalmente a hidroxiapatita interposta entre as fibrilas de colágeno comprometendo a adesão química do cimento de ionômero de vidro modificado por resina, a correlação entre resultados de resistência adesiva com análise de falhas através de

microscopia eletrônica de varredura e transmissão indicam que apesar da superior interação micromecânica originada pelo condicionamento com ácido fosfórico, este não promove uma adesão mais durável que a adesão proporcionada pelo condicionamento com ácido poliacrílico.

Na tentativa de melhorar a adesão do cimento de ionômero de vidro modificado por resina as estruturas dentais e reduzir a sensibilidade da técnica, estudos^{14, 16, 17, 69} sugerem sua utilização com adesivos autocondicionantes com pH médio ($\text{pH} \pm 2$), uma vez que estes sistemas adesivos removem parcialmente a hidroxiapatita presente nas fibrilas de colágeno, obtendo-se assim além de uma adesão micromecânica através da hibridização também, uma interação química semelhante à obtida com ácido poliacrílico, dos grupos carboxílicos e fosfato presente nos monômeros funcionais do adesivo a hidroxiapatita residual.

Porém, Gwinnet, Tay²⁵ (1998), relataram a citotoxicidade dos sistemas adesivos quando utilizados como protetor do complexo dentina-polpa em cavidades profundas. Segundo Costa et al.¹² (2002), o adesivo presente no espaço pulpar poderia inibir a atividade das células odontoblásticas bem como despertar uma considerável resposta inflamatória associada com desorganização tecidual. Portanto, em cavidades profundas recomenda-se a utilização de uma base de material biocompatível e com boas propriedades mecânicas sobre uma menor área possível para não interferir na adesão. Costa et al.¹³ (2003), afirma que a utilização de uma base de Vitrebond e hibridização apenas das paredes laterais em cavidades profundas não demonstrou nenhum dano ao tecido pulpar seguindo o protocolo de aplicação recomendado pelo fabricante.

Como visto o sucesso de uma restauração de resina composta é influenciado por inúmeros fatores. Entretanto a utilização de novos métodos de fotoativação bem como a

utilização de camada intermediária com baixo módulo de elasticidade que apresente uma adesão de modo a suportar a contração de polimerização da resina composta e que seja biocompatível com o substrato dental é o que impulsiona as inúmeras pesquisas científicas na busca de uma maior longevidade clínica.

Conclusão

7 Conclusão

Considerando a metodologia empregada e os resultados obtidos, podemos concluir que:

1. O cimento de ionômero de vidro químico apresenta uma maior incidência e amplitude de microfendas axiais, dentina/material protetor e material protetor/adesivo – resina composta;

2. A técnica de fotopolimerização gradual foi capaz de reduzir o estresse de contração da resina composta causando um menor deslocamento do material protetor pulpar quando comparada à técnica convencional;

3. Foi observada ausência de microfenda axial na interface cimento de ionômero de vidro modificado por resina/ adesivo-resina composta, independente da técnica de fotopolimerização utilizada;

4. Tanto o cimento de ionômero químico quanto o resinoso sofreram a influência da contração de polimerização da resina composta e foram deslocados da parede axial pelas tensões geradas durante a fotopolimerização.

Referências

8 REFERÊNCIAS *

1. Aboushala A, Kugel G, Hurley E. Class II composite resin restorations using glass-ionomer liners: microleakage studies. *J Clin Pediatr Dent.* 1996; 21: 67-70.
2. Araújo RM, Araújo MAM, Mendes AJD. Influência da intensidade de luz de fotopolimerização na infiltração marginal. *Rev Assoc Paul Cir Dent.* 1996; 50: 408-13.
3. Asmessen E, Uno S. Adhesion of restorative resins to dentin: chemical and physiochemical aspects. *Oper Dent.* 1992; 17 (Suppl 5): 68-74.
4. Ausiello P, Apicella A, Davidson CL. Effect of adhesive layer properties on stress distribution in composite restorations – 3D finite element analysis. *Dent Mater.* 2002; 18:295-303.
5. Bouschlicher MR, Vargas MA, Boyer DB. Effect of composite type, light intensity, configuration factor and laser polymerization on polymerization contraction forces. *Am J Dent.* 1997; 10: 88-96.
6. Bouschlicher MR, Ruiggeberg FA. Effect of ramped intensity on polymerization force and conversion in a photoactivated composite. *J Esthet Dent.* 2000; 12:328-39.
7. Brackett WW, Gunnin TD, Gilpatrick RO, Browning WD. Microleakage of light - cured glass ionomer restorations. *J Prosthet Dent.* 1998; 79:261-3.
8. Braga RR, Ballester RY, Ferracane JL. Factors involved in the development of polymerization shrinkage stress in resin-composites: a systematic review. *Dent Mater.* 2005; 21:962-70.
9. Brännström M. *Dentin and pulp in restorative dentistry.* London: Wolfe; 1981.

