

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
MESTRADO EM CLÍNICAS ODONTOLÓGICAS
ODONTOPEDIATRIA

MICROMORFOLOGIA E RESISTÊNCIA DA UNIÃO À DENTINA
DECÍDUA TRATADA COM DOIS SISTEMAS ADESIVOS
- ESTUDO *IN VITRO* -

Luciano Casagrande

Orientador: Prof. Dr. Fernando Borba de Araujo

Porto Alegre, agosto de 2003.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
MESTRADO EM CLÍNICAS ODONTOLÓGICAS
ODONTOPEDIATRIA

MICROMORFOLOGIA E RESISTÊNCIA DA UNIÃO À DENTINA
DECÍDUA TRATADA COM DOIS SISTEMAS ADESIVOS
- ESTUDO *IN VITRO* -

Luciano Casagrande

Dissertação apresentada como parte dos requisitos obrigatórios para a obtenção do Título de Mestre em Odontologia, na Área de Concentração Clínica Odontológica – Odontopediatria.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Borba de Araujo

Porto Alegre, agosto de 2003.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	4
AGRADECIMENTOS	5
RESUMO	8
ÍNDICE DE FIGURAS	9
ÍNDICE DE TABELAS	10
ÍNDICE DE QUADROS	10
ÍNDICE DE GRÁFICOS	10
LISTA DE ABREVIATURAS	11
1. ANTECEDENTES E JUSTIFICATIVA	12
2. PROPOSIÇÃO	22
3. MATERIAIS E MÉTODOS	23
3.1. SELEÇÃO DA AMOSTRA	23
3.2. PREPARO DA AMOSTRA	24
3.3. ENSAIO DE RESISTÊNCIA DE UNIÃO	30
3.4 ANÁLISE DOS MODOS DE FRATURA AO MEV	32
3.5. PREPARO DAS INTERFACES PARA ANÁLISE AO MEV	33
4. ANÁLISE DOS RESULTADOS	35
5. RESULTADOS	36
6. DISCUSSÃO	51
7. CONCLUSÕES	68
8. ABSTRACT	69
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70

DEDICATÓRIA

Agradeço e dedico este trabalho...

À minha família, meu pai Agenor Carlos Casagrande, minha mãe Maria Luisa, minhas irmãs Aline e Alessandra, e minha avó Maria Glicéria, que acreditaram nos meus sonhos e souberam me incentivar nos momentos difíceis...

Ao Prof. Dr. Fernando Borba de Araujo, uma pessoa que preenche integralmente o sentido da palavra ORIENTADOR, por sua dedicação, paciência, incentivo, disponibilidade e conhecimentos transmitidos, sem os quais seria impossível a realização deste trabalho. Seu exemplo me faz admirá-lo e tê-lo como referencial de profissionalismo...

A Deus, por estar sempre ao meu lado.

Os momentos mais esplêndidos da vida não são os chamados dias de êxito, e sim aqueles dias em que, saindo do desânimo e desespero, sentirmos erguer-se dentro de nós um desafio à vida, e a promessa de futuras realizações.

Gustavo Flaubert, romancista francês (1821-1888).

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Santa Maria, através da qual tive o privilégio de concluir o curso de graduação, e retornar como docente na Disciplina de Odontopediatria.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul, instituição responsável por minha pós-graduação, onde concluí o curso de extensão, Internato em Odontopediatria e, neste momento, o Curso de Mestrado em Odontologia (Área de concentração: Clínicas Odontológicas – Odontopediatria).

Aos Professores responsáveis por minha iniciação científica: Prof. Paulo Afonso Burmann, Disciplina de Prótese Fixa da UFSM, e Prof. Paulo Capel Cardoso, Disciplina de Materiais Dentários da USP, minha imensa gratidão.

Aos Professores da Disciplina de Odontopediatria da UFSM, agora meus colegas, Ana Paula Mainardi, Marta Oliveira, Leandro Osório e especialmente à Juliana Praetzel, pela oportunidade e incentivo na área de Odontopediatria.

Ao Prof. Pantelis Varvaki Rados, Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da FO-UFRGS, por toda a disponibilidade e conselhos prestados aos mestrandos.

Aos demais professores vinculados ao Programa de Pós-Graduação, pelo incentivo e conhecimentos transmitidos.

À Adriana, secretária do Programa de Pós-graduação, pela atenção e paciência com os mestrandos.

Às pessoas que tive a oportunidade de conviver durante esses três últimos anos, na Disciplina de Odontopediatria da FO-UFRGS:

Em especial à Juliana Sarmiento Barata, exemplo de dedicação, amizade e competência, e por estar sempre disposta a me ajudar durante a realização de trabalhos.

À Profa. Carla Pitoni, pela generosidade, pelo convívio prazeroso e por estar sempre disponível para ajudar nas circunstâncias mais adversas .

Ao Prof. Jorge Michel, por sua amizade e simpatia admirável.

À Profa. Patrícia Wienandts, pela convivência e amizade.

Às minhas colegas do Curso de Mestrado – Odontopediatria, Ana Elisa Bressani e Adriela Mariath, que pela determinação e competência, passei a admirá-las.

Aos colegas do Curso de Especialização: Cassandra, Cláudia, Gisele, Giovana César, Giovana Dornelles, Letícia, Micheli, Simone e, especialmente à Caroline Vargas e ao Ramiro Porto, pelo companheirismo durante esses anos, desde o Curso de Internato ao de Especialização.

Às “meninas do internato”, Daniele, Juliana, Letícia, Livia, Luciana, Marcela e Patrícia, pela disponibilidade e auxílio no atendimento dos pacientes.

À Julcelaine, secretária da Disciplina de Odontopediatria, por ter sido sempre prestativa às nossas solicitações.

A todos os meus colegas do Curso de Mestrado, pela satisfação do convívio nas mais diversas situações. Tenho a certeza que nossos laços de amizade irão muito além do curso.

Ao Prof. Mário Fernando De Góes, professor da Disciplina de Materiais Dentários da UNICAMP – Piracicaba, pelos conhecimentos transmitidos referentes à parte experimental da dissertação, e por disponibilizar os recursos do Laboratório de Materiais Dentários da UNICAMP.

Ao mestrando em Materiais Dentários da UNICAMP, Vinícius Hipólito, por toda a sua ajuda e disponibilidade em acompanhar os testes laboratoriais da dissertação.

Aos Professores Adair S. Busato e João Felipe M. Pacheco, componentes da banca examinadora do projeto de pesquisa deste trabalho, pela valiosa contribuição.

Às funcionárias da biblioteca da Faculdade de Odontologia da FO-UFRGS, especialmente à Sra. Norma Ataíde, e Sra. Eloísa Pfitscher, por toda colaboração durante o Curso de Mestrado.

A Sra. Simone Echeveste, pela ajuda na realização da análise estatística.

À amiga e Profa. Maria Angélica Toaldo Machado, responsável pela revisão ortográfica deste trabalho.

Aos pacientes da Clínica de Odontopediatria durante o Curso de Internato e Mestrado, fundamentais ao meu aprendizado.

À CAPES, pelo apoio financeiro durante a realização do Curso de Mestrado.

À 3M do Brasil, pela doação de parte dos materiais utilizados nesse estudo.

Aos meus colegas de graduação e eternos amigos: Laurício Argenta, Rodolfo Damian e Thiago Ardenghi, os quais tive a satisfação de conviver momentos inesquecíveis.

Aos meus velhos amigos, Cristiano Both, Cristiano Sangoi, Edson Xavier, Fabrício Zanatta, Fernando Siqueira, Gustavo Dotto, Leandro Mann, Philippe Jardim e Renato Noal, pela convivência e paciência que tiveram comigo durante todos esses anos.

A todos que indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

MINHA IMENSA GRATIDÃO E MEUS SINCEROS AGRADECIMENTOS!

RESUMO

O objetivo deste estudo *in vitro* foi avaliar a interação de dois sistemas adesivos (Scotchbond Multi-Purpose - 3M; Clearfil SE Bond - Kuraray) aplicados à dentina de dentes decíduos, através do ensaio de resistência da união à microtração, e da análise da micromorfologia da interface adesiva. Foram confeccionadas duas cavidades ocluso-proximais padronizadas (tipo *slot* vertical) na mesial e distal de dezoito molares decíduos hígidos. Cada um dos sistemas adesivos foi aplicado em uma das cavidades do mesmo dente. As cavidades foram restauradas com resina composta (Filtek Z 250 – 3M) pela técnica incremental, sendo cada camada fotopolimerizada por 20 s, utilizando uma fonte de luz visível (XL 2500 - 3M). Os dentes foram armazenados por uma semana em água destilada a 4° C e seccionados no sentido vestibulo-lingual para análise isolada de cada restauração. Cada uma destas foi seccionada em fatias de 0,7 mm de espessura e, em seguida, efetuou-se uma constrição (1 mm) na região da interface de união (parede axial) para obtenção de uma área adesiva com aproximadamente 0,7 mm². Os corpos-de-prova foram fixados isoladamente em um dispositivo conectado em uma máquina de ensaio universal (Instron – modelo 4411) e submetidos à tração com velocidade de 0,5 mm/min. As superfícies das secções fraturadas foram avaliadas ao MEV (Jeol –5600 LV) e categorizadas em relação aos padrões de fratura ocorridos. Adicionalmente, superfícies planas contendo a interface de união foram preparadas com lixas de carbureto de silício (granulação 1000) e polimento com pastas de diamante (6, 3, 1 e 0,25 µm). Após desidratação em sílica coloidal em temperatura ambiente por 24 h, as superfícies foram cobertas com liga de ouro e, a micromorfologia da união formada na parede axial das restaurações ocluso-proximais, analisadas ao MEV (Jeol –5600 LV). Os resultados do ensaio de resistência de união foram submetidos à análise estatística utilizando o teste *t* de *student* em nível de 5% de significância, e os tipos de fraturas e os aspectos micromorfológicos da interface adesiva submetidos à avaliação descritiva. ***Os valores médios de resistência de união dos adesivos Scotchbond Multi-Purpose (21,84±9,90 MPa) e Clearfil SE Bond (25,19±5,33 MPa) não apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre si (p=0,27). A análise do tipo de fratura revelou uma maior quantidade de falhas na região de dentina desmineralizada (G1: SMP) e na porção superior da camada híbrida (G2: CSE). A interface de união, em ambos os grupos, foi caracterizada pela formação da camada híbrida, projeção de prolongamentos resinosos adaptados à dentina e com direcionamento relacionado à disposição dos túbulos dentinários na área da cavidade avaliada.***

Unitermos: adesão, decíduos, autocondicionantes

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1	Desenho esquemático representando as restaurações ocluso-proximais, utilizando diferentes sistemas adesivos testados no estudo.	25
FIGURA 2	Conjunto, dispositivo metálico/corpo de prova adaptado à base do microscópio óptico.	25
FIGURA 3	Preparos ocluso-proximais tipo <i>slots</i> verticais.	26
FIGURA 4	Materiais utilizados no grupo 1: ácido fosfórico a 10% (acigel - SS White), sistema adesivo (Scotchbond Multi-Purpose - 3M) e resina composta (Filtek Z 250 - 3M).	26
FIGURA 5	Materiais utilizados no grupo 2: sistema adesivo autocondicionante (Clearfil SE Bond - Kuraray) e resina composta (Filtek Z 250 - 3M).	26
FIGURA 6	Espécimes fraturados metalizados em <i>stubs</i> para análise do tipo de fratura ao MEV.	32
FIGURA 7	Diagrama esquemático representando a interface de união compósito/dentina. Categorização dos tipos de falha.	33
FIGURAS 8 e 9	Aspecto micromorfológico do padrão de fratura (G1-E1) após ensaio de resistência à microtração. Nota-se região de túbulos dentinários sem a presença de prolongamentos resinosos (A), e dentina aparentemente livre de material restaurador (B); zona de camada híbrida com presença de <i>tags</i> resinosos (TR), caracterizando falha na dentina desmineralizada e na camada híbrida (tipo IV).	40
FIGURAS 10a e 10b	Padrão micromorfológico (1000X) de ambos os lados das superfícies fraturadas ao ensaio de microtração (G1-E2) ilustrando região de túbulos dentinários sem remanescentes de compósito, caracterizando falha na dentina desmineralizada (tipo III).	40
FIGURAS 11a, 11b e 11c	Aspecto micromorfológico (2500X) do padrão de fratura (G1-E3) após ensaio de resistência de união à microtração. Nota-se a ocorrência de <i>tags</i> de compósito (A) na secção correspondente ao material restaurador e região de túbulos dentinários preenchidos com prolongamentos resinosos (B) na secção dentinária. Observa-se a presença de ranhuras diagonais (C) provenientes do preparo cavitário pela utilização de uma ponta diamantada, caracterizando falha na região de camada híbrida (tipo II).	41
FIGURA 12a	Micromorfologia (70X) da secção fraturada (G1-E4) onde evidencia-se a presença de sistema adesivo e resina composta, caracterizando falha coesiva do material restaurador (tipo I).	42
FIGURA 12b	Mesma secção fraturada (G1-E4) vista em maior aumento (200X). Observam-se zonas de resina composta (A) e sistema adesivo (B).	42
FIGURAS 13a, 13b e 13c	Aspecto micromorfológico (140X) das superfícies fraturadas (G1-E5) ao ensaio de microtração. Observa-se a presença de sistema adesivo (A) e dentina (B), caracterizando falha mista do material restaurador/dentina desmineralizada (tipo IV).	43
FIGURA 14a	Fotomicrografia (100X) da secção fraturada (G2-E1) ao ensaio de união à microtração. Observa-se a presença de sistema adesivo (A) e resina composta (B), caracterizando falha coesiva do material restaurador (tipo I).	44
FIGURA 14b	Microscopia em maior aumento (650X).	44

FIGURAS 15a, 15b e 15c	Fotomicrografias (3500X) das secções fraturadas (G2-E3) ao ensaio de união à microtração. Nota-se a presença de <i>tags</i> de compósito (A) na secção correspondente ao material restaurador e região de túbulos dentinários preenchidos com prolongamentos resinosos (B) na secção dentinária homóloga. Observa-se a ocorrência de ranhuras diagonais (C) provenientes do preparo cavitário pela utilização de uma ponta diamantada, caracterizando falha na região de camada híbrida (tipo II).	45
FIGURAS 16a, 16b e 16c	Aspecto micromorfológico em menor aumento (1000X) das secções fraturadas (G2-E3) ao ensaio de união à microtração, apresentando falha na camada híbrida (tipo II) predominante no grupo 2.	46
FIGURA 17a	Fotomicroscopia (1500X) representativa da interface de união formada entre dentina/sistema adesivo Scotchbond Multi-Purpose – 3M (G1). Nota-se a íntima relação do material restaurador com a dentina e presença de <i>tags</i> resinosos (TR) e ocorrência da camada híbrida (CH).	47
FIGURA 17b	Detalhe da fotomicroscopia (fig.17a) em maior aumento (5000X).	48
FIGURA 18	Fotomicrografia (2500X) representativa da interface de união formada entre dentina/sistema adesivo Clearfil SE Bond – Kuraray (G2). Observa-se a adaptação do material restaurador ao tecido dentinário com ocorrência de <i>tags</i> resinosos (TR) e presença da camada híbrida (CH). Visualizam-se as partículas de carga (PC) da resina composta Z 250 – 3M (RC) e uma camada uniforme do sistema adesivo (SA).	49
FIGURA 19	Aspecto micromorfológico da união compósito/dentina (3000X) encontrada no grupo 2 (Clearfil SE Bond - Kuraray). (RC – resina composta, SA – sistema adesivo, CH – camada híbrida, TR – <i>tags</i> resinosos).	50

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1	Distribuição das restaurações e unidades experimentais entre os grupos.	35
TABELA 2	Resultados do teste de comparações de médias <i>t-student</i> para os grupos estudados.	36
TABELA 3	Valores de resistência em Mega Pascal (MPa) obtidos no ensaio de resistência à microtração do sistema adesivo Scotchbond Multi-Purpose (G1: SMP) aplicado à dentina de dentes decíduos e tipos de falhas dos espécimes analisados ao MEV.	37
TABELA 4	Valores em Mega Pascal (MPa) obtidos no ensaio da resistência da união à microtração do sistema adesivo Clearfil SE Bond (G2: CSE) aplicado à dentina de dentes decíduos e tipos de falhas dos espécimes analisados ao MEV.	38
TABELA 5	Tipo de falha X Grupo.	39

ÍNDICE DE QUADROS

QUADRO 1	Composição dos sistemas adesivos utilizados no estudo	27
QUADRO 2	Descrição da resina composta utilizada neste estudo	27

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1	Valores médios de resistência de união (Mpa) nos grupos 1 e 2.	36
GRÁFICO 2	Distribuição dos tipos de falhas (%) entre os grupos 1 e 2.	39

LISTA DE ABREVIATURAS

Bis-GMA: Bisfenol-glicidil metacrilato.

Bis-EMA: Bisfenol-polietileno-diéter-dimetacrilato.

CA: Condicionamento ácido.

CSE: Clearfil SE Bond - Kuraray Co Osaka-Japan.

CH: Camada híbrida.

CQ: Canforoquinona.

et al.: Colaboradores.

E: Espécime.

h: Horas.

HEMA: 2 hidroxietil metacrilato.

Kgf/cm²: Quilograma força por centímetro quadrado.

L.: Comprimento da parte ativa expressa em milímetro.

MDP: 10-metacriloxidecil di-hidrogênio fosfato.

MEV/SEM: Microscopia eletrônica de varredura/scanning electron microscope.

MET: Microscopia eletrônica de transmissão

mm: Milímetro.

mm²: Milímetro quadrado.

mm/min: Milímetro por minuto.

µm: Micrometros.

MPa: megapascal.

mW/cm²: miliwatts por centímetro quadrado; unidade de medição de intensidade de luz.

PD: Ponta diamantada.

PENTA: Monofosfato de dipentaeritritol pentacrilato.

s: Segundos.

R: Resistência de união em MPa.

RC: Resina composta.

SA: Sistema adesivo.

SMP: Scotchbond Multi-Purpose - 3M Dental Products MN-USA.

TR: Tags resinosos.

UDMA: Uretano dimetacrilato.

°C: Graus Celsius

1. ANTECEDENTES E JUSTIFICATIVA

Com o atual conhecimento dos fatores responsáveis pelo início e desenvolvimento da doença cárie e a evolução de seus métodos de diagnóstico, é possível identificar os sinais clínicos da mesma em seus estágios mais precoces, preservando, assim, o substrato dental de uma possível intervenção invasiva. A necessidade de tratamento da doença cárie não está mais exclusivamente vinculada ao procedimento cirúrgico restaurador, como se acreditava anteriormente (ARAUJO; BARATA, 2003).

Evidências científicas pertinentes à área da cariologia demonstram que é possível paralisar lesões cáries em seus mais variados níveis, mesmo quando cavidades, sejam em esmalte ou em dentina. A decisão pela necessidade de intervenção invasiva deve estar pautada em um minucioso diagnóstico, sustentado pela anamnese e pelos exames clínico e radiográfico (CARVALHO; MALTZ, 2003).

Sabe-se que os dentes decíduos exercem um papel relevante no desenvolvimento do sistema estomatognático, justificando-se, dessa forma, mantê-los até a época de esfoliação fisiológica. Apesar de todos os recursos disponíveis para a prevenção ou tratamento não invasivo da doença cárie nos seus estágios mais precoces, em muitas situações o grau de comprometimento dentário é tão significativo, que a intervenção restauradora invasiva torna-se indispensável.

Muito tem sido feito para se desenvolver um material restaurador ideal, com nível de desgaste compatível com o da estrutura dental, desprovido de contração volumétrica e manchamento superficial e que vede hermeticamente a interface dente-restauração. Contudo, ainda não existe um material que restabeleça integralmente a estrutura dental perdida.

A técnica do condicionamento ácido da superfície do esmalte sugerida por Buonocore (1955) possibilitou a ampliação dos horizontes da odontologia restauradora, proporcionando novas opções de planejamento e oportunizando abordagens menos invasivas.