* De acordo com o estilo Vancouver. <http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform> - requirements.

10. Burgess JO, Barghi N, Chan DC, Hummert T. A comparative study of three glass ionomer base materials. *Am J Dent.* 1993; 6: 137-41.
11. Carvalho RM, Pereira JC, Yoshima M, Pashley DH. A review of polymerization contraction: the influence of stress development versus stress relief. *Oper Dent.* 1996; 21: 217-41.
12. Costa CAS, Nascimento ABL, Teixeira HM. Response of human pulps following acid conditioning and application of a bonding agent in deep cavities. *Dent Mater.* 2002; 18: 543-51.
13. Costa CAS, Giro EMA, Nascimento ABL, Teixeira HM, Hebling J. Short-term evaluation of the pulpo-dentin complex response to a resin-modified glass-ionomer cement and a bonding agent applied in deep cavities. *Dent Mater.* 2003; 19: 739-46.
14. Coutinho E, Van Landuyt K, De Munck J, Poitevin A, Yoshida Y, Inoue S et al. Development of a self-etch adhesive for resin-modified glass ionomers. *J Dent Res.* 2006; 85: 349-53.
15. Davidson CL, De Gee AJ. Light curing units, polymerization and clinical implications. *J Adhes Dent.* 2000; 2: 167-73.
16. De Munck J, Van Meerbeek B, Yoshida Y, Inoue S, Suzuki K, Lambrechts P. Four-year water degradation of a glass-ionomer adhesive bonded to dentin. *Eur J Oral Sci.* 2004; 112: 73-83.
17. De Munck J, Landuyt Van K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, et al. One-day bonding effectiveness of new self-etch adhesives to bur-cut enamel and dentin. *Oper Dent.* 2005; 30: 39-49.

18. Feilzer A J, De Dee AJ, Davidson CL. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *J Dent Res.* 1987; 66:1636-9.
19. Feilzer A J, Dooren LH, Gee CL, Davidson C L. Influence of light intensity on polymerization shrinkage and integrity of restoration-cavity interface. *Eur J Oral Sci.* 1995; 103: 322-6.
20. Ferracane JL, Mitchem JC. Relationship between composite contraction stress and leakage in class V cavities. *Am J Dent.* 2003; 16: 239-43.
21. Frield KH, Schmalz G, Hiller KA, Märkl A. Marginal adaptation of class V restorations with and without “soft-polymerization”. *Oper Dent.* 2000; 25: 26-32.
22. Gale MS, Darvell BW. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Dent.* 1999; 27:89-99.
23. Gladys S, Van Meerbeek B, Lambrechts P, Vanherle G. Marginal adaptation and retention of a glass-ionomer, resin-modified glass-ionomers and a polyacid-modified resin composite in cervical Class V lesions. *Dent Mater.* 1998; 14: 294-306.
24. Goracci G, Mori G, Martinis LC. Curing light intensity and marginal leakage of resin composite restorations. *Quintessence Int.* 1996; 27: 355- 62.
25. Gwinnett AJ, Tay F.R. Early and intermediate time response of dental pulp to an acid etch technique in vivo. *Am J Dent.* 1998; 11: 35-44.
26. Hansen EK, Asmussen E. Visible-light curing units: correlation between depth of cure and distance between exit window and resin surface. *Acta Odontol Scand.* 1997; 55: 162 -6.
27. Holtan JR, Nystrom GP, Olin PS, Rudney J, Douglas WH. Bond strength of light-cured

- and two auto-cured glass ionomer liners. *J Dent.* 1990; 18: 271-5.
28. Hotta M, Aono M. Adaptation to the cavity floor of the light-cured glass ionomer cement base under a composite restoration. *J Oral Rehabil.* 1994; 21:679-85.
29. Inoue S, Van Meerbeek B, Abe Y, Yoshida Y, Lambrechts P, Vanherle G. et al. Effect of remaining dentin thickness and the use of conditioner on micro - tensile bond strength of a glass-ionomer adhesive. *Dent Mater.* 2001; 17: 445-55.
30. Kanca III J, Sush BI. Pulse activation: reducing resin-based composite contraction stress at the enamel cavosurface margins. *Am J Dent.* 1999; 12:107-12.
31. Kemp-Scholte CM, Davidson CL. Complete marginal seal of in class V resin composite restorations effected by increased flexibility. *J Dent Res.*1990; 69: 1240-3.
32. Kerby RE, Knobloch L. The relative shear bond strength of visible light- curing and chemically curing glass- ionomer cement to composite resin. *Quintessence Int.* 1992; 23:641-4.
33. Koran P, Kürschner R E. Effect of sequential versus continuous irradiation of a light-cured resin composite on shrinkage, viscosity, adhesion, and degree of polymerization. *Am J Dent.* 1998; 11: 17-22.
34. Leonard DL, Charlton DG, Roberts HR, Hilton TJ, Zionik A. Determination of the minimum irradiance required for adequate polymerization of a hybrid and a microfill composite. *Oper Dent.* 2001; 26: 176-80.
35. Lim BS, Ferracane JL, Sacagushi RL, Condon JR. Reduction of polymerization contraction stress for dental composites by two step light – activation. *Dent Mater.*2002; 18: 436-44.

36. Lopes GC, Brand C, Vieira LCC, Baratieri LN. Efeito do tempo e da intensidade de luz na microinfiltração de restaurações de resina composta. JBC: J Bras Clin Estét Odont. 2001; 5: 11-4.
37. Lutz F, Krejci I, Oldenburg TR. Elimination of polymerization stress at the margins of posterior composite resin restorations: a new restorative technique. Quintessence Int. 1986; 17: 777-84.
38. Mazur RF, Saad JRC, Vieira S, Souza EM, Liu J. Microinfiltração marginal e cavidades classe V, com resina composta submetida a diferentes intensidades de luz. Revisão de literatura. JBC: J Bras Clin Odont Int. 2001; 5(28): 307-10.
39. Mehl A, Hickel R, Kunzelmann KH. Physical properties and gap formation of light-cured composites with and without "softstart-polymerization. J Dent. 1997; 25:321-30.
40. Menezes FCH. Avaliação da infiltração na margem cervical em dentina de restaurações classe V variando-se as técnicas de inserção e fotoativação da resina composta [Tese Doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2002.
41. Mitra, SB. Adhesion to dentin and physical properties of a light-cured glass-ionomer liner/base. J Dent Res. 1991; 70: 72-4.
42. Obici AC, Sinhorette MA, Goes MF, Consani S, Sobrino LC. Effect of the photo - activation on polymerization shrinkage of restorative composites. Oper Dent. 2002; 27: 192-8.
43. Peliz MI, Duarte Jr S, Dinelli W. Scanning electron microscope analysis of internal adaptation of materials used for pulp protection under composite resin restorations. J Esthet Restor Dent. 2005; 17: 118-28.