A antiga concepção dos preparos cavitários, preconizada por Black (1908), valorizava a resistência do material restaurador ao invés da preservação da estrutura dental sadia. Atualmente os preparos cavitários se restringem a remover o tecido cariado sem a necessidade de criar retenções adicionais para melhorar o desempenho clínico do material. Dessa forma, os “preparos adesivos” não possuem apenas uma finalidade mecânica, mas essencialmente biológica, pois permitem uma abordagem menos invasiva em lesões cariosas, além de limitar a penetração bacteriana pelo selamento marginal das restaurações.

Entretanto, as primeiras tentativas de unir as restaurações com o substrato dental, principalmente o dentinário, fracassaram. Na tentativa de simplificar o procedimento restaurador adesivo, Fusayama et al. (1979) sugeriram condicionar esmalte e dentina simultaneamente. Porém o condicionamento ácido total inicialmente não alcançou o sucesso esperado em virtude das dificuldades em se obter uma união estável à dentina, pois os sistemas adesivos disponíveis na época não possuíam monômeros com radicais hidrofílicos, compatíveis com a umidade do tecido dentinário.

Uma outra estratégia proposta seria manter inalterada a camada composta de detritos orgânicos e inorgânicos (lama dentinária), resultante do corte e/ou desgaste da estrutura dentária, mas os resultados dessa técnica revelaram valores muito baixos de resistência de união com o substrato dentário (TRIOLO; SWIFT Jr, 1992). Isso ocorria porque esses materiais estabeleciam uma limitada união com lama dentinária sem

atingir a dentina subjacente (GWINNETT, 1993).

Segundo Gwinnett e Yu (1995), a compreensão e promoção das interações entre os biomateriais e um substrato baseiam-se no conhecimento da composição e das características comportamentais e morfológicas deste substrato.

O esmalte dental é considerado um tecido inerte composto predominantemente por cristais de apatita (96%) e pouca quantidade de proteína (3%) e água (1%). O mecanismo de adesão ao esmalte é consequência da retenção micromecânica criada em sua superfície pelo condicionamento ácido e subsequente penetração e polimerização dos monômeros entre os espaços interprismáticos, formando *tags* de resina (GWINNETT; MATSUI, 1967). A interação dos materiais restauradores adesivos com o esmalte tem-se mostrado consistente e estável com o passar do tempo, ao contrário do substrato dentinário, devido a suas características diferenciadas.

A dentina, por sua vez, pode ser considerada como a fase mineralizada do complexo dentino-pulpar. Constitui-se de aproximadamente 70% de substância inorgânica, 20% de substância orgânica e 10% de água (peso). Porém, em função da mineralização progressiva da dentina, essa composição tende a variar com o passar do tempo devido a estímulos fisiológicos ou patológicos. Segundo Ten Cate (1988), os dois substratos (polpa e dentina) são embriológica, histológica e funcionalmente duas fases de um mesmo tecido.

Mjor e Fejerskov (1990) definiram a dentina como um tecido conjuntivo mineralizado e avascular, recoberto por esmalte na porção coronária e cimento na porção radicular. O odontoblasto é a célula responsável pela formação da dentina e apresenta um prolongamento citoplasmático que permanece no interior do tecido dentinário durante a sua mineralização, determinando a característica tubular e porosa

da dentina, relacionada com a sensibilidade frente a estímulos térmicos e mecânicos.

Por muito tempo, o grande desafio da odontologia restauradora adesiva foi alcançar, na dentina, níveis de união semelhantes aos observados no esmalte. A dificuldade em se obter adesão ao substrato dentinário é atribuída à presença de túbulos dentinários, aos prolongamentos odontoblásticos, além da umidade que dificulta a impregnação dos monômeros adesivos na trama de fibras colágenas (GWINNETT e YU, 1995).

Geralmente a superfície dentinária resultante do preparo cavitário é coberta com uma camada que adere fracamente à dentina intacta subjacente. O condicionamento do tecido dentinário com substâncias ácidas envolve a remoção ou a modificação da *smear layer* (lama dentinária) para permitir a difusão de monômeros hidrofílicos através dela e para o interior da dentina subjacente, criando uma estrutura mista composta de substrato dental e material restaurador, que foi primeiramente determinada por Nakabayashi, Kojima e Masuhara, em 1982.

A hibridização da dentina é um processo que cria, em termos moleculares, uma mistura de polímeros adesivos e tecidos dentais duros que não está localizada na superfície, mas é criada no interior do substrato, sendo considerada como uma forma de união mecânica, no sentido de que polímeros ficam embricados com fibras colágenas. As propriedades químicas e físicas dessa zona são muito diferentes daquelas da estrutura original dos dentes, porque foi parcialmente desmineralizada e infiltrada com resina. Atualmente, a hibridização do substrato dental tem sido identificada como um mecanismo básico de união, observado em estudos de micromorfologia da camada híbrida (NAKABAYASHI; PASHLEY, 1998b).

A técnica da adesão úmida (*wet bonding*) tem sido amplamente utilizada para alcançar níveis adequados de união dos materiais restauradores adesivos com o substrato dentinário. Contudo, existem duas situações importantes a serem observadas e que têm repercussões diretas nos valores adesão.

Na técnica onde se utilizam agentes de união convencionais (que fazem uso do condicionamento ácido em etapa prévia à aplicação do sistema adesivo) existe uma dificuldade de padronizar a umidade ideal do tecido dentinário para procedimentos adesivos. Isto porque a cavidade deve ser lavada para a remoção do condicionador e, a partir daí, a maneira pela qual é removido o excesso de umidade constitui uma variável importante na qualidade adesiva das restaurações (GÓES; PACHANE; GARCIA-GODOY, 1997). Se permanecer uma quantidade muito grande de umidade no tecido dentinário o sistema adesivo terá dificuldade de interagir com a dentina, pois praticamente será dissolvido em meio aquoso, fenômeno denominado de *over wet* (TAY; GWINNETT; WEI, 1996). Por outro lado, se ocorrer uma desidratação demasiada do substrato dentinário, as fibras colágenas do interior da dentina, que foi desmineralizada pela ação do condicionamento ácido, colabam dificultando a difusão do sistema adesivo nessa região.

Recentes desenvolvimentos em relação aos monômeros funcionais nos sistemas adesivos têm melhorado a qualidade das estruturas de união dentina/resina. Entretanto, a presença de uma zona de dentina desmineralizada na interface adesiva tem sido reportada em estudos de microscopia eletrônica de varredura (NAKABAYASHI; TAKARADA, 1992; HASHIMOTO et al., 2000^a).

A região desmineralizada de dentina dentro das estruturas adesivas é criada pela incompleta difusão dos monômeros adesivos na trama de fibras colágenas após o

condicionamento ácido. Tem sido demonstrado que o grau de infiltração do sistema adesivo na zona de colágeno exposta tem uma significativa influência na integridade da região de união (SANO et al., 1994^a; HASHIMOTO et al., 2000b). Adicionalmente, a deflexão de fibras colágenas dentro da zona de dentina desmineralizada foi observada em superfícies dentinárias fraturadas após um determinado período de tempo em ambiente oral (HASHIMOTO et al., 2000^a).

Alguns estudos observaram que, aumentando o tempo de condicionamento ácido, a fratura ocorre na zona de dentina desmineralizada quando os espécimes são submetidos ao ensaio de resistência à microtração. Isso significa que um excessivo condicionamento ácido provoca uma profunda desmineralização da dentina peritubular e intertubular, que não é completamente preenchida pelo sistema adesivo. Pesquisas sugerem que a falha inicie provavelmente nesta região mais frágil (local de propagação da tensão/fratura), repercutindo no decréscimo da resistência de união (NAKABAYASHI; WATANABE; ARAO, 1998; HASHIMOTO et al., 2000b).

Uma etapa considerada crítica durante os procedimentos restauradores adesivos é a manutenção das dimensões dos espaços entre as fibras colágenas após o condicionamento ácido (NAKAJIMA; TAGAMI; PASHLEY, 1999). Têm-se observado mudanças dimensionais na matriz dentinária desmineralizada durante os procedimentos adesivos (NAKAOKI et al., 2000; NAKAJIMA et al., 2002).

Na dentina que foi descalcificada pela ação do condicionamento ácido, a água preenche os espaços anteriormente ocupados pelos cristais de hidroxiapatita e preserva os espaços interfibrilares (trama de fibras colágenas). Esses espaços constituem canais para a difusão e aumentam o potencial de retenção mecânica após infiltração e subsequente polimerização dos monômeros adesivos (VAN MEERBEEK et

al., 1997). Se a água que substitui a fase mineral entre as fibras colágenas é evaporada antes da difusão dos monômeros na dentina desmineralizada, ocorre o colapso das fibras, resultando no decréscimo dos espaços interfibrilares, diminuição da permeabilidade aos monômeros adesivos (PASHLEY et al., 2000) e, conseqüentemente, redução da resistência adesiva (GWINNETT, 1994; TAY et al., 2000c).

Idealmente, os solventes utilizados para carrear os monômeros adesivos através da dentina desmineralizada deveriam manter os espaços entre as fibras colágenas (PASHLEY et al., 2001).

Uma tática empregada mais recentemente para prevenir o colapso da dentina desmineralizada é a utilização de monômeros ácidos para agir através da lama dentinária até a dentina subjacente e evitar o enxágüe da superfície condicionada. Isso previne a perda de massa dentinária e solubiliza cristais de apatita ao redor das fibrilas de colágeno, permitindo a infiltração do monômero adesivo.

Nessa nova situação, um monômero ácido é incorporado ao *primer* e atua como um agente autocondicionador, difundindo-se pela desmineralização através da lama dentinária até atingir a dentina subjacente, reduzindo, dessa maneira, as discrepâncias entre a profundidade de desmineralização/penetração de monômeros adesivos. Adicionalmente, tem-se a simplificação das etapas necessárias para a execução das técnicas adesivas, o que contribui positivamente para a diminuição do tempo clínico e, principalmente, da sensibilidade técnica (LOPES et al., 2002). A lama dentinária passa a ser utilizada como um substrato incorporado no processo de união (TAY et al., 2000b).

A utilização dos sistemas adesivos associados às resinas compostas tem-se

tornado freqüente na clínica infantil, tanto para restaurações de dentes decíduos, quanto para permanentes jovens. Porém, ainda são poucas as informações científicas pertinentes à adesão ao substrato dental decíduo, principalmente relacionado à utilização de sistemas adesivos autocondicionantes.

Agostini, Kaaden e Powers (2001) avaliaram a resistência adesiva à microtração de três sistemas adesivos autocondicionantes em esmalte e dentina de dentes decíduos, comparando os resultados com um sistema que preconizava o condicionamento ácido previamente à aplicação do adesivo. Observou-se que os materiais testados aderiram eficientemente ao esmalte de dentes decíduos, porém apenas o sistema autocondicionante Clearfil SE Bond (Kuraray) alcançou valores adequados de resistência na dentina decídua.

A micromorfologia da interface adesiva formada em dentes decíduos e permanentes a partir da utilização de um sistema adesivo autocondicionante foi avaliada através da microscopia eletrônica de varredura (TELLES; MACHADO; NÖR, 2001). Adicionalmente, outros dois sistemas, um de frasco único e outro indicado para utilização com cimento de ionômero de vidro também foram comparados. O sistema adesivo autocondicionante Prompt-L-Pop (ESPE) falhou em produzir interfaces consistentemente seladas na dentina de dentes decíduos e permanentes, quando utilizado com resina composta ou compômero.

Torres et al. (2001) avaliaram *in vitro* a resistência de união à tração proporcionada por três sistemas adesivos (Exite – Vivadent, Single Bond – 3M, Prompt L-Pop – Espe) associados à resina composta (Filtek Z100 – 3M) em esmalte e dentina de dentes decíduos. A análise dos resultados revelou uma maior resistência de união para o esmalte do que para a dentina nos diferentes sistemas adesivos testados, porém

essa diferença não foi estatisticamente significativa. No substrato dentinário, o sistema adesivo Prompt L-Pop (Espe) apresentou os menores valores de resistência à união, ao passo que o sistema adesivo Exite (Vivadent) foi o que proporcionou os melhores valores, tanto em esmalte, quanto em dentina.

Contudo, a maioria dos estudos encontrados na literatura em relação ao substrato decíduo refere-se a materiais que não estão mais disponíveis no mercado. Adiciona-se a isso a falta de padronização das metodologias, o que muitas vezes dificulta a interpretação e comparação dos resultados obtidos em testes de adesão.

Situação inversa é observada em relação ao substrato dental permanente. Inúmeras pesquisas são publicadas com as gerações mais recentes de materiais restauradores adesivos, todavia não se pode utilizá-los como parâmetro para fazer extrapolações ao substrato decíduo.

Diferenças entre dentes decíduos e permanentes foram observadas em estudos de resistência de união (SALAMA; TAO, 1991; BORDIN-AYKROYD; SEFTON; DAVIES, 1992; JUMLONGRAS; WHITE, 1997; EL KALLA; GARCÍA GODOY, 1998; BURROW; NOPNAKEEPONG; PHRUKKANON, 2002).

Segundo Sumikawa et al. (1999), os dentes decíduos apresentam os túbulos dentinários com maior diâmetro em relação aos permanentes, promovendo, durante o condicionamento ácido, um aumento no lúmen tubular e reduzindo a quantidade de dentina intertubular disponível para os procedimentos adesivos. A presença de microcanais e a possibilidade de os mesmos estarem em grande prevalência nos dentes decíduos, reduziriam os valores de resistência adesiva.

Além disso, evidências científicas demonstraram as diferenças morfológicas e estruturais entre dentina de dentes decíduos e permanentes. Foi observado valor de microdureza superior para a dentina de dentes permanentes (JOHNSEN, 1988), assim como maiores concentrações de cálcio e fósforo, tanto na dentina intertubular, como na peritubular (HIRAYAMA, 1996).

Nör et al. (1996) compararam através da microscopia eletrônica de varredura a interface resina-dentina em dentes decíduos e permanentes. Diferenças significativas entre esses dentes foram observadas na espessura da camada híbrida, sugerindo uma maior reatividade dos dentes decíduos frente ao condicionamento ácido. Essa situação pareceu ser mais intensa nos dentes decíduos, causando uma desmineralização mais profunda na dentina intertubular, o que poderia estar relacionado com os resultados inferiores de resistência de união, quando comparado com dentes permanentes, observados em pesquisas anteriores. Outros estudos de microscopia eletrônica de varredura também confirmaram essas diferenças de interface adesiva entre decíduos e permanentes, tanto em dentina (OLMEZ et al., 1998), quanto em esmalte (SHIMADA et al., 2002).

Levando-se em consideração que ainda são limitadas as informações relacionadas à utilização de sistemas adesivos de última geração em dentes decíduos, o presente estudo tem por finalidade avaliar a resistência de união proporcionada por dois sistemas adesivos – um autocondicionante e um com condicionamento ácido prévio – em dentina de dentes decíduos, além de descrever a micromorfologia da interface de união através da microscopia eletrônica de varredura.

2. PROPOSIÇÃO

Diante do exposto, os objetivos do presente estudo são:

- Avaliar *in vitro* a resistência da união da interface de restaurações ocluso-proximais de resina composta à dentina de molares decíduos, quando utilizados dois sistemas adesivos;
- Determinar o aspecto micromorfológico da região de falha após o ensaio de microtração, utilizando a microscopia eletrônica de varredura (MEV);
- Descrever a micromorfologia da interface dente-restauração adesiva utilizando a microscopia eletrônica da varredura (MEV).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Seleção da amostra

Este estudo foi apreciado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – FO-UFRGS, Porto Alegre-RS.

Foram selecionados dezoito (18) molares decíduos hígidos (primeiros e segundos; superiores e inferiores) em fase adiantada de rizólise fisiológica, de pacientes entre 10 a 12 anos de idade, de ambos os sexos, que estiveram em atendimento no ambulatório da Disciplina de Odontopediatria da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Após a esfoliação, os dentes foram examinados com lente de aumento (2,5x de magnificação) a fim de excluir aqueles com hipoplasias ou com lesões de cárie. Anteriormente à utilização no estudo, os dentes foram limpos em água corrente e submetidos à profilaxia com água e pedra pomes, sendo posteriormente imersos em água destilada a 4°C, e conservados nestas condições até o início dos procedimentos restauradores. O período de permanência dos dentes em água destilada não foi superior a três (03) meses.

3.2. Preparo da amostra

A região correspondente à área de reabsorção radicular dos molares decíduos foi preenchida internamente com incrementos de resina composta (Filtek Z 250 - 3M), após o condicionamento ácido (ácido fosfórico a 10% - Acigel - SS White) e aplicação do sistema adesivo (Scotchbond Multi-Purpose - 3M). Esse procedimento foi realizado com o objetivo de reproduzir a porção radicular reabsorvida e permitir a inclusão do dente em um anel de P.V.C (20 mm de diâmetro e 20 mm de altura, Tigre SA – Tubos e Conexões, Joenville – SC – Brasil) contendo gesso, para posterior preparo e restauração das cavidades.

3.2.1. Preparo cavitário

Foram preparadas cavidades ocluso-proximais tipo *slots* verticais com o auxílio de uma ponta diamantada cilíndrica de extremidade plana nº 2094, I.S.O. 018, L 4 mm (KG - Sorensen), fixada a uma caneta de alta rotação sob refrigeração ar/água. Cada dente recebeu dois preparos cavitários ocluso-proximais (ocluso-mesial/ocluso-distal), sendo cada cavidade restaurada com um dos sistemas adesivos avaliados (figura 1).

Os preparos cavitários foram padronizados através da utilização de um dispositivo metálico com haste articulada regulável, no qual apoiasse a turbina de alta rotação, disponível na Disciplina de Dentística Restauradora da FO-UFRGS, Porto Alegre - RS. Os dentes foram fixados em uma base de gesso e o conjunto, dispositivo metálico/base de gesso com o dente, adaptado à estrutura de um microscópio óptico, de forma que a ponta diamantada ficasse em uma posição perpendicular em relação à face oclusal (figura 2). Através dos parafusos macro e micrométricos da base do

microscópio óptico, foi obtida a padronização (figura 3) das dimensões da cavidade (3mm no sentido vestibulo-lingual, 2mm proximo-axial, estando o limite cervical do preparo posicionado a 1mm aquém da junção cimento-esmalte). Os preparos não tiveram os ângulos internos arredondados, nem foi confeccionado o biselamento do ângulo cavo-superficial.

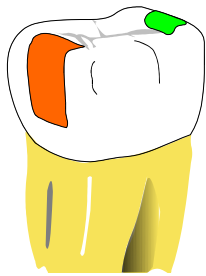


FIGURA 1. Desenho esquemático representando as restaurações ocluso-proximais, utilizando diferentes sistemas adesivos testados no estudo.

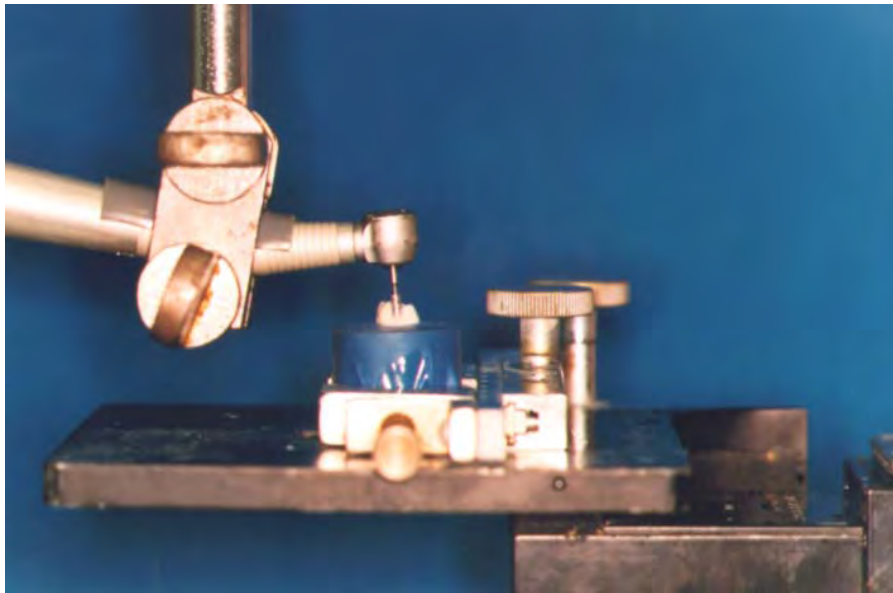


FIGURA 2. Conjunto, dispositivo metálico/corpo de prova adaptado à base do microscópio óptico.