44. Perdigão J, Ramos JC, Lambrechts P. *In Vitro* interfacial relationship between human dentin and one – bottle dental adhesive. *Dent Mater.* 1997; 13: 218-27.
45. Perdigão J, Van Meerbeek B, Lopes M, Ambrose WW. The effect of a re-wetting agent on dentin bonding. *Dent Mater.* 1999; 15: 282-95.
46. Peutzfeld A. Resin composites in dentistry: the monomer systems. *Eur J Oral Sci.* 1997; 105: 97-116.
47. Rissi RC, Cabral A. Fotopolimerização: principais variáveis clínicas que podem interferir no processo. *Rev Assoc Paul Cir Dent.* 2002; 56:123-8.
48. Russo EMA, Carvalho RCR, Matson E, Santos RSC. Infiltração marginal em cavidades de classe V restauradas com materiais estéticos, utilizando diferentes técnicas restauradoras. *Pesqui Odontol Bras.* 2001; 15: 145-50.
49. Sakaguchi RL, Douglas WH, Peters MCRB. Curing light performace and polymerization of composite restorative materials. *J Dent.* 1992; 20:183-8.
50. Sakaguchi RL. A review of the curing mechanics of composites and their significance in dental applications. *Compend Continuing Educ Dent.* 1999; 20(25): S16-S23.
51. Salama FS, Riad MI, Megid FYA. Microleakage and marginal gap formation of glass ionomer resin restaurations. *J Clin Pediatr Dent.* 1995; 20:31-6.
52. Santos MJMC, Souza Jr MHS, Mondelli RFL. Novos conceitos relacionados à fotopolimerizaçãodas resinas compostas. *JBD: J Bras Dent Estet.* 2002; 1: 14-21.
53. Sarne S, Mante MO, Mante FK. Marginal leakage of combinations of glass-ionomer and composite resin restorations. *J Clin Dent.* 1996; 7:13-6.
54. Sidhu SK, Henderson LJ. In vitro marginal leakage of cervival composite restorations

- lined with a light-cured glass ionomer. *Oper Dent.* 1992; 17:7-12.
55. Sidhu SK, Watson T F. Resin-modified glass ionomer materials – A status report for the American Journal of Dentistry. *Am J Dent.* 1995; 8: 59-67.
56. Silva FF, Mussel RLO, Sérgio PP, Salgado LP. Microinfiltração em diferentes tipos de cimento de ionômero de vidro. *Rev. Bras. Odont.* , 2000; 57:35-8.
57. Suh BI. Controlling and understanding the polymerization shrinkage – induced stress in light-cured composites. *Compend Continuing Educ Dent.* 1999; 20: 34-41.
58. Susin AH, Oliveira Jr OB, Menezes FCH, Saad JRC. Avaliação comparativa de dois métodos de mensuração linear de camada híbrida em microscopia eletrônica de varredura. *Pesqui Odont Bras.* 2002; 16, supl., p.156. Resumo Pa268.
59. Tate WH, Porter KH, Dosch RO. Successful photocuring: Don't restore without it. *Oper Dent.* 1999; 24: 109-14.
60. Tay FR, Sidhu SK, Watson TF, Pashley DH. Water- dependent interfacial transition zone in resin-modified glass-ionomer cement/dentin interfaces. *J Dent Res.* 2004; 83: 644-9.
61. Titley KC, Smith DC, Chernecky R. SEM observations of the reactions of the components of a light-activated glass polyalkenoate (ionomer) cement on bovine dentine. *J Dent.* 1996; 24: 411-6.
62. Toledano M, Osorio E, Osorio R, Garcia-Godoy F. Microleakage of class V resin modified glass ionomer and compomer restorations. *J Prosthet Dent.* 1999; 81: 610-4.
63. Tolidis K, Nobercourt A, Randall RC. Effect of a resin-modified glass liner on volumetric polymerization shrinkage of various composites. *Dent Mater.* 1998; 14: 417-

- 23.
64. Trushkowsky RD, Gwinnett AJ. Microleakage of Class V composite, resin sandwich, and resin-modified glass ionomers. *Am J Dent.* 1996; 9: 96-9.
65. Unterbrink GL, Muessner R. Influence of light intensity on two restorative systems. *J Dent.* 1995; 23: 183-9.
66. Watts DC, Mc Andrew R, Lloyd CH. Thermal diffusivity of composite restorative materials. *J Dent Res.* 1987; 66:1576-8.
67. Xie B, Dickens SH, Giuseppetti AA. Microtensile bond strength of thermally stressed composite-dentin bonds mediated by one-bottle adhesives. *Am J Dent.* 2002; 15:177-84.
68. Yap AUJ, Soh MS, Siow KS. Post-Gel shrinkage with pulse activation and soft-start polymerization, *Oper Dent.* 2002; 27: 81-7.
69. Yoshida Y, Nagakane K, Fukuda R, Nakayama Y, Okazaki M, Shintani H. et al. Comparative study on adhesive performance of functional monomers. *J Dent Res.* 2004; 83: 454-8.
70. Zanata R L, Palma R G, Navarro MFL. Avaliação in vitro da microinfiltração em cavidades classe V restauradas com diferentes combinações de resina composta e cimento de ionômero de vidro. *Rev Odontol Univ São Paulo.* 1998; 12): 113-19.