FIGURA 3. Preparos ocluso-proximais tipo *slots* verticais.

3.2.2. Procedimento restaurador

Para realização deste estudo foram selecionados uma resina composta e dois sistemas adesivos (figuras 4 e 5). Os respectivos fabricantes, composições, e lotes dos sistemas adesivos e resina composta estão descritos nos quadros 1 e 2.



FIGURA 4. Materiais utilizados no grupo 1: ácido fosfórico a 10% (acigel - SS White), sistema adesivo (Scotchbond Multi-Purpose - 3M) e resina composta (Filtek Z 250 - 3M).



FIGURA 5. Materiais utilizados no grupo 2: sistema adesivo autocondicionante (Clearfil SE Bond - Kuraray) e resina composta (Filtek Z 250 - 3M).

Quadro 1. Fabricante, composição e lote dos sistemas adesivos utilizados no estudo.

SISTEMA ADESIVO	FABRICANTE	COMPOSIÇÃO		LOTE
		Primer	Adesivo	
Scotchbond Multi-Purpose (SMP)	3M Dental Products St. Paul, MN-USA	HEMA	Bis-GMA, HEMA	Primer – 3008 Adesivo – 7543
Clearfil SE Bond (CSE)	Kuraray Co Osaka-Japan	MDP, HEMA, dimetacrilato hidrofílico, CQ, N,N dietanol p toluidina, água	MDP, Bis-GMA, HEMA, dimetacrilato hidrofílico N,N_dietanol p toluidina, sílica coloidal silanizada.	Primer – 185A Adesivo – 176A

Quadro 2. Descrição da resina composta utilizada neste estudo.

COMPÓSITO	COMPOSIÇÃO	FABRICANTE
Filtek Z250 (A2)	Bis-GMA; Bis-EMA; UDMA; Carga inorgânica – Zircônia/Sílica (60% em volume).	3M Dental Products, St. Paul, MN-USA Lote: 1370A2

Os preparos cavitários foram aleatoriamente divididos em dois grupos, conforme o sistema adesivo utilizado, a saber:

Grupo 1

No grupo 1, foi utilizado o sistema adesivo Scotchbond Multi-Purpose (3M - Dental Products, St. Paul, MN) de acordo com o seguinte protocolo:

- Condicionamento ácido das superfícies de esmalte (15 s) e dentina (7 s) com ácido fosfórico a 10% (Acigel - SS White);

- Lavagem por 15 segundos com *spray* de ar/água até a completa remoção do condicionamento ácido e subsequente remoção dos excessos de água com penços de algodão auto-clavados, deixando os tecidos com um aspecto umedecido (TAY; GWINNETT; WEI, 1996; GÓES; PACHANE; GARCIA-GODOY, 1997);
- Colocação da matriz metálica (AutoMatrix-Caulk/Dentsply, Milford, EUA) adaptada ao dente e, conseqüentemente, à parede cervical do preparo com auxílio de godiva de baixa fusão. A seleção das matrizes foi feita utilizando-se o tamanho pequeno-regular para os primeiros molares decíduos e o médio-regular para os segundos molares decíduos;
- Aplicação do sistema adesivo Scotchbond Multi-Purpose (3M), de acordo com as recomendações do fabricante, iniciando pela aplicação do *primer* durante 20 segundos em esmalte e dentina, com auxílio de um pincel descartável;
- Aplicação do Adesivo do sistema Scotchbond Multi-Purpose (3M) em esmalte e dentina com auxílio de um pincel descartável, com subsequente fotopolimerização por 20 segundos, com intensidade de polimerização de aproximadamente 500 mW/cm², utilizando o aparelho fotopolimerizador XL 2500 - 3M (intensidade de luz previamente aferida por um radiômetro - Curing Radiometer – Demetron Re. Corp.).

Grupo 2

O sistema adesivo autocondicionante Clearfil SE Bond (Kuraray Co Osaka-Japan) foi empregado seguindo a técnica abaixo discriminada:

- Colocação da matriz metálica (AutoMatrix-Caulk/Dentsply, Milford, EUA) adaptada ao dente e, conseqüentemente, à parede cervical do preparo com auxílio de godiva de baixa fusão;
- Aplicação do *primer* autocondicionante do sistema adesivo Clearfil SE Bond (Kuraray) sobre a superfície de esmalte e dentina por 20 segundos com auxílio de um pincel descartável, com subseqüente evaporação dos solventes pela utilização de jatos de ar;
- Aplicação do Adesivo do sistema Clearfil SE Bond (Kuraray) sobre a superfície do esmalte e dentina, com um pincel descartável e imediata fotopolimerização por 10 segundos, com intensidade de luz de 500mW/cm² (fotopolimerizador XL 2500 - 3M), com intensidade de luz previamente aferida (Curing Radiometer – Demetron Re. Corp.).

Obs: Ao ser concluída a etapa restauradora de uma das cavidades ocluso-proximais, esta foi protegida por um papel alumínio, a fim de padronizar a quantidade de energia de luz fotopolimerizadora incidida sobre as restaurações.

Foi utilizada a técnica estratificada para a inserção do material restaurador Filtek Z 250 (3M), sendo que cada camada não excedeu dois milímetros (2 mm). A resina composta foi aplicada iniciando com incremento horizontal na parede gengival do preparo e subseqüente inserção vertical de incrementos nas paredes vestibular e lingual/palatina. Cada incremento foi fotopolimerizado por 20 segundos com uma intensidade de luz de 500 mW/cm² (ponteira do fotopolimerizador encostada no dente), previamente aferida por um radiômetro (Curing Radiometer – Demetron Re. Corp.).

Durante a inserção da resina composta procurou-se reproduzir a anatomia dentária com o auxílio de uma espátula (Cosmedent IPCT – Short Bladed Extra-Thin),

evitando a utilização de instrumentos rotatórios (pontas diamantadas ou brocas multilaminadas) no acabamento final da restauração, o que poderia comprometer a interface de união dente/material restaurador. Ao término das restaurações, a matriz foi removida e o acabamento proximal foi efetuado com sistema de polimento Sof-lex Pop-On (3M).

No final da etapa restauradora, cada restauração ocluso-proximal foi identificada, conforme o grupo correspondente (G1; G2), pela face vestibular dos dentes através da utilização de uma ponta diamantada esférica (n. 1011, KG - Sorensen).

3.3. Ensaio da resistência da união (resistência a microtração)

Os procedimentos de preparo da amostra, referentes ao ensaio de resistência de união e a utilização da microscopia eletrônica de varredura, foram executados na Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Disciplina de Materiais Dentários, Universidade de Campinas (UNICAMP - Piracicaba, SP).

Os dentes foram seccionados no sentido vestibulo-lingual, para a separação das restaurações ocluso-proximais, com um disco diamantado dupla face (EXTEC corp.) de 0,3 mm de espessura e 102 mm de diâmetro, sob lubrificação de água, em uma máquina de corte (SBT - SOUTH BAY TECHNOLOGY inc.) a uma velocidade constante (200 rpm).

Com a finalidade de facilitar o suporte e a adaptação dos espécimes na máquina de ensaio para o teste de resistência adesiva, foi feita a aplicação de resina composta em ambos os lados (proximal e central) de cada “hemi” coroa (CA; SA; RC). Cada restauração proximal foi acoplada a uma máquina de corte (SBT - SOUTH BAY TECHNOLOGY inc.) em que se efetuou o seccionamento no sentido próximo-axial

(disco diamantado dupla face de 0,3 mm de espessura) em fatias de aproximadamente 0,7 mm (perpendicular à interface adesiva e paralelo à face oclusal), obtendo em média, duas lâminas contendo a interface adesiva por restauração ocluso-proximal. Metade dos espécimes obtidos nos dois grupos foram preparados para o estudo piloto.

Para o teste de microtração foi confeccionada na interface adesiva uma constrição, em forma de ampulheta, de aproximadamente um milímetro (1,0 mm) de diâmetro (aferida com paquímetro digital – STARPETT 727, ISO 9002), com a ponta diamantada n. 3122 FF (KG – Sorensen). A área resultante da secção na interface adesiva foi de aproximadamente 0.7 mm², obtida pela multiplicação da espessura do espécime (0,7 mm) pela largura da constrição (1,0 mm). Os espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C por 24 h.

Para a realização do teste de resistência de união à microtração, um espécime de cada grupo foi sorteado, em seqüência, e então submetido ao ensaio.

O ensaio de resistência de união foi realizado na interface (compósito-dentina) da parede axial das restaurações ocluso-proximais. Os espécimes foram fixados isoladamente em um dispositivo conectado em uma máquina de ensaio universal (Instron 4411 testing machine-Instron Corp., Canton, MA 02021-1089 – USA) através de suas extremidades, utilizando uma cola líquida de cianoacrilato (Super Bonder – Loctite®) e *spray* catalizador (ZAPIT – Dental Ventures of America), de forma que a interface adesiva ficasse paralela ao vão formado pelas duas extremidades da parte móvel da máquina de ensaio.

O conjunto foi submetido a uma tensão (célula de carga de 5 N) e velocidade constante (0,5 mm/min) até a fratura. Os valores de força obtidos na ruptura dos

corpos-de-prova (em quilograma força – kgf) foram registrados e expressos em megapascal (MPa) pelo seguinte cálculo:

$$\text{MPa} = \frac{\text{Força (kgf)} \times 0,098}{\text{Área (cm}^2\text{)}}$$

sendo:

- ✓ área em cm^2 = área do corpo-de-prova em mm^2 dividido por 100.
- ✓ valor em kgf/cm^2 = valor da resistência em kgf dividido por cm^2 .
- ✓ valor da resistência em MPa = valor obtido em kgf/cm^2 multiplicado por 0,098.

3.4. Análise dos modos de fratura ao MEV

Após o ensaio de resistência de união à microtração, as porções fraturadas de todos os espécimes foram armazenadas em temperatura ambiente por 24 horas em recipientes contendo sílica coloidal para desidratação. Na seqüência, os espécimes foram fixados sobre *stubs* de latão, com auxílio de fita de carbono dupla face (#77816, Electron Microscopy Sciences, Washington 19034 – USA) e, então, cobertos com ouro pelo processo de metalização (figura 6), a 52mA por 186s, para análise do padrão de fratura ao microscópio eletrônico de varredura (JEOL 5600 LV, Tokyo, Japan), regulado para 15kV, com distância de trabalho (Work Distance = WD) de 36 mm, *spotsize* de 25.



FIGURA 6. Espécimes fraturados metalizados em *stubs* para análise do tipo de fratura ao MEV.

Procurou-se determinar a zona mais frágil da união entre dentina-material restaurador. Os modos de fratura foram categorizados (adaptado de Hashimoto et al., 2002) em quatro diferentes tipos: falha no sistema adesivo ou resina composta (tipo I), falha na camada híbrida (tipo II), falha na dentina desmineralizada (tipo III), ou falha mista (tipo IV), caracterizada pela ocorrência da combinação entre os demais tipos de falha (figura 7).

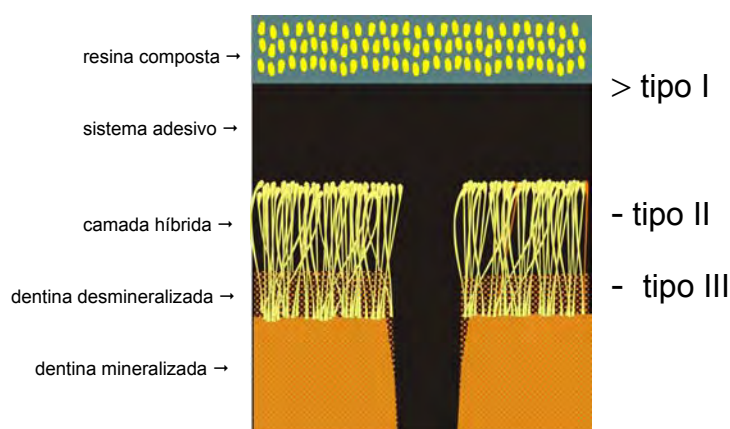


FIGURA 7. Diagrama esquemático representando a interface de união compósito/dentina. Categorização dos tipos de falha.

3.5. Preparo das interfaces para análise ao MEV

Cinco (05) espécimes por grupo foram preparados para avaliar ao MEV a morfologia da interface de união formada.

Cada superfície plana recebeu acabamento com lixas de carbureto de silício (granulação 1000) e polimento em feltros com pastas diamantadas (BUEHLER - METADI II) com partículas de granulação com tamanho decrescente (6, 3, 1 e 0,25 μm). Entre as diferentes granulações, os espécimes foram submetidos ao banho de

ultrassom (USC 1400, Unique Ind. e Co. de Produtos Eletrônicos Ltda, São Paulo – S.P. – Brasil) por dez minutos. Na seqüência, os espécimes foram imersos por cinco segundos em solução de ácido fosfórico 50% volume/volume (Proderma farmácia de manipulação Ltda, Piracicaba – São Paulo – Brasil), lavados com água destilada e submergidos por 15 minutos em solução de hipoclorito de sódio a 10% (Proderma farmácia de manipulação Ltda, Piracicaba – São Paulo – Brasil) para a remoção da matéria orgânica (colágeno).

Após o processo de desidratação em recipientes contendo sílica coloidal por 24 horas, os espécimes foram fixados sobre *stubs* de latão com auxílio de fita carbono dupla face (#77816, Electron Microscopy Sciences, Washington 19034 – USA) e submetidos ao processo de metalização (Balzers - SCD 050 sputter coater, Balzers Union Aktiengesellschaft, Fürstentum Liechtenstein, FL-9496 - Germany). A interface formada entre material restaurador/dentina foi analisada ao microscópio eletrônico de varredura (JEOL 5600 LV, Tokyo, Japan).

A avaliação qualitativa da interface de união foi baseada na análise em relação à presença/ausência de *gaps*, formação de camada híbrida e prolongamentos resinosos.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Das 36 restaurações ocluso-proximais confeccionadas (18 para cada grupo), obtiveram-se 26 unidades experimentais (espécimes) para o teste de resistência da união à microtração, 11 para o grupo do sistema adesivo Scotchbond Multi-Purpose - 3M, e 15 para o sistema adesivo Clearfil SE Bond – Kuraray (tabela 1).

TABELA 1. Distribuição das restaurações e unidades experimentais entre os grupos, Porto Alegre – RS, 2003.

<i>Grupo</i>	<i>restaurações</i>	<i>unidades experimentais</i>	<i>Tipo de material</i>
G1	18	11	SMP
G2	18	15	CSE

Os valores de resistência à fratura dos espécimes de ambos os grupos submetidos ao ensaio de resistência da união (microtração) foram tratados estatisticamente utilizando o teste “t” de *student*.

Os modos de fratura dos espécimes foram observados ao microscópio eletrônico de varredura e classificados descritivamente em quatro categorias distintas, sendo expressos em percentual. A micromorfologia da interface dentina/restauração adesiva também foi avaliada descritivamente.

5. RESULTADOS

Os resultados do ensaio de resistência de união foram submetidos à análise estatística utilizando o teste “t” de *student* em nível de 5% de significância, com o objetivo de comparar duas médias provenientes de dois grupos independentes (tabela 2).

TABELA 2. Resultado do teste *t-student* da comparação das médias entre os grupos estudados, Porto Alegre – RS, 2003.

Grupo	<i>n</i>	Média	Desvio-Padrão	<i>p</i>
SMP	11	21,84 Mpa	9,90 Mpa	0,27 (ns)
CSE	15	25,19 Mpa	5,33 Mpa	

Através dos resultados do teste “t” de *student*, verificou-se que não houve diferenças significativas entre as médias obtidas para os grupos estudados.

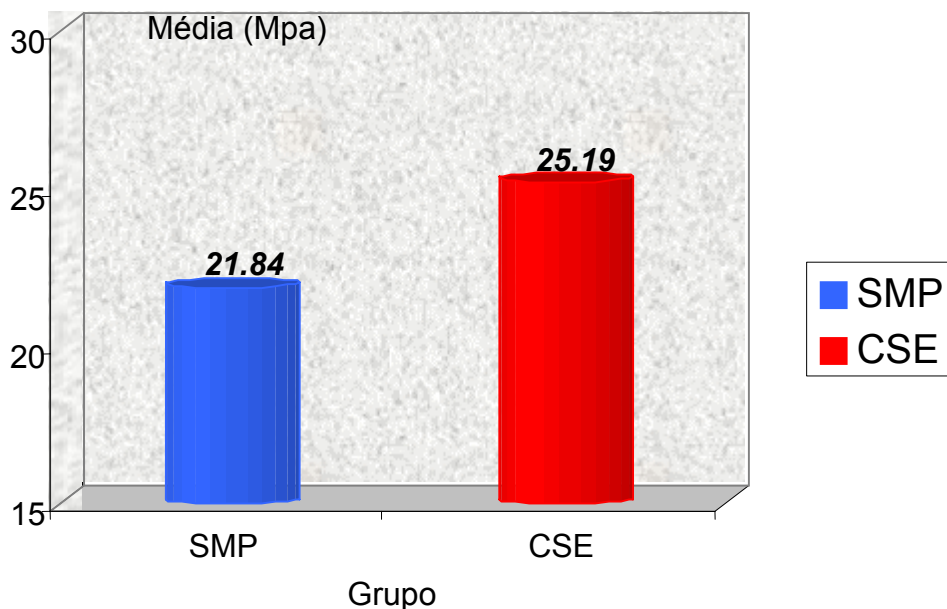


GRÁFICO 1. Valores médios de resistência de união (MPa) nos grupos 1 e 2.

TABELA 3. Valores de resistência em Mega Pascal (MPa) obtidos no ensaio de resistência à microtração do sistema adesivo Scotchbond Multi-Purpose (G1: SMP) aplicado à dentina de dentes decíduos e tipos de falhas dos espécimes analisados ao MEV, Porto Alegre – RS, 2003.

G1- SMP	MPa	Tipo de Falha
E1	15.34	Tipo IV (DD/CH)
E2	13.22	Tipo III (DD)
E3	29.65	Tipo II (CH)
E4	46.07	Tipo I (SA/RC)
E5	27.1	Tipo IV (DD/SA)
E6	11.17	Tipo III (DD)
E7	23.76	Tipo II (CH)
E8	16.94	Tipo III (DD)
E9	21.61	Tipo II (CH)
E10	20.1	Tipo II (CH)
E11	15.26	Tipo III (DD)

Legenda:

E = espécime
 SA = sistema adesivo
 RC = resina composta
 CH = camada híbrida
 DD = dentina desmineralizada

TABELA 4. Valores em Mega Pascal (MPa) obtidos no ensaio da resistência da união à microtração do sistema adesivo Clearfil SE Bond (G2: CSE) aplicado à dentina de dentes decíduos e tipos de falhas dos espécimes analisados ao MEV, Porto Alegre – RS, 2003.