ANEXO 1

ANEXO 2

Fotomicrografias ilustrativas dos grupos estudados e medida de fenda de cada amostra.

Tabela A1: Medidas de fendas (μm) no Grupo 1: Dentina /Ionômero de vidro Químico/Adesivo-Resina Composta; (Fotopolimerização convencional).

| Amostra | Local | |
|---------------|-------------|-------------|
| | D/IVQ | IVQ/A-RC |
| 1 | 21,0 | 21,2 |
| 2 | 13,7 | 12,7 |
| 3 | 19,9 | 15,0 |
| 4 | 13,5 | 10,8 |
| 5 | 14,9 | 26,3 |
| 6 | 12,8 | 12,6 |
| 7 | 14,6 | 19,3 |
| 8 | 24,1 | 18,3 |
| 9 | 19,2 | 12,0 |
| 10 | 17,2 | 19,4 |
| Média | 17,1 | 16,8 |
| Desvio padrão | 3,8 | 4,9 |

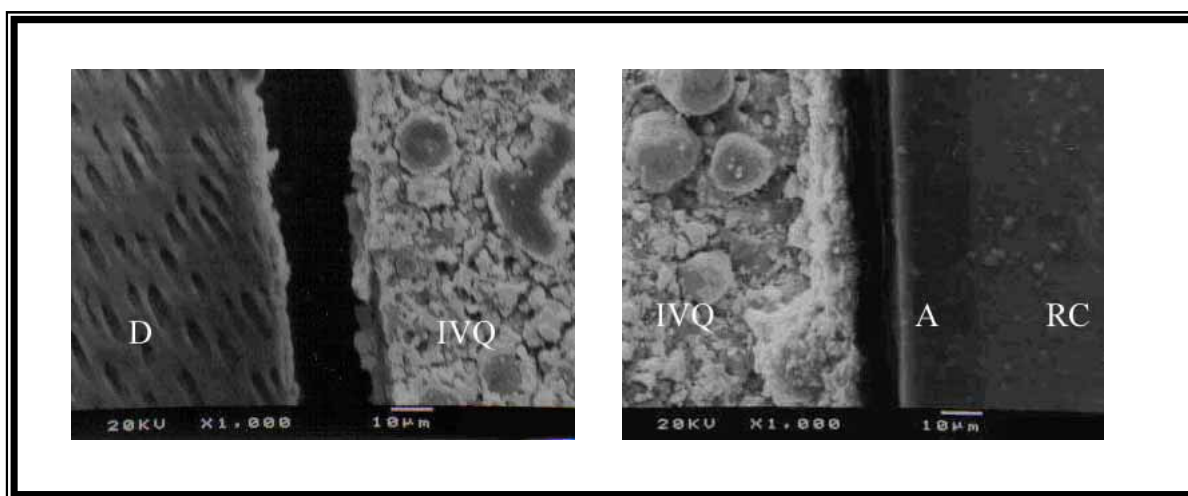


Figura A1. Fotomicrografias de uma amostra do Grupo 1 . Verificação da presença de microfenda na interface dentina (D)/Ionômero de vidro químico (IVQ) e entre a interface

Ionômero de vidro químico (IVQ)/ Adesivo-Resina Composta (A-RC).

Tabela A2: Medidas de fendas (μm) no Grupo 2: Dentina /Ionômero de vidro Químico/Adesivo-Resina Composta; (Técnica de Fotopolimerização gradual).

| Amostra | Local | |
|---------------|------------|------------|
| | D/IVQ | IVQ/A-RC |
| 1 | 5,8 | 3 |
| 2 | 2,0 | 5,07 |
| 3 | 5,8 | 6,37 |
| 4 | 1,27 | 3,3 |
| 5 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 2,8 |
| 7 | 1,8 | 6,0 |
| 8 | 6,4 | 9,7 |
| 9 | 5,0 | 4,03 |
| 10 | 7,0 | 0 |
| Média | 3,4 | 4,0 |
| Desvio padrão | 2,7 | 3,0 |