G2- CSE	MPa	Tipo de Falha
E1	17.38	Tipo I (SA/RC)
E2	24.39	Tipo I (SA/RC)
E3	26.44	Tipo II(CH)
E4	21.77	Tipo II (CH)
E5	34.06	Tipo II (CH)
E6	19.98	Tipo I (SA/RC)
E7	24.34	Tipo II (CH)
E8	32.24	Tipo II (CH)
E9	31.96	Tipo II (CH)
E10	32.32	Tipo II (CH)
E11	26.23	Tipo I (SA/RC)
E12	22.39	Tipo II (CH)
E13	23.29	Tipo II (CH)
E14	23.22	Tipo II (CH)
E15	17.88	Tipo I (SA/RC)

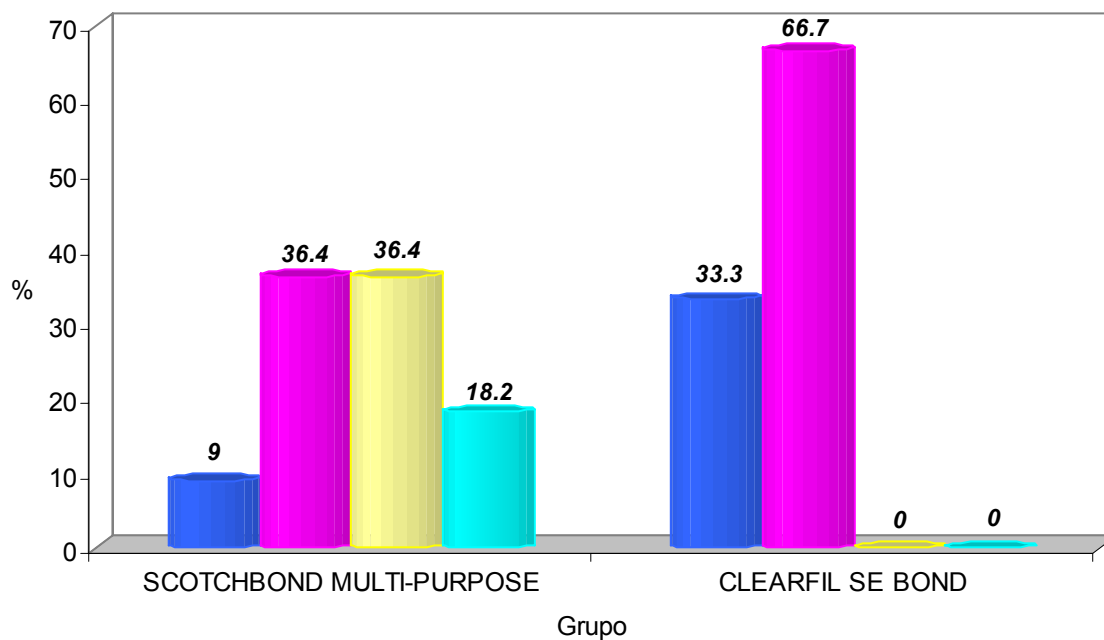
Legenda:

E = espécime
 SA = sistema adesivo
 RC = resina composta
 CH = camada híbrida
 DD = dentina desmineralizada

A tabela 5 e o gráfico 2 mostram a distribuição dos tipos de falha nos dois grupos testados.

TABELA 5. Tipo de falha X Grupo, Porto Alegre – RS, 2003.

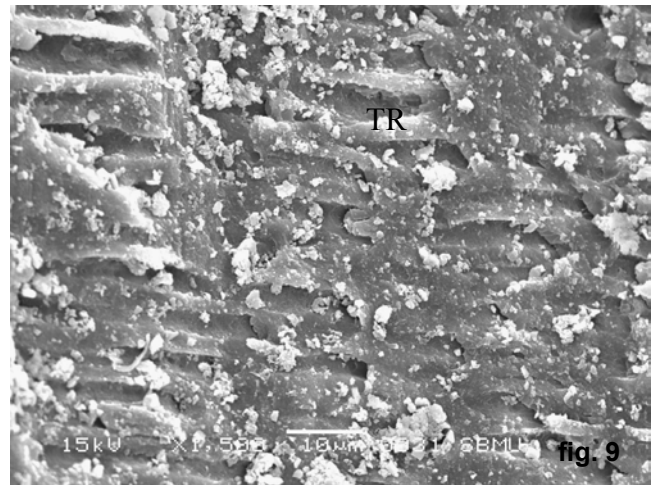
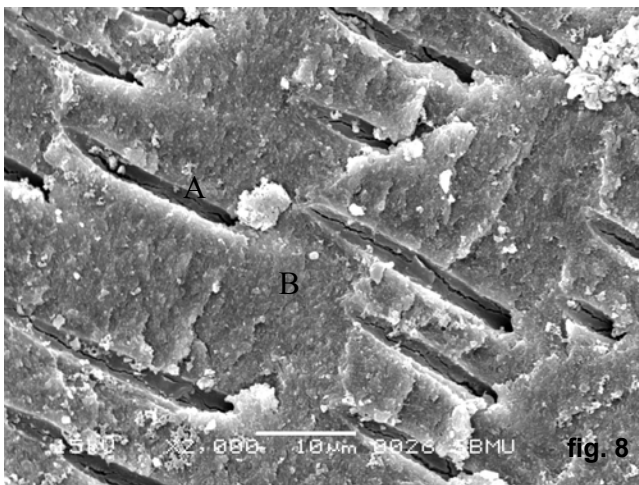
Tipo de Falha	Grupo		Total
	SMP	CSE	
Sistema adesivo ou resina composta - tipo (I)	1 (9,0%)	5 (33,3%)	6
Camada híbrida - tipo (II)	4 (36,4%)	10 (66,7%)	14
Dentina desmineralizada - tipo (III)	4 (36,4%)	-	4
Mista tipo - tipo (IV)	2 (18,2%)	-	2
Total	11	15	26



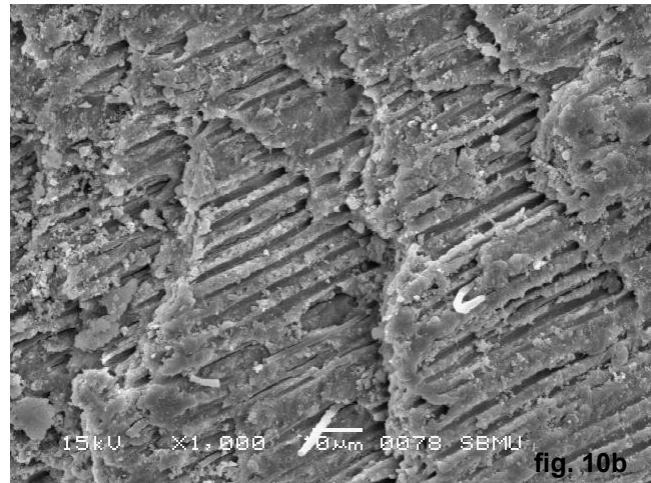
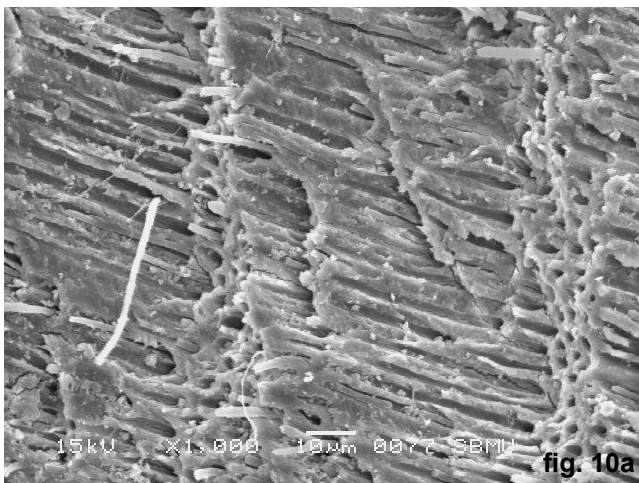
■ Sistema adesivo ou resina composta ■ Camada híbrida ■ Dentina desmineralizada ■ Mista

GRÁFICO 2. Distribuição dos tipos de falhas (%) entre os grupos 1 e 2.

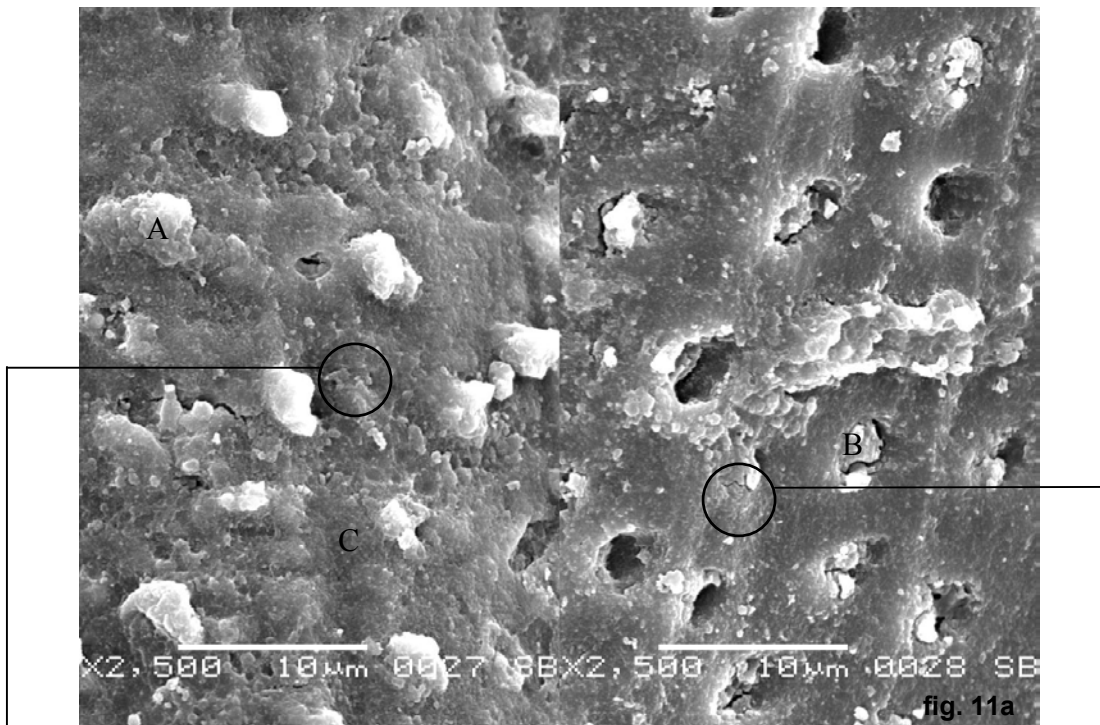
As figuras 8 a 16c. ilustram os padrões de falha encontrados em cada grupo testado.



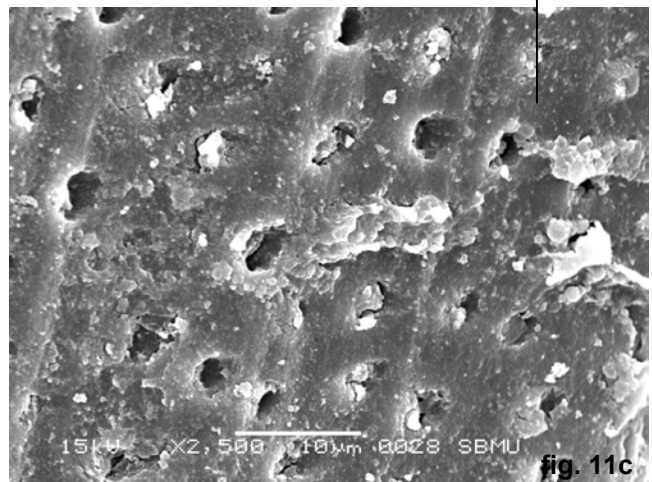
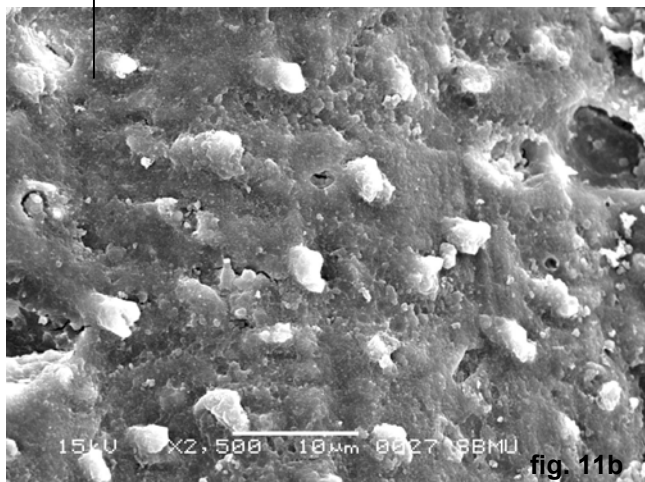
FIGURAS 8 e 9. Aspecto micromorfológico do padrão de fratura (G1-E1) após ensaio de resistência à microtração. Nota-se região de túbulos dentinários sem a presença de prolongamentos resinosos (A), e dentina aparentemente livre de material restaurador (B); zona de camada híbrida com presença de *tags* resinosos (TR), caracterizando falha na dentina desmineralizada e na camada híbrida (tipo IV).



FIGURAS 10a e 10b. Padrão micromorfológico (1000X) de ambos os lados das superfícies fraturadas ao ensaio de microtração (G1-E2) ilustrando região de túbulos dentinários sem remanescentes de compósito, caracterizando falha na dentina desmineralizada (tipo III).



FIGURAS 11a, 11b e 11c. Aspecto micromorfológico (2500X) do padrão de fratura (G1-E3) após ensaio de resistência de união à microtração. Nota-se a ocorrência de *tags* de compósito (A) na secção correspondente ao material restaurador e região de túbulos dentinários preenchidos com prolongamentos resinosos (B) na secção dentinária. Observa-se a presença de ranhuras diagonais (C) provenientes do preparo cavitário pela utilização de uma ponta diamantada, caracterizando falha na região de camada híbrida (tipo II).



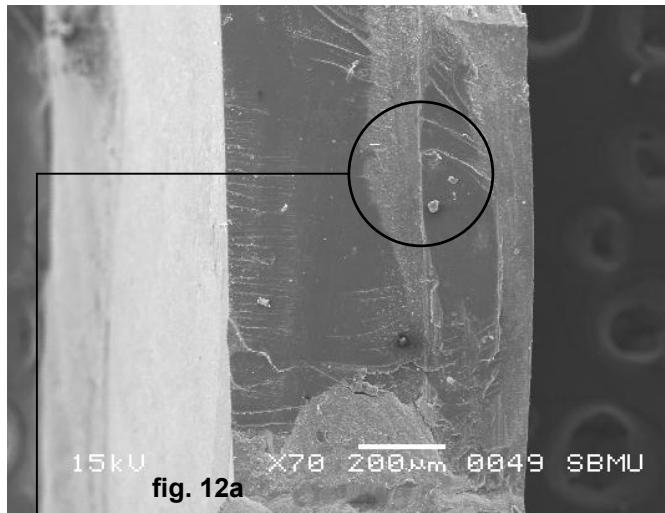


FIGURA 12a. Micromorfologia (70X) da secção fraturada (G1-E4) onde evidencia-se a presença de sistema adesivo e resina composta, caracterizando falha coesiva do material restaurador (tipo I).

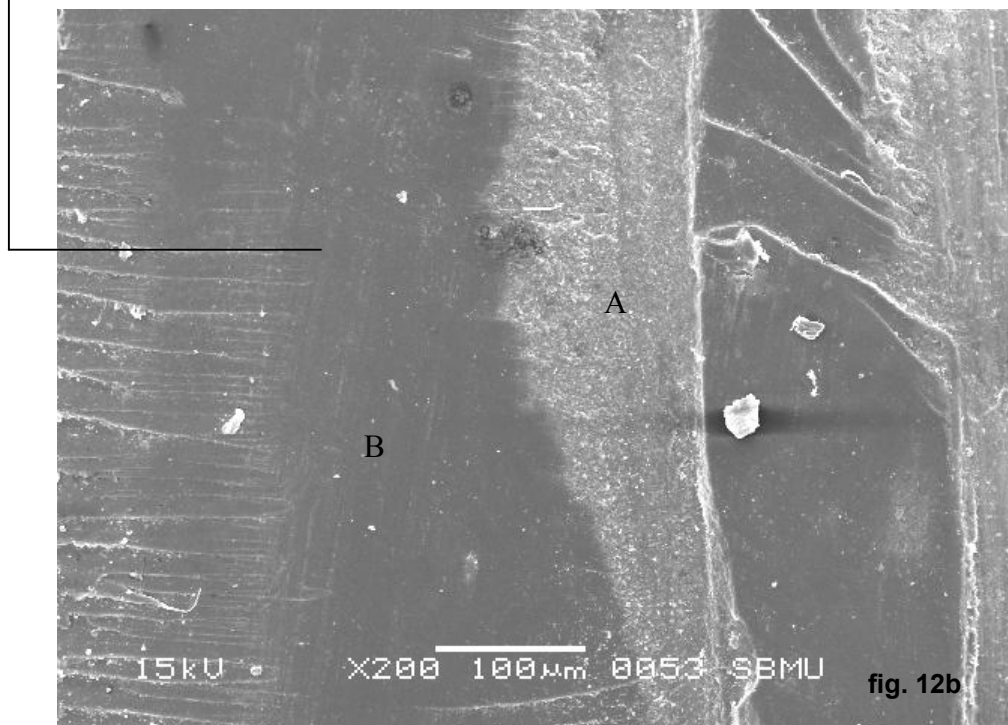
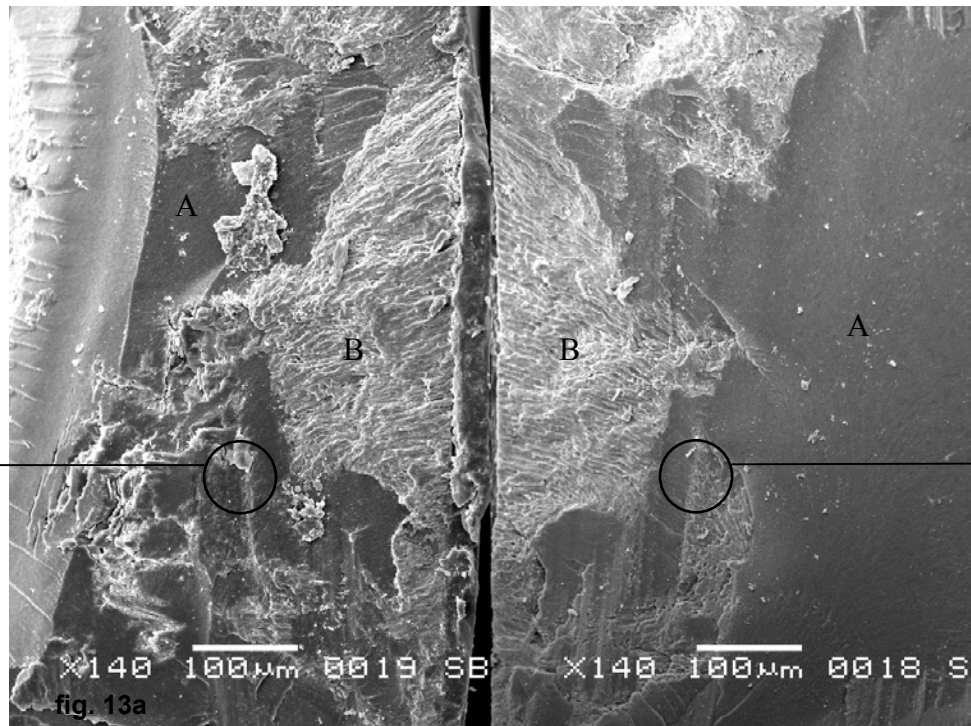
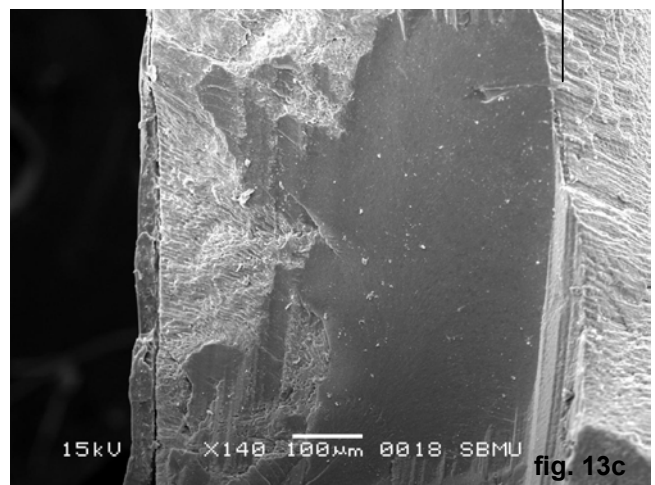
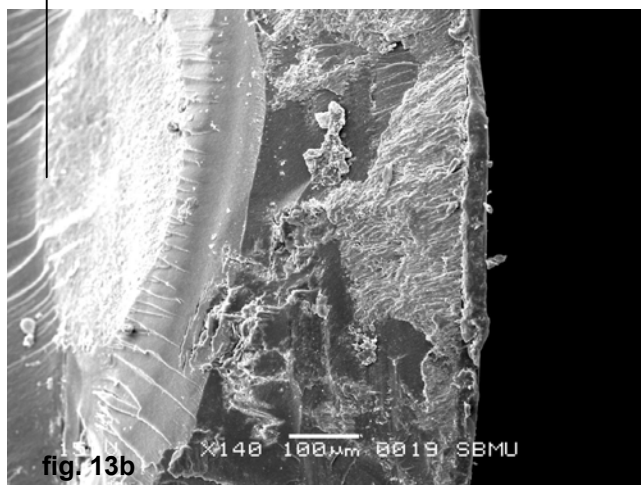


FIGURA 12b. Mesma secção fraturada (G1-E4) vista em maior aumento (200X). Observam-se zonas de resina composta (A) e sistema adesivo (B).