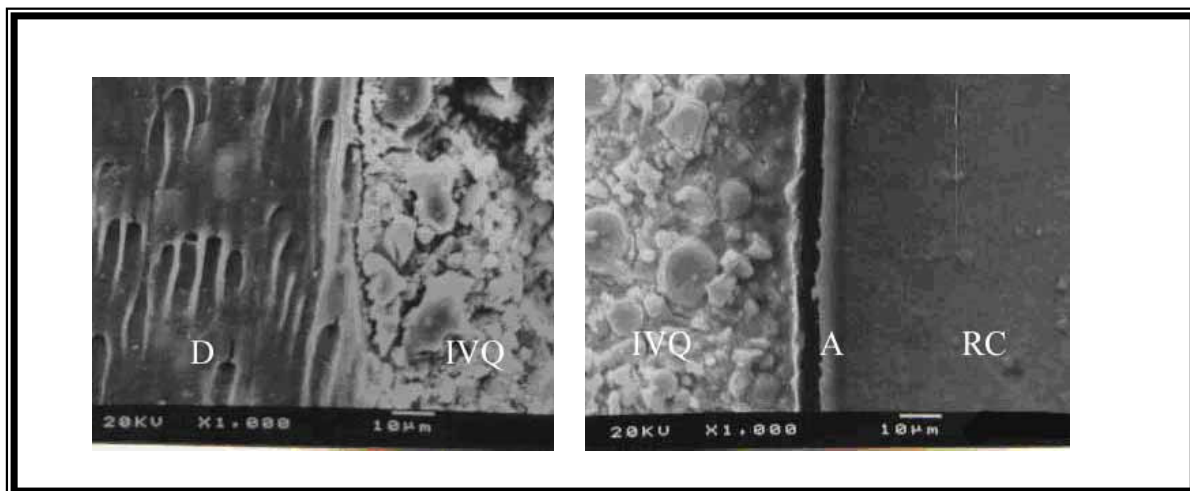


Figura A2. Fotomicrografias de uma amostra do Grupo 2. Verificação da presença de microfenda na interface dentina (D)/Ionômero de vidro químico (IVQ) e entre a interface Ionômero de vidro químico (IVQ)/ Adesivo-Resina Composta (A-RC).

Tabela A3: Medidas de fendas (μm) no Grupo 3: Dentina /Ionômero de vidro Resinoso/Adesivo-Resina Composta; (Técnica de Fotopolimerização Convencional).

| Amostra | Local | |
|---------------|--------------|----------|
| | D/IVR | IVR/A-RC |
| 1 | 18,4 | 0 |
| 2 | 20,4 | 0 |
| 3 | 17,6 | 0 |
| 4 | 20,8 | 0 |
| 5 | 20,9 | 0 |
| 6 | 21,8 | 0 |
| 7 | 19,9 | 0 |
| 8 | 17,1 | 0 |
| 9 | 20,6 | 0 |
| 10 | 17,4 | 0 |
| Média | 19,50 | 0 |
| Desvio padrão | 1,6 | 0 |