FIGURAS 13a, 13b e 13c. Aspecto micromorfológico (140X) das superfícies fraturadas (G1-E5) ao ensaio de microtração. Observa-se a presença de sistema adesivo (A) e dentina (B), caracterizando falha mista do material restaurador/dentina desmineralizada (tipo IV).



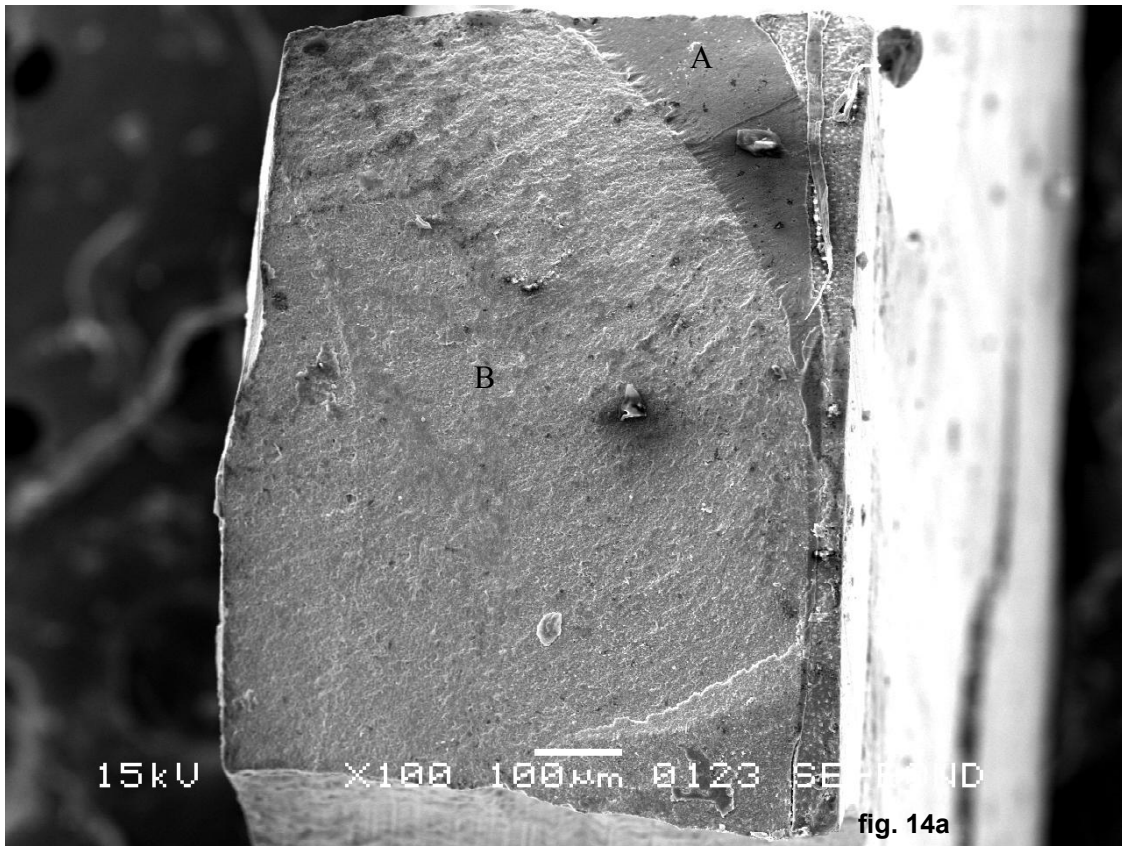


FIGURA 14a. Fotomicrografia (100X) da secção fraturada (G2-E1) ao ensaio de união à microtração. Observa-se a presença de sistema adesivo (A) e resina composta (B), caracterizando falha coesiva do material restaurador (tipo I).

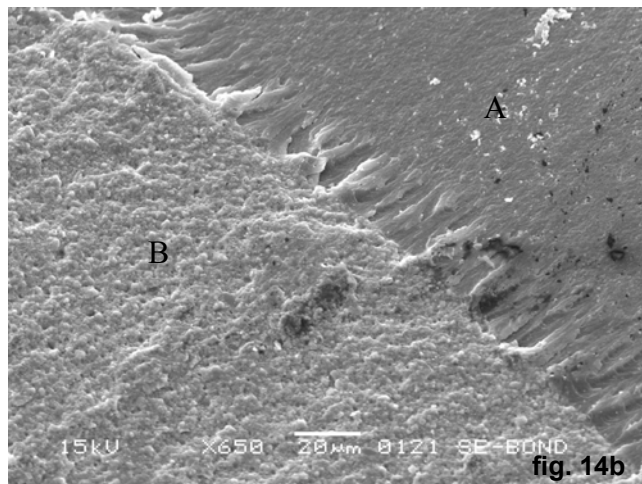
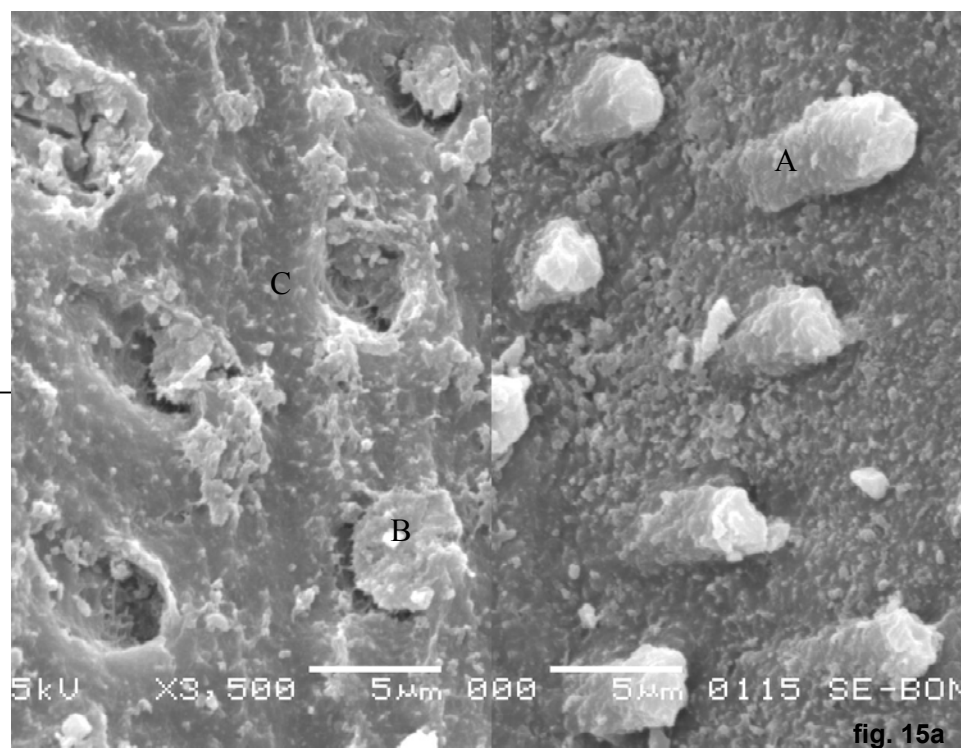
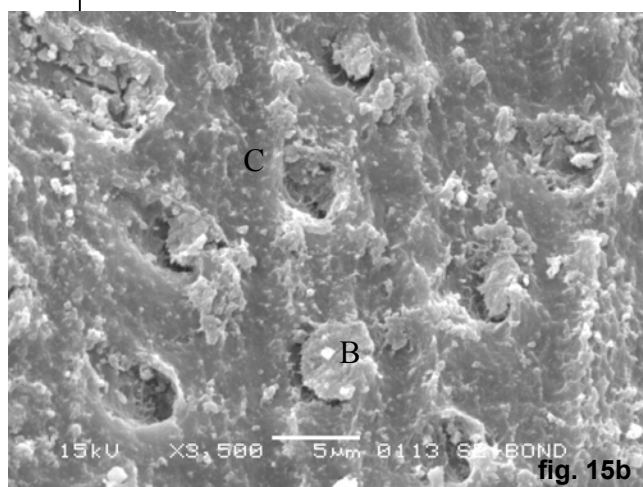
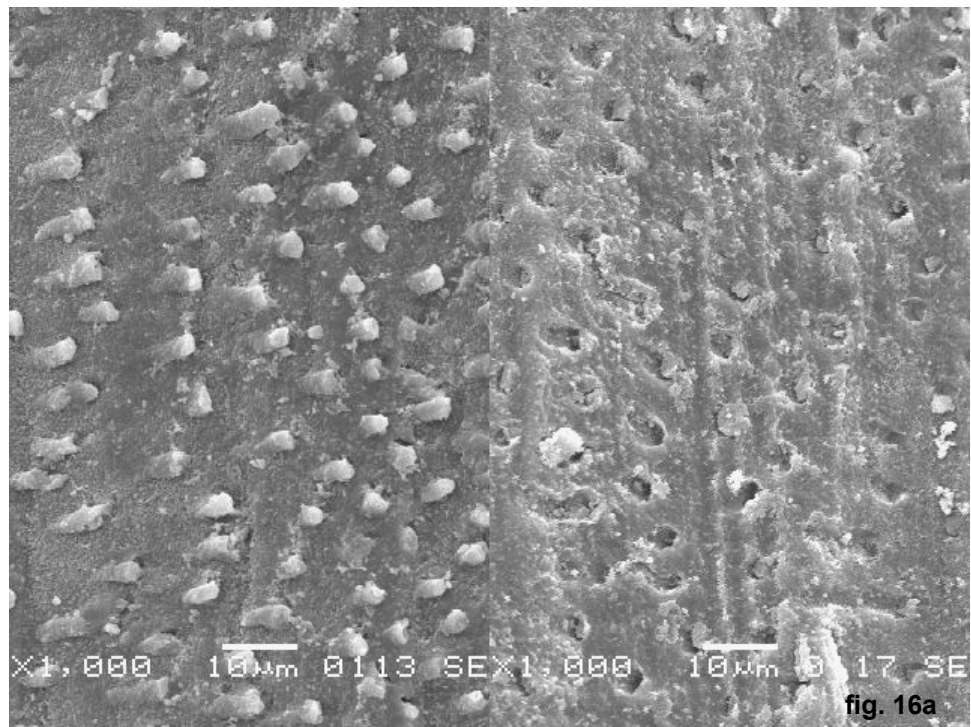


FIGURA 14b. Microscopia em maior aumento (650X) da figura anterior.

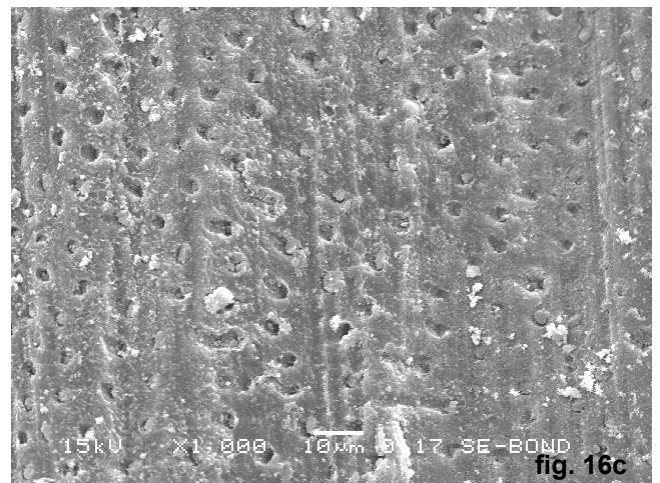
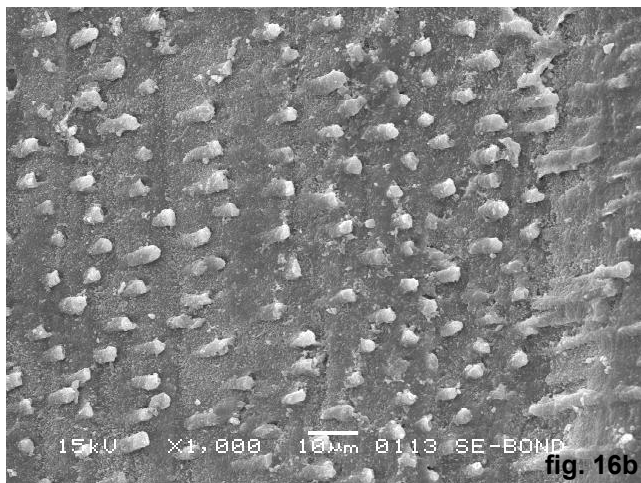


FIGURAS 15a, 15b e 15c. Fotomicrografias (3500X) das secções fraturadas (G2-E3) ao ensaio de união à microtração. Nota-se a presença de *tags* de compósito (A) na secção correspondente ao material restaurador e região de túbulos dentinários preenchidos com prolongamentos resinosos (B) na secção dentinária homóloga. Observa-se a ocorrência de ranhuras diagonais (C) provenientes do preparo cavitário pela utilização de uma ponta diamantada, caracterizando falha na região de camada híbrida (tipo II).





FIGURAS 16a, 16b e 16c. Aspecto micromorfológico em menor aumento (1000X) das secções fraturadas (G2-E3) ao ensaio de união à microtração, apresentando falha na camada híbrida (tipo II) predominante no grupo 2.



As figuras 17 a 19 representam os padrões das interfaces de união obtidas nos grupos avaliados.

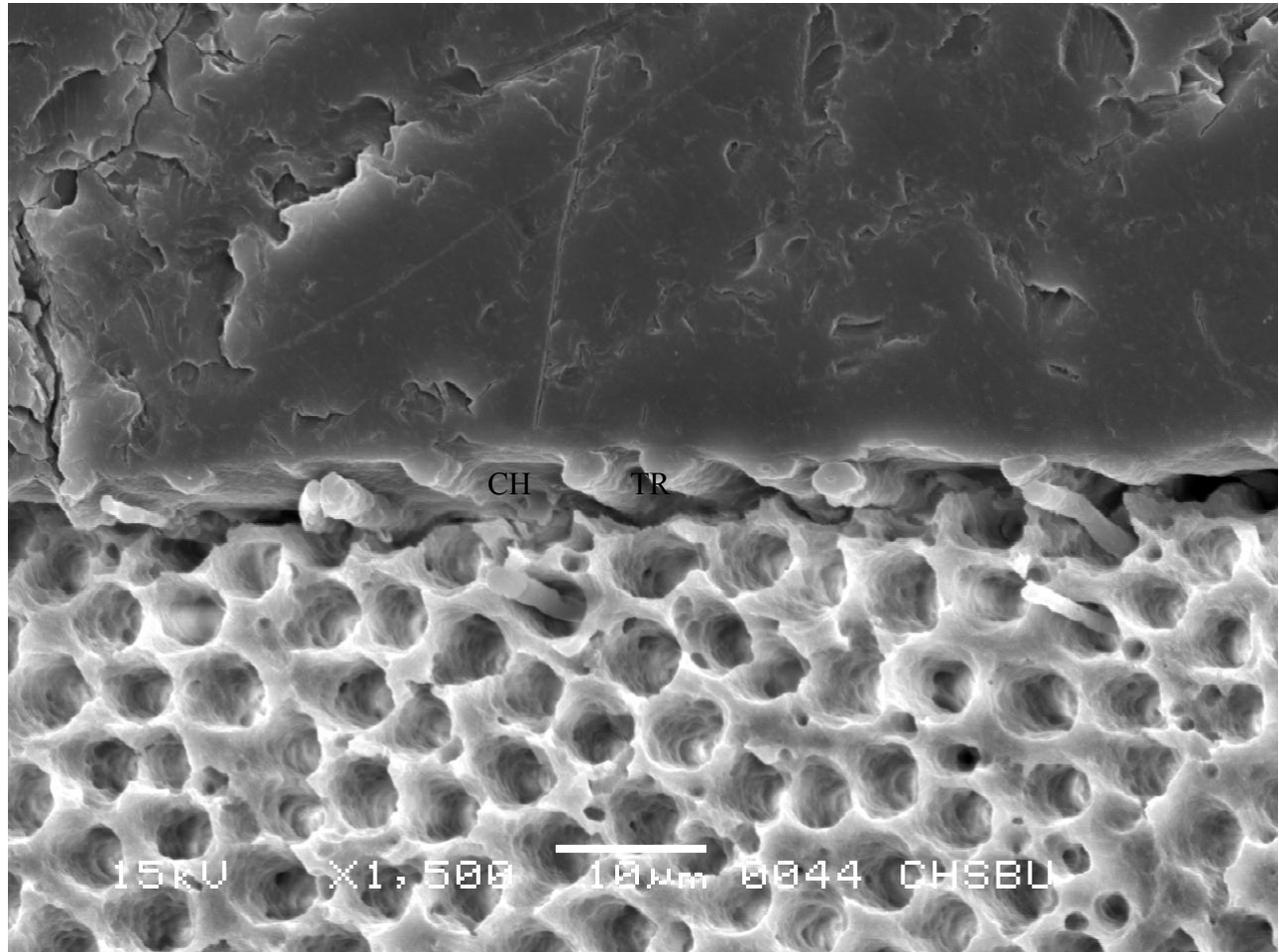


FIGURA 17a. Fotomicroscopia (1500X) representativa da interface de união formada entre dentina/sistema adesivo Scotchbond Multi-Purpose – 3M (G1). Nota-se a íntima relação do material restaurador com a dentina e presença de *tags* resinosos (TR) e ocorrência da camada híbrida (CH).

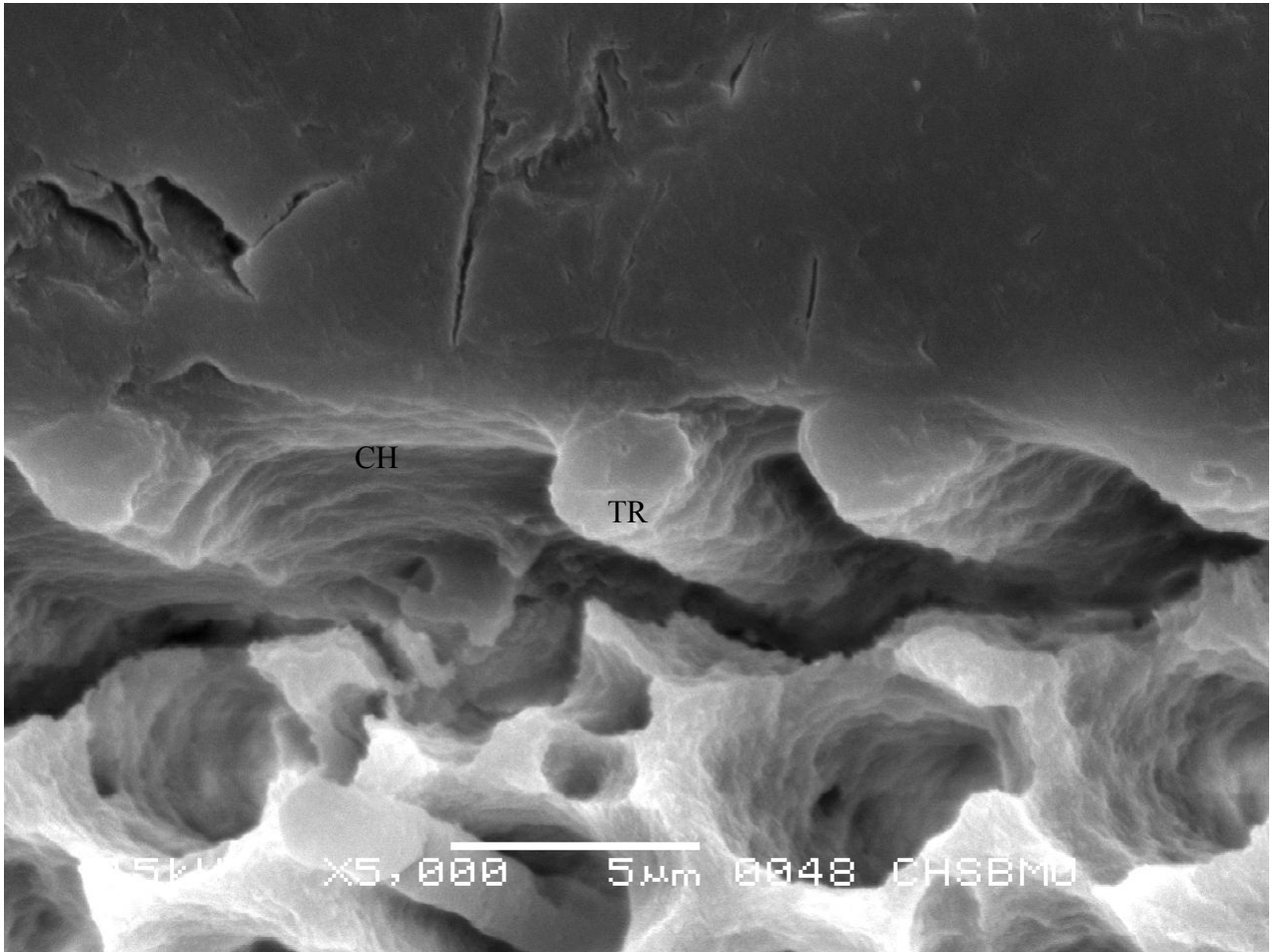


FIGURA 17b. Detalhe da fotomicroscopia (fig.17a) em maior aumento (5000X).

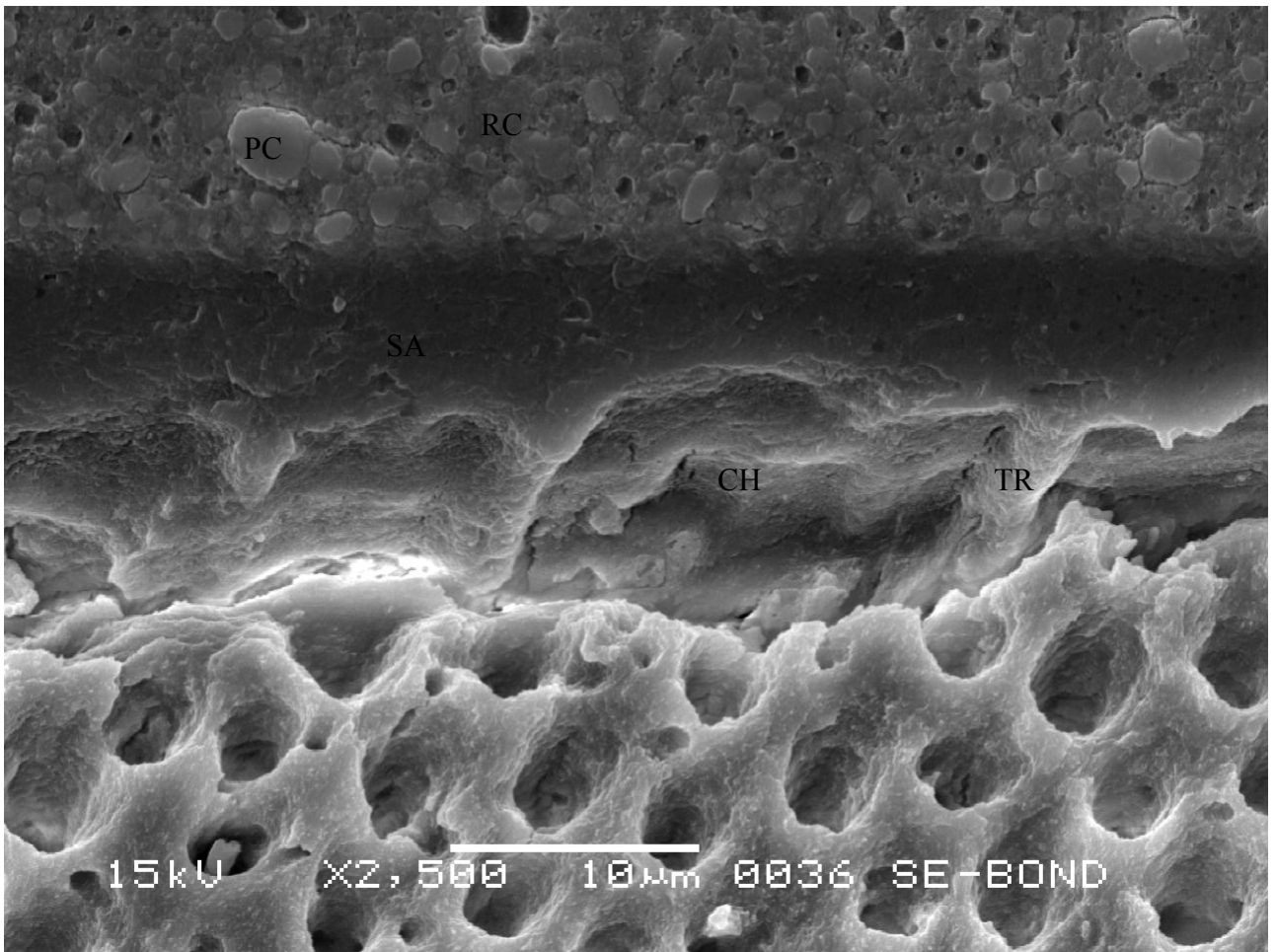


FIGURA 18. Fotomicrografia (2500X) representativa da interface de união formada entre dentina/sistema adesivo Clearfil SE Bond – Kuraray (G2). Observa-se a adaptação do material restaurador ao tecido dentinário com ocorrência de *tags* resinosos (TR) e presença da camada híbrida (CH). Visualizam-se as partículas de carga (PC) da resina composta Z 250 – 3M (RC) e uma camada uniforme do sistema adesivo (SA).

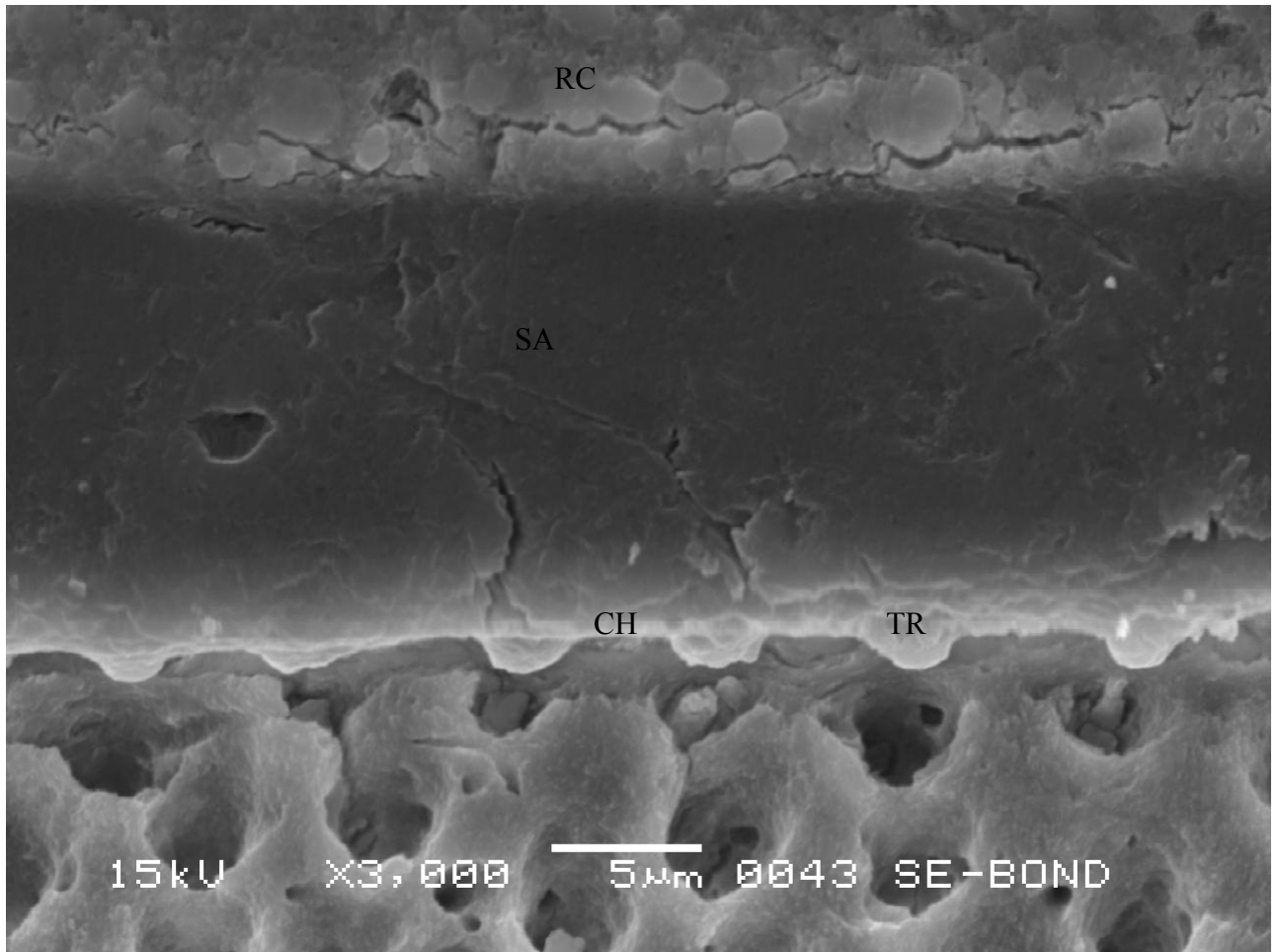


FIGURA 19. Aspecto micromorfológico da união compósito/dentina (3000X) encontrada no grupo 2 (Clearfil SE Bond - Kuraray). (RC – resina composta, SA – sistema adesivo, CH – camada híbrida, TR – tags resinosos).

6. DISCUSSÃO

a) Análise metodológica

Uma das grandes dificuldades encontradas em estudos que utilizam o substrato dental, principalmente o dentinário, para testes de adesão está relacionada à variabilidade que este representa para a mensuração da resistência de união dos materiais restauradores. Essa situação pode provocar interpretações equivocadas sobre a qualidade de união dos materiais. A profundidade do preparo cavitário, o direcionamento dos túbulos dentinários e a presença de tecido reacional são alguns exemplos das variáveis que determinam níveis diferenciados de adesão.

A dentina é considerada uma estrutura vital com a habilidade de reagir frente a diferentes estímulos, pela formação de dentina reparadora. Conseqüentemente, dentes com lesões cariosas não constituem modelos ideais para testes de adesão em que se comparam diferentes materiais.

A natureza dinâmica da dentina e seu processo biológico de “envelhecimento” aumentam o seu nível de mineralização (deposição de dentina peritubular) que, conseqüentemente, reduz o diâmetro dos túbulos dentinários (ARAUJO; MORAES; FOSSATI, 1995). No presente estudo, procurou-se utilizar uma amostragem padronizada, com molares decíduos em fase adiantada de rizólise fisiológica, o que sugere que os dentes tenham permanecido em meio oral por um período de tempo semelhante, diminuindo as variáveis relacionadas à dinâmica fisiológica do tecido dentinário. Para a seleção e inclusão dos dentes no estudo, efetuou-se um minucioso exame prévio com lente de aumento (2,5x de magnificação) a fim de excluir aqueles

com hipoplasias ou com lesões de cárie, o que determinaria diferentes valores de adesão quando comparados com estruturas dentais hígdas.

Utilizando a microscopia eletrônica de varredura, Ruschel e Chevitarese (2002) observaram diferenças significativas na densidade e diâmetro dos túbulos dentinários na porção mediana de dentina entre primeiros e segundos molares decíduos. Segundo os autores, essas diferenças poderiam ter influência nos valores de adesão em trabalhos que utilizam as duas categorias dentais.

Com o objetivo de contemplar e distribuir homoganeamente os diferentes tipos de molares decíduos (primeiro/segundo – superior/inferior) entre os grupos, utilizaram-se em cada dente os dois sistemas adesivos avaliados (Scotchbond Multi-Purpose – 3M; Clearfil SE Bond – Kuraray), um para cada restauração ocluso-proximal.

O período máximo de armazenamento dos dentes em água destilada a 4°C (BORDIN-AYKROYD; SEFTON; DAVIES, 1992; CADROY; BOJ; GARCIA-GODOY, 1997), tempo decorrido desde a obtenção da amostra até a realização dos ensaios, não foi superior a três meses. Rueggeberg (1991) recomenda um tempo de estocagem de, no máximo, seis meses.

Estudos conduzidos com o objetivo de investigar a estabilidade da união entre dentina e resina demonstraram uma redução significativa na resistência adesiva durante a imersão em água por longos períodos de tempo (GWINNETT; YU, 1995; BURROW; SATOH; TAGAMI, 1996). A absorção lenta de água pelos constituintes dos sistemas adesivos provoca a degradação da união dentina-resina devido ao efeito plástico que a água exerce sobre a resina e o colágeno (MACIEL et al., 1996). Assim, no presente estudo, o tempo decorrido desde o preparo cavitário e restauração dos dentes até o ensaio de resistência adesiva foi de, aproximadamente, uma semana.

Geralmente o objetivo das pesquisas laboratoriais é tentar prever ou extrapolar seus resultados em relação à performance clínica dos materiais, porém devem ser levadas em consideração as limitações pertinentes a esse tipo de estudo, pois existe a dificuldade de se reproduzir com fidelidade as características encontradas no meio ambiente oral.

Diversos artifícios técnicos têm sido utilizados para tentar chegar próximo das condições orais às quais as restaurações estão submetidas. Além de todas as dificuldades inerentes à padronização das metodologias empregadas em estudos laboratoriais referentes, principalmente, ao período e à solução de armazenamento da amostra, acrescenta-se a dificuldade de se estabelecer um regime adequado de termociclagem.

A ciclagem térmica é freqüentemente empregada em ensaios laboratoriais na tentativa de simular as variações de temperatura observadas em meio oral. Entretanto, parece haver uma falta de consenso geral na definição de um regime de termociclagem apropriado. Geralmente as temperaturas empregadas nesses ensaios são totalmente diferentes das observadas clinicamente, com oscilações térmicas bastante consideráveis (LUTZ; KREJCI; OLDENBURG, 1986a; LUTZ et al., 1986a).

Koike et al. (1990) afirmaram que os sistemas adesivos com componentes hidrofílicos, combinados à resina composta fotopolimerizável, exibem uma adesão altamente satisfatória, constatada através da adaptação marginal (ausência de *gaps*) em restaurações que não apresentaram alterações após a realização ou não da ciclagem térmica. Devido a essas situações e às divergências dos estudos que empregam ou não a termociclagem em suas metodologias, o presente estudo não submeteu as restaurações a nenhum tipo de desafio térmico.

Outra situação bastante comum em testes de resistência de união está relacionada à aplicação dos materiais em superfícies dentais planas desgastadas. Uma característica importante, que deve ser levada em consideração durante os procedimentos restauradores, é a razão entre a área de superfície aderida ou não aderida (superfície livre), definida como fator de configuração de cavidade - fator C (DAVIDSON; DE GEE; FEILZER, 1984; FEILZER; DEE GEE; DAVIDSON, 1987). Quanto mais alto o fator C, maior é a probabilidade de que a adesão mais fraca na união dente/material restaurador falhe, em função de forças de contração de polimerização que ocorrem na restauração, especialmente quando da inserção de um único incremento. A superfície dentinária plana, que é geralmente utilizada em testes laboratoriais de força de adesão, tem fator C por volta de um, enquanto uma cavidade oclusal (classe I) esse fator é de, aproximadamente, cinco. Dessa maneira, as forças de contração de polimerização são desprezíveis quando superfícies planas são restauradas, e tornam-se significativas em cavidades com paredes circundantes.

No presente estudo foram confeccionados preparos ocluso-proximais (fator C de aproximadamente 2) com a finalidade de submeter a interface adesiva a um maior desafio frente às tensões desenvolvidas na interface durante o processo de cura da resina composta.

Existem, atualmente, diversos critérios utilizados para se avaliarem as interações dos sistemas adesivos com o substrato dental. A resistência de união dos materiais adesivos tem sido tradicionalmente avaliada utilizando testes de resistência ao cisalhamento, o que parece ser útil na caracterização de materiais que possuem valores de fratura inferiores a 18-20 MPa (EICK et al., 1993; CHAPPELL et al., 1997). Em amostras com valores de resistência excedendo os 20 MPa, é difícil diferenciar entre a

resistência do sistema adesivo ou da dentina, uma vez que aumenta consideravelmente a probabilidade de falhas coesivas na dentina quando aplicado o ensaio de cisalhamento. Esse tipo de fratura é clinicamente raro de ser observado (SANO et al., 1994b). Adicionalmente, um método acurado de avaliação da resistência de um material é mais bem determinado quando a falha ocorre dentro do próprio sistema adesivo, não envolvendo resina composta ou dentina.

Espécimes utilizados em ensaios de microtração são preparados com uma mínima área de superfície, o que teoricamente reduz a distribuição não uniforme de tensão desenvolvida na interface adesiva durante o ensaio de resistência (SANO et al., 1994b; PASLHEY et al., 1995), além de diminuir a probabilidade de incorporação de eventuais defeitos quando comparados a áreas de superfícies maiores. Dessa forma, a fratura do material ocorre mais próxima de seu verdadeiro valor de resistência (VAN NOORT et al., 1989; SANO et al., 1994b; PASHLEY et al., 1995; SUDSANGIAM; VAN NOORT, 1999). Os testes de microtração produzem maior quantidade de falhas no sistema adesivo em relação aos ensaios de cisalhamento (SCHREINER et al., 1998). Adicionalmente, as falhas clínicas das restaurações adesivas resultam primeiramente de forças tensionais; sendo assim, os ensaios de microtração que utilizam forças de tensão, ao invés de cisalhamento, são metodologias que proporcionam situações mais próximas das falhas que ocorrem clinicamente.

b) Análise dos resultados

Diversos fatores exercem influência direta na qualidade adesiva das restaurações. A utilização de ácidos em maiores concentrações, ou por um longo período de tempo, provoca uma excessiva desmineralização, tanto da dentina peritubular, como da intertubular, dificultando a penetração dos monômeros adesivos em toda a região de fibras colágenas desprovidas de matriz mineralizada (ERICKSON, 1992). A incompleta impregnação do sistema adesivo na trama de colágeno permite a formação de uma região de dentina desmineralizada na base da camada híbrida, resultando em uma área de fibras colágenas sem suporte, susceptíveis à degradação hidrolítica e conseqüente redução da força adesiva ao longo do tempo (NAKABAYASHI; TAKARADA, 1992; NÖR et al., 1996; HASHIMOTO et al., 2000a).

Essa situação pode ser ainda mais freqüentemente observada em restaurações adesivas de dentes decíduos devido a sua composição menos mineralizada e em virtude de se utilizar o mesmo protocolo de condicionamento ácido que é sugerido para o tecido dentinário permanente (mesmo sendo limitados os conhecimentos referentes à composição e micromorfologia da dentina decídua - JOHNSEN, 1988; HIRAYAMA, 1996; KOUTSI, et al., 1994; SUMIKAWA et al., 1999; RUSCHEL; CHEVITARESE, 2002).