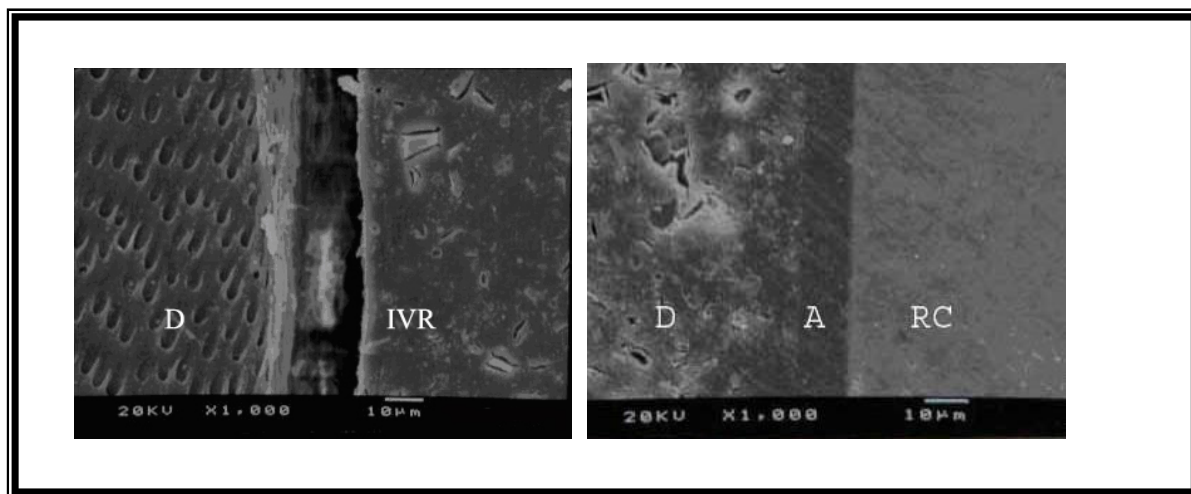


Figura A3. Fotomicrografias de uma amostra do Grupo 3. Verificação da presença de microfenda na interface dentina (D)/Ionômero de vidro resinoso (IVR) e ausência de microfenda na interface Ionômero de vidro resinoso (IVR)/ Adesivo-Resina Composta (A-RC).

Tabela A4: Medidas de fendas (μm) no Grupo 4: Dentina /Ionômero de vidro Resinoso/Adesivo-Resina Composta; (Técnica de Fotopolimerização Gradual).

| Amostra | Local | |
|---------------|------------|----------|
| | D/IVR | IVR/A-RC |
| 1 | 3,0 | 0 |
| 2 | 2,7 | 0 |
| 3 | 0 | 0 |
| 4 | 4,0 | 0 |
| 5 | 5,0 | 0 |
| 6 | 0 | 0 |
| 7 | 5,2 | 0 |
| 8 | 0 | 0 |
| 9 | 5,1 | 0 |
| 10 | 2,8 | 0 |
| Média | 2,7 | 0 |
| Desvio padrão | 2,1 | 0 |

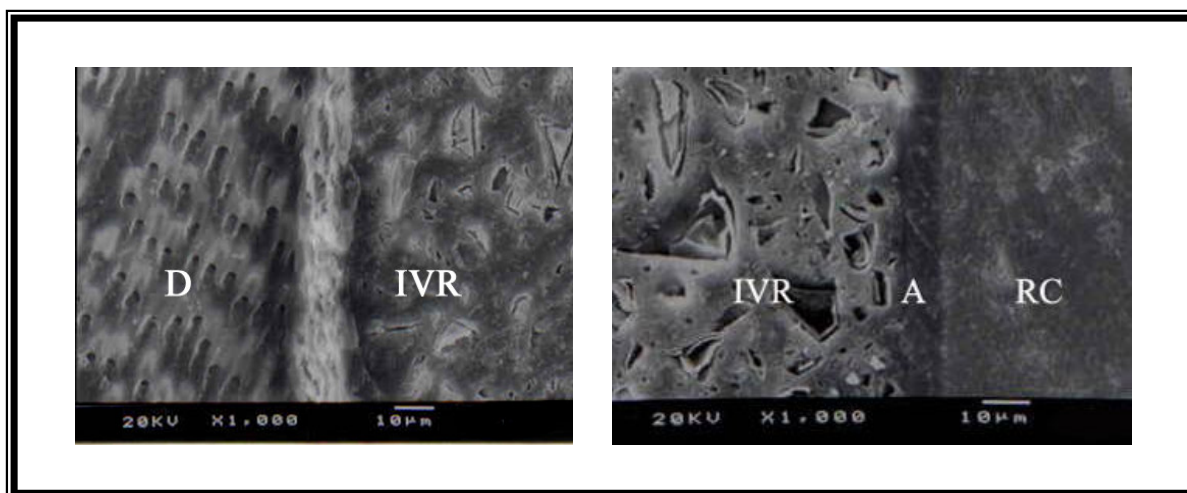


Figura A4. Fotomicrografias de uma amostra do Grupo 4. Verificação da ausência de microfenda na interface dentina (D)/Ionômero de vidro resinoso (IVR) e entre a interface Ionômero de vidro resinoso (IVR)/ Adesivo-Resina Composta (A-RC).

Autorizo a reprodução deste trabalho.
(Direitos de publicação reservado ao autor)
Araraquara, fevereiro de 2007.
NIÉLLI CAETANO DE SOUZA