Em um estudo utilizando a microscopia eletrônica de varredura, Nör et al. (1996) observaram que a interface adesiva formada na dentina de dentes decíduos apresentava-se mais espessa quando comparada a dos dentes permanentes, sugerindo uma maior reatividade dos dentes decíduos frente ao condicionamento ácido. Situação semelhante também foi observada por Olmez et al. (1998) que afirmaram ser

essa a possível causa para as diferenças encontradas entre decíduos e permanentes em termos de resistência adesiva. Esses achados sugerem um protocolo diferenciado para a dentina decídua, que preconiza a aplicação de condicionamento ácido menos concentrado e por um menor período de tempo (ácido fosfórico a 10%, 15 s em esmalte e 7 s em dentina).

Os sistemas adesivos que possuem monômeros ácidos na composição de seus *primers* parecem não ser tão agressivos em relação ao poder de desmineralização da estrutura dentinária. Esses sistemas, denominados autocondicionantes, possuem um pH menos ácido que os géis ácidos tradicionais (ácido fosfórico a 37%), e teoricamente a discrepância entre dentina descalcificada/penetrada pelo sistema adesivo seria limitada, ou até mesmo ausente, pois o condicionamento da superfície e a impregnação dos monômeros hidrofílicos ocorrem simultaneamente, incorporando a *smear layer* no processo de adesão (TAY et al., 2000b). Adicionalmente, tem-se um menor número de etapas para a conclusão do procedimento de aplicação do sistema adesivo, o que reduz consideravelmente a sensibilidade técnica do material.

No presente estudo utilizou-se o ensaio de microtração para aferir o nível de resistência adesiva proporcionada por dois sistemas adesivos ao substrato dentinário decíduo. A ocorrência de estudos de resistência de união em dentes decíduos empregando essa metodologia ainda é pouco freqüente, o que dificulta a comparação dos resultados observados na presente pesquisa com o de trabalhos que utilizam o método de cisalhamento para a aferição da resistência adesiva dos materiais, pois os parâmetros utilizados são diferentes.

A análise estatística dos resultados do presente estudo revelou não haver diferença estatisticamente significativa entre os dois materiais testados ($p=0,27$), embora o sistema adesivo autocondicionante Clearfil SE Bond tenha atingido, em média, maiores valores de resistência de união (SBMU: $21,84 \pm 9,9$ MPa; SE Bond: $25,19 \pm 5,3$ MPa). Uma possível explicação para esses resultados semelhantes estaria sustentada no protocolo de aplicação do sistema adesivo Scotchbond Multi-Purpose (3M), no qual se empregou um condicionamento ácido menos concentrado e por um menor período de tempo em relação às recomendações do fabricante, protocolada para dentes permanentes.

Uma observação importante deve ser feita em relação à variação dos resultados encontrados para cada sistema adesivo (SMP $\pm 9,90$ MPa; CSE $\pm 5,33$ MPa). Essa variabilidade pode encontrar sustentação em dois episódios. O primeiro estaria relacionado ao protocolo de utilização do material Scotchbond Multi-Purpose possuir mais etapas para a conclusão do procedimento restaurador adesivo em relação ao sistema autocondicionante Clearfil SE Bond. Conforme suposições da literatura, quanto maior for a quantidade de etapas para a aplicação do agente de união, maior será a probabilidade de incorporação de falhas durante o procedimento restaurador adesivo. Contudo, essa situação foi, de certa maneira, controlada, pois todas as restaurações efetuadas na presente pesquisa foram confeccionadas por um único operador previamente treinado, o que reduz consideravelmente as chances de erros referentes à manipulação do material.

A segunda situação, considerada mais importante, está relacionada à forma de interação do material no substrato dentinário. Enquanto os sistemas tradicionais, que

fazem uso do condicionamento ácido prévio à aplicação do adesivo, removem totalmente a lama dentinária, o risco de desidratar demasiadamente a dentina desmineralizada aumenta consideravelmente. Se isso ocorrer, a trama de fibras colágenas colapsa e a penetração e difusão dos monômeros adesivos fica comprometida, dificultando a formação da dentina hibridizada funcional. Já nos sistemas autocondicionantes, a *smear layer* está incorporada na hibridização, o que diminui o risco de desidratação dentinária, uma vez que a região desmineralizada está parcialmente “protegida” por essa camada amorfa de dentina, que será incorporada no processo de união.

Similaridade de resultados também foi observada quando se utilizaram os mesmos sistemas adesivos, Scotchbond Multi-Purpose (3M) e Clearfil Mega Bond (Kuraray), porém em uma metodologia que avaliou a microinfiltração cervical de restaurações ocluso-proximais em molares decíduos (BRAYNER, 2001). A análise dos escores de infiltração revelou, em média, baixos índices de penetração do corante para ambos os materiais, não havendo diferenças estatisticamente significantes.

Com a finalidade de investigar *in vivo* a estabilidade da adesão, Hashimoto et al. (2000a) avaliaram restaurações oclusais e ocluso-proximais de resina composta em dentes decíduos. A resistência de união (ensaio de microtração) foi mensurada em restaurações que permaneceram de um a três anos em meio ambiente oral, de acordo com a esfoliação dos dentes. Adicionalmente, como grupo controle, foram preparadas *in vitro* cavidades classe II em molares decíduos hígidos e restauradas com os mesmos materiais utilizados nos grupos testes (Scotchbond Multi-Purpose, Z 100 – 3M). Foi observada uma redução significativa da resistência adesiva com o aumento do período de tempo em que as restaurações permaneceram em meio oral, com os valores

variando de $15,2 \pm 4,4$ MPa (de 1 a 2 anos) a $9,1 \pm 5,1$ MPa (de 2 a 3 anos). Para o grupo controle, foi encontrado valor médio de $28,3 \pm 11,3$ MPa, muito parecido com o do presente estudo, que utilizou uma metodologia semelhante para as restaurações confeccionadas *in vitro*. A análise ao MEV das secções fraturadas revelaram, tanto no grupo *in vivo* quanto no grupo *in vitro*, a presença de uma zona de dentina desmineralizada, caracterizada pela presença de espaços abertos, originalmente ocupados pelas fibras colágenas, sem a impregnação de material restaurador no tecido dentinário, com aspectos micromorfológicos similares aos observados no grupo 1 (SMP) desta pesquisa (figuras 10a e 10b).

Em um dos poucos estudos *in vitro* utilizando o ensaio de microtração em dentina e esmalte de dentes decíduos, Agostini; Kaaden; Powers (2001) avaliaram a resistência de união de três sistemas adesivos autocondicionantes (Prompt L-Pop - ESPE, Clearfil SE Bond - Kuraray, Etch and Prime 3.0 - Degussa) além de um sistema convencional (Prime and Bond NT - Dentsply/Caulk). Para o sistema Clearfil SE Bond foi encontrada uma média de 39 MPa em dentina, o que representa um valor muito satisfatório de adesão para este tipo de substrato, superando até mesmo os valores obtidos em esmalte. Segundo os autores, uma possível explicação para esses resultados estaria no conteúdo mineral reduzido da dentina decídua comparado ao esmalte dos dentes decíduos, o que permitiu uma melhor interação do sistema autocondicionante, por possuir radicais fosfatados com um menor poder de descalcificação que os géis ácidos utilizados tradicionalmente. Cabe ressaltar que, nesse estudo, o teste de adesão foi realizado em superfícies planas desgastadas, não existindo a competição de diversas paredes pela adesão, o que provavelmente tenha refletido nos altos valores de resistência adesiva encontrados.

A utilização da microscopia eletrônica de varredura também representa um recurso disponível para avaliar as interações dos materiais restauradores com o substrato dental. Um fator relevante, durante observações da interface adesiva através da microscopia eletrônica de varredura, está relacionado à metodologia empregada na preparação dos espécimes para sua posterior visualização. O processamento dos espécimes para a análise ao MEV envolve diversas etapas, algumas extremamente sensíveis, podendo produzir artefatos que conduzam a interpretações equivocadas sobre as interações entre o substrato dental e o material restaurador. A presença de fendas ou *gaps*, freqüentemente observados em estudos de interfaces adesivas, pode ocorrer não apenas em situações em que existe uma união frágil entre dente/restauração, mas também quando a espessura da secção (que contém a interface) é muito fina, fazendo com que, durante os procedimentos de seccionamento, polimento, desidratação, metalização e formação de vácuo para análise ao MEV, ocorra a ruptura na interface adesiva, interferindo negativamente na avaliação.

Telles et al. (2001) observaram ao MEV a ocorrência de fendas na interface de união quando utilizado o sistema adesivo autocondicionante Prompt-L-Pop (ESPE), tanto em dentes decíduos, quanto em permanentes.

Para se obter sucesso nos procedimentos restauradores adesivos, os sistemas de união precisam penetrar e permanecer na intimidade das estruturas dentais. No presente estudo, não foi observada a ocorrência de fendas nos espécimes submetidos à análise da interface adesiva. Em ambos os sistemas adesivos utilizados (Scotchbond Multi-Purpose – 3M; Clearfil SE Bond – Kuraray) evidenciou-se a formação de camada híbrida com prolongamentos resinosos intimamente adaptados à estrutura dentinária (figuras 17 e 19).

O direcionamento dos túbulos dentinários nas várias regiões do dente parece ter grande influência na visualização da interface adesiva (SABOIA; SAITO; PIMENTA, 2000). Isso pode ser explicado pelo local usado para a adesão. Na dentina próxima à parede pulpar do preparo, os túbulos estão dispostos em aproximadamente 90^o com a polpa, favorecendo uma melhor visualização dos *tags* quando realizado um corte vertical. No presente estudo, a porção avaliada ao MEV foi a interface formada na parede axial do preparo ocluso-proximal, região onde os *tags* de resina apresentavam-se dispostos transversalmente.

Hashimoto et al. (2001) avaliaram as interfaces de união formadas em dentes decíduos a partir da utilização do sistema adesivo Scotchbond Multi-Purpose (3M). Amostras *in vivo* e *in vitro* foram preparadas e analisadas à microscopia eletrônica de varredura. Nos dentes que permaneceram em meio oral por um determinado período de tempo, a presença de uma zona híbrida em dentina foi visível, porém a detecção de defeitos na interface de união foi um episódio bastante freqüente. Adicionalmente, foram observadas mudanças micromorfológicas sugestivas da deflexão das fibras colágenas e degradação das estruturas envolvidas na adesão. O padrão da interface adesiva encontrada no grupo controle (*in vitro*) evidenciou a presença de camada híbrida com diversos prolongamentos resinosos no interior dos túbulos dentinários e a ausência de *gaps*. Constatações micromorfológicas muito semelhantes foram encontradas no grupo 1 (SMP) e grupo 2 (CSE) da presente pesquisa (figuras 17a e 17b).

Todavia, tão importante quanto à mensuração da resistência de união e observações das interações dos materiais restauradores com o substrato dental, é a interpretação do tipo de fratura que ocorre na interface adesiva.

Alguns estudos de análise fractográfica (tipos de fratura), utilizando microscopia eletrônica de varredura (MEV) e transmissão (MET), demonstraram resultados controversos, indicando que tanto a porção superior da camada híbrida (YOSHIKAWA et al., 1999; TAY et al., 2000c), quanto a mais profunda, representada pela zona de dentina desmineralizada (HASHIMOTO et al., 2000b; NAKABAYASHI; WATANABE; ARAO, 1998a), podem ser consideradas como a região mais frágil na interface adesiva.

O modo de fratura observado parece ter relação direta com o adesivo utilizado, provavelmente relacionado ao tipo de solvente presente no sistema adesivo. Quando um sistema adesivo com solvente à base de acetona é aplicado, a fratura ocorre predominantemente na superfície da camada híbrida sob tensão. Ao contrário, quando um sistema adesivo contendo água ou álcool como solvente é utilizado, a natureza das fraturas é coesiva na porção de dentina desmineralizada. Uma possível explicação para essa ocorrência é que os sistemas adesivos contendo acetona permitem uma melhor afinidade entre as fibras colágenas e a resina, pelo seu potencial de deslocamento de água. Um solvente à base de etanol/água, em contraste, pode produzir fraca ou nenhuma interação entre a superfície de fibras colágenas e a resina (NAKABAYASHI; PASHLEY, 1998b).

Os resultados deste estudo vão parcialmente ao encontro das observações feitas por Nakabayashi e Pashley (1998b) em relação aos achados referentes ao tipo de fratura (analisados ao MEV) decorrente do teste de resistência de união. O padrão de falha mais prevalente observado para o sistema adesivo Scotchbond Multi-Purpose (3M) foi na região de dentina desmineralizada (figuras 10a e 10b), que não foi completamente preenchida pela difusão dos monômeros adesivos. Conforme afirmações anteriores, esse tipo de fratura (tipo III) está freqüentemente relacionado ao

solvente contido no *primer* (solução aquosa de um ácido polialcenóico + Hema), presente nesse sistema adesivo (SMP). A ocorrência de falha coesiva em dentina “hígida” utilizando esse tipo de ensaio (teste de microtração) é pouco provável, pois o valor médio de resistência da dentina mineralizada é em torno de 106 ± 16 MPa (SANO et al, 1994b; PASHLEY et al, 1995).

Por outro lado, no sistema autocondicionante (CSE), que possui água como solvente, foi observado predominantemente um maior número de falhas na região de camada híbrida, comprovado pela presença de remanescentes de compósito no interior do túbulos dentinários em uma das secções da fratura (figura 15b), e por apresentar *tags* de resina composta na secção homóloga (figura 15c). Adicionalmente, a ocorrência de ranhuras nas superfícies fraturadas representa as linhas ocasionadas pela ponta diamantada que foi utilizada na confecção do preparo cavitário (figura 15a, letra c). Sua presença sugere que a falha ocorreu ao longo da interface, entre a camada híbrida (topo da zona híbrida) e a de sistema adesivo (falha tipo II).

Considerações importantes devem ser feitas em relação à associação dos resultados de resistência de união obtidos (MPa) e o tipo de fratura observados. Os menores valores de resistência adesiva geralmente estavam associados ao padrão III de fratura (tabela 3), o que significa que a falha ocorreu na zona de dentina desmineralizada. Essa situação foi encontrada exclusivamente no grupo 1 do presente estudo, no qual o sistema adesivo utilizado (SMP) requer a prévia aplicação do agente condicionador. Mesmo utilizando um ácido menos concentrado e por um menor período de tempo que o recomendado pelo fabricante, não foi possível evitar as zonas de discrepância entre descalcificação da dentina/penetração dos monômeros adesivos. Essa condição, conforme já comentado anteriormente (HASHIMOTO et al., 2000a;

HASHIMOTO et al., 2001), tem, ao longo do tempo, uma repercussão negativa na integridade das estruturas envolvidas no processo de união. Este fato associado à variável “número de passos técnicos” e a forma de interação do material ao substrato dentinário (remoção completa da *smear layer*) revelam o sistema adesivo multi-uso como sendo um material que se distancia da proposta da formação de uma camada híbrida ideal, sem a ocorrência da zona de dentina desmineralizada.

O grupo 2, representado pelo sistema adesivo autocondicionante (CSE), apresentou uma predominância de falhas na porção superior da camada híbrida formada (tipo II), com os valores da resistência de união mais uniformemente distribuídos (tabela 4). Esse tipo de falha pode ser clinicamente mais aceitável, pois os túbulos se apresentam parcialmente obliterados, protegendo a dentina subjacente de eventuais estímulos que possam causar sensibilidade ou, ainda, desmineralizações em virtude de uma lesão de cárie recorrente.

A ausência de falhas na dentina desmineralizada no grupo em que foi utilizado o sistema adesivo autocondicionante Clearfil SE Bond (Kuraray) estimula as projeções relacionadas à performance desse tipo de material em estudos clínicos, por não contemplar regiões em que a matriz dentinária desmineralizada não fosse envolvida pelo material adesivo.

Projetando-se os resultados deste estudo *in vitro* para uma prática odontopediátrica contemporânea, pode-se dizer que apesar da maioria dos estudos direcionarem seu foco de atenção para a união dos materiais restauradores ao substrato dental, não se pode relacionar exclusivamente as restaurações como referencial de tratamento de pacientes com atividade cariiosa. Durante muito tempo,

acreditava-se que o tratamento restaurador fosse definitivo, sem atentar para os fatores etiológicos e moduladores envolvidos no processo saúde-doença.

As restaurações possuem um papel coadjuvante na filosofia de promoção de saúde, pois são passíveis de fracassos, em relação às limitações inerentes do próprio material, bem como do operador. Dessa forma, o tratamento restaurador deve fazer parte de um programa que vise ao controle da doença do indivíduo, diminuindo o nível de infecção e oportunizando o auto-controle de placa bacteriana, além de restabelecer a função e, eventualmente, a estética. Outras estratégias com interferência nos fatores etiológicos devem ser sempre consideradas em conjunto. A odontologia de promoção de saúde passa a ser encarada como forma de recuperar o que se perdeu (equilíbrio saúde/doença), não necessariamente restaurando dentes.

Novos materiais são constantemente introduzidos no mercado, muitos deles sem ensaios clínicos. As pesquisas devem ser dirigidas para estudos de longa duração, com a finalidade de entender os eventos clínicos que possam ter repercussão sobre as restaurações.

A utilização de dentes decíduos em estudos clínicos dessa natureza pode constituir-se numa verdadeira fonte de esclarecimentos sobre os fenômenos que acontecem nas restaurações em consequência dos eventos físicos e químicos ocorridos em ambiente oral, sem com isso, infringir as questões éticas que envolvem pesquisas com seres humanos, pois esses dentes possuem um ciclo biológico bem definido na cavidade bucal.

Maiores conhecimentos em relação à estabilidade da adesão ao substrato dentário humano, bem como o selamento das margens cavitárias são necessários para prever a performance das restaurações adesivas com o passar do tempo em um

ambiente oral controlado, o que seguramente irá influenciar no perfil clínico das mesmas.

7. CONCLUSÕES

A partir da metodologia empregada neste estudo e com base nos resultados, pode-se concluir que:

- Não houve diferença estatisticamente significativa nas médias de resistência de união à dentina de molares decíduos entre os sistemas adesivos Scotchbond Multi-Purpose (3M) e Clearfil SE Bond (Kuraray) em restaurações ocluso-proximais de resina composta em molares decíduos;

- Os padrões de falhas mais freqüentemente observados para o Grupo 1 (SMP) foram do tipo III (dentina desmineralizada) e IV (mista), enquanto que a falha tipo II (porção superior da camada híbrida) foi a predominante para o Grupo 2 (CSE);

- A análise micromorfológica da interface dente-restauração adesiva revelou a íntima relação do material restaurador com o substrato dentinário, evidenciado pela a formação de camada híbrida, ocorrência de prolongamentos resinosos no interior da dentina, e ausência de descontinuidade na união estabelecida.

8. ABSTRACT

The purpose of this *in vitro* study was to evaluate the micro-tensile bond strength and the interfacial micromorphology of two bonding agents (Scotchbond Multi-Purpose - 3M; Clearfil SE Bond - Kuraray) applied to human primary dentin. In each of the eighteen primary molar, two standard cavities were prepared – one in the mesial side and the other in the distal side. Both adhesive systems were applied, according to the manufacturers' instructions, in each tooth, one in the occlusal-mesial side and the other in the occlusal-distal side. The teeth were restored with a hybrid composite (Filtek Z 250 – 3M) by incremental technique, each layer cured by irradiation with light-curing unit (XL 2500 - 3M) for 20 s. The restored teeth were stored in distilled water at 4°C for a period not exceeding one week, and sectioned bucco-lingually to evaluate each restoration individually. The resin-filled cavities were sectioned perpendicular to the adhesive interface in 0,7 mm and trimmed with a superfine diamond point to produce an hourglass shape to form a gentle curve along the bonded interface from both sides until 0,7 mm² of bonded surface remained. The specimens were attached to a testing apparatus in an universal testing machine (Instron – 4411) and debonded at a crosshead speed of 0,5 mm/min. All fractured surfaces were analyzed by SEM. Additionally, surfaces with the bonding interface were prepared so the micromorphology were analyzed. The specimens were then polished by means of a SiC paper (1000 grip) and soft cloths using diamond paste suspended in distilled water. After desiccation at room temperature, the specimens were then sputer-coated with gold and examined using a field- emission SEM (Jeol – 5600LV). The bond strengths mean values were statistically compared with Student's *t*-test ($p < 0,05$). The types of failure and the micromorphology were described. ***The results of this in vitro study revealed a not significant difference between group 1 (Scotchbond Multi-Purpose - 21,84±9,90 MPa) and group 2 (Clearfil SE Bond - 25,19±5,33 MPa). The fracture modes revealed a weak zone in the demineralized dentin (G 1: SMP) and in the hybrid layer (G2: CSE). The quality of the bonding interface was similar in both groups, with visible hybrid layer formation, resin tags and no interfacial gaps.***

Key words: adhesion, primary, teeth, self-etching primers

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINI, F.G.; KAADEN, C.; POWERS, J.M. Bond Strength of Self-etching Primers to Enamel and Dentin of Primary Teeth. **Pediatr. Dent.**, Chicago, v. 23, no. 6, p. 481-486, Nov./Dec. 2001.

ARAUJO, F.B.; MORAES, F.F.; FOSSATI, A.C.M. A Estrutura da Dentina do Dente Decíduo e sua Importância na Clínica. **Rev. Bras. Odontol.**, Rio de Janeiro, v. 52, no. 3, p. 37-43, maio/jun. 1995.

ARAUJO, F.B.; GARCÍA-GODOY, F.; ISSAO, M. A Comparison of Three Resin-bonding Agents to Primary Tooth Dentin. **Pediatr. Dent.**, Chicago, v. 19, no. 4, p. 253-257, May/Jun. 1997.

ARAUJO, F.B.; BARATA, J.S. Promoção de Saúde Bucal em Odontopediatria. In: KRIGER, L. (Coord.) **ABOPREV: Promoção de Saúde Bucal**. 3. ed. São Paulo, Artes Médicas, 2003, cap. 14, p. 287-315.

BORDIN-AYKROYD, S.; SEFTON, J.; DAVIES, E.H. *In vitro* Bond Strengths of Three Current Dentin Adhesives to Primary and Permanent Teeth. **Dent. Mater.**, Washington, v. 8, no. 2, p. 74-78, Mar. 1992.

BRAYNER, R.G. **Microinfiltração cervical imediata de dois sistemas adesivos em restaurações ocluso-proximais de resina composta em molares decíduos: estudo *in vitro***. 2001, 112 f. Dissertação (Mestrado em Odontopediatria), Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

BUONOCORE, M.G. A Simple Method of Increasing the Adhesion of Acrylic Filling Materials to Enamel Surfaces. **J. Dent. Res.**, Alexandria, v. 34, no. 3, p. 849-853, Dec., 1955.

BURROW, M.F.; SATOH, M.; TAGAMI, J. Dentin Bond Durability After Three Years Using a Dentin Bonding with and without Priming. **Dent. Mater.**, Washington, v. 12, no. 5, p. 302-307, Sept. 1996.

BURROW, M.F.; NOPNAKEEPPONG, U.; PHRUKKANON, S. A Comparison of Microtensile Bond Strengths of Several Dentin Bonding Systems to Primary and Permanent Dentin. **Dent. Mater.**, Washington, v. 18, no. 3, p. 239-245, May. 2002.

CADROY, I.; BOJ, J.R.; GARCÍA-GODOY, F. Bond Strength and Interfacial Morphology of Adhesives to Primary Teeth Dentin. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 10, no. 5, p. 242-246, Oct. 1997.

CARVALHO, J.; MALTZ, M. Diagnóstico da Doença Cárie. In: KRIGER, L. (Coord.) **ABOPREV: Promoção de Saúde Bucal**. 3. ed. São Paulo, Artes Médicas, 2003, cap. 4, p. 69-87.

CHAPPELL, R.P.; SCHREINER, R.; GLAROS, A.; EICK, J.D. Pilot Study to Determine Sample Size for Micro-tensile Testing. **J. Dent. Res.**, Alexandria, v.76, no.38, Abstr. no. 193, 1997.

DAVIDSON, C.L.; DE GEE, A.J.; FEILZER, A. The Competition Between the Composite-dentin Bond Strength and the Polymerization Contraction Stress. **J. Dent. Res.**, Alexandria, v.63, no. 12, p.1396-1399, Dec. 1984.

EICK, J.D. et al. The Dentinal Surface: Its Influence on Dentinal Adhesion III. **Quintessence Int.**, New Malden, v. 24, no. 8, p. 571-582, Aug. 1993.

EL KALLA, I.H.; GARCÍA-GODOY, F. Bond Strength and Interfacial Micromorphology of Four Adhesive Systems in Primary and Permanent Molars. **ASDC J. Dent. Child.**, Chicago, v. 65, no. 3, p. 169-176, May/Jun. 1998.

ELKINS, C.J.; McCOURT, J.W. Bond Strength of Dentinal Adhesives in Primary Teeth. **Quintessence Int.**, New Malden, v. 24, no. 4, p. 271-273, Apr. 1993.

ERICKSON, R.L. Surface Interactions of Dentin Adhesive Materials. **Oper. Dent.**, Seattle, Suppl. 5, p. 81-94, 1992.

FEILZER, A.J.; DE GEE, A.J.; DAVIDSON C.L. Setting Stress in Composite Resin in Relation to Configuration of Restoration. **J. Dent. Res.**, Alexandria, VA, v. 66, no. 11, p.1636-1639, Nov. 1987.

FUSAYAMA, T. et al. Non Pressure Adhesion of a New Adhesive Restorative Resin. **J Dent Res.**, Washington, v. 58, no. 4, p. 1364-1370, Apr. 1979.

GOES, M.F.; PACHANE, G.C.F.; GARCÍA-GODOY, F. Resin Bond Strength With Different Methods to Remove Excess Water from the Dentin. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 10, no. 6, p. 298-301, Dec. 1997.

GWINNETT, A.J.; MATSUI, A. A. A Study of Enamel Adhesives. The Physical Relationship Between Enamel and Adhesive. **Arch. Oral. Biol.**, v. 2, no. 2, p. 1615-1620, Dec. 1967.

GWINNETT, A.J. Quantitative Contribution of Resin Infiltration/Hybridization to Dentin Bonding. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 6, no. 1, p. 7-9, Feb. 1993.

GWINNETT, A.J. Dentin Bond Strength After Air Drying and Re-wetting. **Am J Dent**, San Antonio, v.7, no. 3, p.144-148, Jun. 1994.

GWINNETT, A.J.; YU, S. Effect of Long-term Water Storage on Dentin Bonding. **Am J Dent**, San Antonio, v.8, no. 2, p.109-111, Apr. 1995.

HASHIMOTO, M. et al. *In vivo* Degradation of Resin-dentin Bonds in Humans Over 1 to 3 Years. **J. Dent. Res.**, Alexandria, VA, v. 79, no. 6, p. 1385-1391, June 2000a.

HASHIMOTO, M. et al. The Effect of Hybrid Layer Thickness on Bond Strength: Demineralized Dentin Zone of the Hybrid Layer. **Dent. Mater.**, Washington, v. 16, no. 6, p. 406-411, Nov. 2000b.

HASHIMOTO, M. et al. Resin-Tooth Adhesive Interfaces After Long-term Function. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 14, no. 4, p. 211-215, Aug. 2001.

HASHIMOTO, M. et al. Over-etching Effects on Micro-tensile Bond Strength and Failure Patterns for Two Dentin Bonding Systems. **J. Dent.**, Kindlington , v. 30, no. 2-3, p. 99-105, Feb/Mar., 2002

HIRAYAMA, A. Experimental Analytical Electron Microscopic Studies on the Quantitative Analysis of Elemental Concentration in Biological thin Specimens and its Application to Dental Science. **Shikwa Gakuho**, Tokyo, v. 90, no. 8, p. 1019-1036, Aug. 1990.

JOHNSEN, D.C. Comparison of Primary and Permanent Teeth. In: AVERY, J.A. (Ed.). **Oral development and histology**. Philadelphia: B.C. Decker, p. 180-190, 1988.

JUMLONGRAS, D.; WHITE, G.E. Bond Strengths of Composite Resin and Compomers in Primary and Permanent Teeth. **J. Clin. Pediatr. Dent.**, Birmingham, v. 21, no. 3, p. 223-229, Spring 1997.

KALLA, I.H.E.; GARCÍA-GODOY, F. Bond Strength and Interfacial Micromorphology of Four Adhesive Systems in Primary and Permanent Molars. **ASDC J. Dent. Child.**, Chicago, v. 65, no. 3, p. 169-176, May/Jun. 1998.

KOIKE, T. et al. Effect of Water Sorption and Thermal Stress on Cavity Adaption of Dental Composites. **Dent. Mater.**, Washington, v. 6, no. 3, p. 178-180, Jul. 1990.

KOUTSI, V. et al. The Effect of Dentin Depth on the Permeability and Ultrastructure of Primary Molars. **Pediatr. Dent.**, Chicago, v. 16, no. 1, p. 29-35, Jan./Feb. 1994.

LOPES, G.C., BARATIERI, L.N., ANDRADA, M.A.C.; VIEIRA, L.C.C. Dental Adhesion: Present State of the Art and Future Perspectives. **Quintessence Int.**, New Malden, v. 33, no. 3, p. 213-224, Mar. 2002.

LUTZ, F.; KREJEI, I.; OLDENBURG, T.R. Elimination of Polymerization Stress at the Margins of Posterior Composite Resin Restorations: a New Restorative Technique. **Quintessence Int.**, New Malden, v. 17, n. 12, p. 777-784, Dec. 1986a.

LUTZ, F. ;KREJEI, I.; LUECHER, B.; OLDENBURG, T.R. Improved Proximal Margin Adaptation of Class II Composite Resin Restorations by Use of Light-reflecting Wedges. **Quintessence Int.**, New Malden, v. 17, no. 10, p. 659-664, Oct. 1986b.

MACIEL, K.T. et al. The Effects of Acetone, Ethanol, HEMA, and Air on the Stiffness of Human Decalcified Dentin Matrix. **J. Dent. Res.**, Alexandria, v. 75, no. 11, p.1851-1858, nov. 1996.

MALFERRARI, S.; FINGER, W.J.; GARCÍA-GODOY, F. Resin Bonding Efficacy of *Gluma 2000* to Dentine of Primary Teeth: an *in vitro* Study. **Int. J. Paediatr. Dent.**, Oxford, v. 5, n. 2, p. 73-79, Jun. 1995.

MJOR, I.; FEJERSKOV, O. Embriologia e Histologia Oral Humana. São Paulo, Ed. Panamericana, 333p, 1990.

NAKABAYASHI, N.; KOJIMA, K.; MASUHARA, E. The Promotion of Adhesion by the Infiltration of Monomers into Tooth Substrates. **J. Biomed. Mater. Res.**, New York, v. 16, no. 3, p. 265-273, May. 1982.

NAKABAYASHI, N.; TAKARADA, K. Effect of HEMA on Bonding to Dentin. **Dent. Mater.**, Washington, v. 8, no. 2, p.125-130, Mar. 1992.

NAKABAYASHI, N.; WATANABE, A.; ARAO, T. A Tensile Test to Facilitate Identification of Defects in Dentin Bonded Specimens. **J. Dent.**, Kindlington, v. 26, no. 4, p. 379-385, May. 1998a.

NAKABAYASHI, N.; PASHLEY, D. H. Hybridization of the Dental Hard Tissues. Tokyo: **Quintessence Publishing Co. Ltd**: p. 65-67, 1998b.

NAKAJIMA, M.; TAGAMI, J.; PASHLEY, D.H. Bonding Strengths to Demineralized Dentin Under Wet vs. Dry Surface Condition. In: Momoi Y, Akimoto N, Kohmno A, editors. *Moder Trends in Adhesive Dentistry*, Osaka, Japan: Kuraray Co, 1999. p. 134-9.

NAKAJIMA, M. et al. Dimensional Changes and Ultimate Tensile Strengths of Wet Decalcified Dentin applied With One-bottle Adhesives. **Dent. Mater.**, Washington, v. 18, no. 8, p.603-608, Dec. 2002.

NAKAOKI, Y. et al. Dimensional Changes of Demineralized Dentin Treated with HEMA Primers. **Dent. Mater.**, Washington, v. 16, no. 6, p.441-446, Nov. 2000.

NÖR, J.E. et al. Dentin Bonding: SEM Comparison of the Resin-dentin Interface in Primary and Permanent Teeth. **J. Dent. Res.**, Alexandria, VA, v. 75, n. 6, p. 1396-1403, June 1996.

OLMEZ, A. et al. Comparison of the Resin-dentin Interface in Primary and Permanent Teeth. **J. Clin. Pediatr. Dent.**, Birmingham, v. 22, n. 4, p. 293-298, Summer 1998.

PASHLEY, D.H.; HORNER, J.; BREWER, P.D. Interactions of Conditioners on the Dentin Surface. **Oper. Dent.**, Seattle, Suppl. 5, p. 137-150, 1992.

PASHLEY, D.H. et al. Adhesion Testing of Dentin Bonding Agents: a Review. **Dent. Mater.**, Washington, v. 11, no. 2, p. 117-125, Mar. 1995.

PASHLEY, D.H.; CARVALHO, R.M. Dentine Permeability and Dentine Adhesion. **J. Dent.**, Kindlington , v. 25, no. 5, p. 355-372, Sept. 1997.

PASHLEY, D.H. et al. Permeability of Demineralized Dentin to HEMA. **Dent. Mater.**, Washington, v. 16, no. 1, p.7-14, Jan. 2000.

PASHLEY, D.H. et al. Solvent-Induced Dimensional Changes in EDTA-demineralized Dentin Matrix. **J Biomed Mater Res.**, v. 56, no. 2, p. 273-281, Aug. 2001.

QVIST, V. Resin Restorations: Leakage, Bacteria, Pulp. **Endod. Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v. 9, no. 4, p. 127-152, Aug. 1993.

RUEGGEBERG, F.A. Substrate for Adhesion Testing to Tooth Structure – Review of the Literature. **Dent. Mater.**, Washington, v. 7, no. 1, p. 2-10, Jan. 1991.

RUEGGEBERG, F.A. et al. Effect of Light Intensity and Exposure Duration on Cure of Resin Composite. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 19, no. 1, p. 26-32, Jan./Feb. 1994.

RUSCHEL, H.C.; CHEVITARESE, O. Density and Diameter of Dentinal Tubules of First and Second Primary Human Molars – Comparative Scanning Electron Microscopy Study. **Pediatr. Dent.**, Chicago, v. 26, no. 3, p. 297-304, Spring, 2002.

SABOIA, V.P.A.; SAITO, S.K.; PIMENTA, L.A.F. Aspectos Micromorfológicos da Interface Adesiva em Função da Variação no Preparo do Espécime. **Pesqui. Odontol. Bras.**, Brazil, v. 14, n. 4, p. 340-344, oct/dec. 2000.

SALAMA, F.S.; TAO, L. Comparison of Gluma Bond Strenght to Primary vs. Permanent Teeth. **Pediatr. Dent.**, Chicago, v. 13, no. 3, p. 163-166, May/Jun. 1991.

SANO, H. et al. Microporous Dentin Zone Beneath Resin-Impregnated Layer. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 19, no. 2, p. 59-64, Apr. 1994a.

SANO, H. et al. Relationship Between Surface Area for Adhesion and Tensile Bond Strength – Evaluation of a Microtensile Bond Test. **Dent. Mater.**, Washington, v. 10, no. 4, p. 236-240, Jul. 1994b.

SANO, H. et al. Nanoleakage: Leakage within the Hybrid Layer. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 20, n. 1, p. 18-25, Jan./Feb. 1995.

SANO, H. et al. Tensile Properties of Resin-infiltrated Demineralized Human Dentin. **J. Dent. Res.**, Alexandria, VA, v. 74, no. 4, p. 1093-1102, Apr. 1995.

SCHREINER, R.F. et al. Microtensile Testing of Dentin Adhesives. **Dent. Mater.**, Washington, v. 14, no. 3, p. -194-201, Jun. 1998.

SHIMADA, Y. et al. Bond Strength of Two Adhesive Systems to Primary and Permanent Enamel. **Oper. Dent.**, Seattle, v. 27, no. 4, p. 403-409, Jul./Aug., 2002.

SUMIKAWA, D.A. et al. Microstructure of Primary Tooth Dentin. **Pediatr. Dent.**, Chicago, v. 21, no. 7, p. 439-444, Nov./Dec. 1999.

SUDSANGIAM, S.; VAN NOORT, R. Do Dentin Bond Strength Tests Serve a Useful Purpose. **J. Adhesive Dent.**, New Malden, v. 1, no. 1, p. 57-67, Spring, 1999.

TAY, F.R.; GWINNETT, A.J.; WEI, S.H.Y. The Overwet Phenomenon: a Scanning Electron Microscopic Study of Surface Moisture in the Acid-Conditioned, Resin-dentin Interface. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v. 9, no. 3, p. 109-114, Jun. 1996.

TAY, F.R. et al. An Ultrastructural Study of the Influence of Acidity of Self-etching Primers and Smear Layer Thickness on Bonding to Intact Dentin. **J. Adhes. Dent.**, New Malden, v. 2, no. 2, p. 83-98, Summer 2000a.

TAY, F.R. et al. Effect of Smear Layers on the Bonding of a Self-etching Primer to Dentin. **J. Adhes. Dent.**, New Malden, v. 2, no. 2, p. 99-116, Summer 2000b.

TAY, F.R. et al. Mechanical Disruption of Dentin Collagen Fibrils During Resin-dentin Bond Testing. **J. Adhes. Dent.**, New Malden, v. 2, no. 3, p. 175-92, Autumn. 2000c.

TAY, F.R.; PASHLEY, D.H. Aggressiveness of Contemporary Self-etching Systems. I: Depth of Penetration Beyond Dentin Smear Layers. **Dent. Mater.**, Washington, v. 17, no. 4, p. 296-308, Jul. 2001.

TELLES, P.D.S.; MACHADO, M.A. A. M.; NÖR, J.E. SEM Study of a Self-etching Primer Adhesive System Used for Dentin Bonding in Primary and Permanent Teeth. **Pediat. Dent.**, v. 23, no. 4, p. 315-320, Jul./Aug. 2001.

TEN CATE, A. R. Histologia Bucal. Desenvolvimento, Estrutura e Função. 2ª ed. Rio de Janeiro, Ed. Guanabara Koogan, 395p, 1988.

TORRES, C.P. et al. Resistência à tração de diferentes sistemas adesivos em dentes decíduos. In: **REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE PESQUISA ODONTOLÓGICA**, 18., 2001, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: SBPqO, 2001. p. 28.

TRIOLO, P.T., SWIFT, E.J.Jr. Shear Bond Strength of Ten Dentin Adhesive Systems. **Dent. Mater.**, Washington, v. 8, no. 6, p. 370-374, Nov. 1992.

VAN MEERBEEK, B. Et al. The Clinical Performance of Adhesives. **J. Dent.**, Kidlington, v.26, no. 1, p 1-20, Jan. 1997.

VAN NOORT, R.; HOWARD, I.C.; CARDEW, G. A Critique of Bond Strength Measurements. **J. Dent.**, Kidlington, v.15, no. 2, p 61-67, Apr. 1989.

VERSLUIS, A.; TANTBIROJN, D.; DOUGLAS, W.H. Do Dental Composites always Shrink Toward the Light? **J. Dent. Res.**, Alexandria, VA, v. 77, no. 6, p. 1435-1445, Jun. 1998.

YOSHIKAWA, T. et al. Effects of Dentin Depth and Cavity Configuration on Bond Strength. **J. Dent. Res.**, Alexandria, VA, v. 78, no. 4, p. 898-905, Apr., 1999.