

RACHEL DE OLIVEIRA ROCHA

**INFLUÊNCIA DAS CICLAGENS TÉRMICA, MECÂNICA E DE pH
NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE SISTEMAS ADESIVOS
À DENTINA DE DENTES DECÍDUOS**

São Paulo

2004

Rachel de Oliveira Rocha

**Influência das ciclagens térmica, mecânica e de pH
na resistência de união de sistemas adesivos
à dentina de dentes decíduos**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, para obter o título de Doutor pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia.

Área de Concentração: Odontopediatria

Orientadora: Profa. Dra. Célia Regina Martins Delgado Rodrigues

São Paulo

2004

FOLHA DE APROVAÇÃO

Rocha RO. Influência das ciclagens térmica, mecânica e de pH na resistência de união de sistemas adesivos à dentina de dentes decíduos [Tese de Doutorado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2004.

São Paulo, 16/12/2004

Banca Examinadora

1) Prof(a). Dr(a). _____

Titulação: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

2) Prof(a). Dr(a). _____

Titulação: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

3) Prof(a). Dr(a). _____

Titulação: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

4) Prof(a). Dr(a). _____

Titulação: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

5) Prof(a). Dr(a). _____

Titulação: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

Àqueles que, mesmo há quilômetros, estiveram ao meu lado todos os dias e que,
somente por eles e com eles eu consegui chegar até aqui!

À meus pais, Luciano e Neuza

À minha querida irmã Eliza

Àquele que esteve ao meu lado em todos os momentos

Ao meu amor, Fabio

AGRADECIMENTOS

No ano 2000, quando iniciei a Pós Graduação, eu jamais poderia imaginar o número de pessoas que cruzariam o meu caminho e, menos ainda, o infinitamente maior número que marcariam a minha vida... Seria impossível nomear todas elas nas poucas páginas desta tese, mas, alegre-me o fato de que, muito embora eu não consiga citar todos os nomes, expressar toda a minha gratidão e admiração, levarei todas elas junto comigo, no meu coração, por toda a minha vida.

À minha orientadora, Célia Regina Martins Delgado Rodrigues

Como é difícil (eu até diria impossível) agradecê-la! Todos os elogios, as palavras de admiração e agradecimento, que eu poderia agora listar, já foram incontáveis vezes escritas por todos os que tiveram a oportunidade de tê-la como professora. Minha eterna gratidão pela idealização e orientação desta tese, e, principalmente, por dividir seus conhecimentos, pelas incontáveis oportunidades, pela confiança, carinho e amizade. Sua sabedoria, afetividade e serenidade são características marcantes que nortearão minha conduta profissional e pessoal para sempre. Muito obrigada!

À Universidade Federal de Santa Maria – Onde tudo começou...Tentarei retribuir com muito trabalho todos estes anos que estive afastada. Aos meus colegas de disciplina, Beatriz Unfer, Júlio Zencker (Julinho), Renan Rademacher e Ubiratan Costa (Bira) muito obrigada pela confiança e estímulo.

À Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo – Um mundo de conhecimento, oportunidades e realizações...

Ao Departamento de Ortodontia e Odontopediatria, pela oportunidade de realizar o Curso de Doutorado.

Aos professores da Disciplina de Odontopediatria da FOU SP

Poderia individualmente expressar toda a minha eterna gratidão, mas faço à todos – Prof. Antonio Carlos Guedes Pinto, Profa. Maria Salete Nahás Pires Corrêa, Profa. Ana Lídia Ciamponi, Prof. José Carlos Petorossi Imparato, Prof. Marcelo Bonecker e Profa. Marcia Turolla Wanderley – juntos, porque assim os tenho no mais alto posto de todos os meus ídolos. Muito obrigada por todo o conhecimento transmitido e pelas inúmeras oportunidades. Sou ainda mais grata pela chance de compartilhar momentos simples da vida de vocês, que para mim foram valiosos.

Aos meus colegas de Doutorado – Cláudia, Cristina, Daniela, Eliana, Fausto, Henrique, Renata, Symonne e, ainda, todos os colegas da “turma nova” - Adriana, Alessandra, Ana Paula, Daniela Forlin, Fernadinha Nahás, Fernanda, Francisco, Luciana Butini, Luciana Sanglard, Marize, Monique, Ricardo, Sandra, Selma e Thiago – obrigada por todos os momentos que passamos juntos.

Aos funcionários Júlio, Conceição e Fátima por tornarem mais fáceis os dias em que tudo parece dar errado e pelos momentos de descontração proporcionados.

À Marize Paiva, pela ajuda de sempre e paciência infinita.

Ao Departamento de Materiais Dentários – Pelo uso dos equipamentos, do laboratório e pela possibilidade da minha presença constante.

Ao Prof. Leonardo Eloy Rodrigues Filho, que com todo o seu conhecimento e paciência, possibilitou a realização desta pesquisa e muito contribuiu com a minha formação.

À Profa. Rosa Helena Miranda Grande, por contribuir com a minha formação e, principalmente, pelo exemplo de seriedade e competência.

Ao Prof. Antônio Muench, exemplo de mestre que eu (e todos!) espero seguir....
pela ajuda de sempre em todas as minhas “dúvidas estatísticas”.

Ao Antônio (“Sr. Antônio”), Sílvio (“Sr. Sílvio”) e Rosa Cristina (Rosinha) pela ajuda, dedicação e paciência!

À bibliotecária Glauci Damasio Fidelis, pela competente correção bibliográfica.

Ao Fausto Medeiros Mendes, exemplo de competência e dedicação, pela valiosa colaboração no preparo de litros e litros das soluções...

Ao Ricardo Takiy Sekiguchi, pela ajuda com o *abstract*.

A todos que me ajudaram na coleta de dentes, para que eu pudesse minimizar o prejuízo dado ao Banco de Dentes (obrigada Prof. Imparato!) – em especial à Daniela Raggio, Clarissa Calil, Juliana Kobayashi.

Àqueles que há muito deixaram de ser meus colegas e estiveram comigo nos momentos difíceis e principalmente, dividiram todas as alegrias – Daniela Raggio, minha grande AMIGA, com todo o significado dessa palavra, Luciana Butini Oliveira Sakita, companheira de todas as horas, Thiago Ardenghi, amigo do peito, Marcia Wanderley, amiga e incentivadora, muito obrigada por fazerem parte da minha vida.

À minha família paulista, Jorge, Vanda, Ricardo e Luiza.

Ao Fabio Zovico Maxnuck Soares por ter, junto comigo, realizado este trabalho, suportado minhas reclamações, ouvido todos os lamentos e por, em todas as horas (mesmo as desesperadoras!), ter falado: calma, tudo vai dar certo!

À todos que estiveram ao meu lado e contribuíram para a concretização deste tão sonhado ideal.

Muito obrigada !!!!!!!

Rocha RO. Influência das ciclagens térmica, mecânica e de pH na resistência de união de sistemas adesivos à dentina de dentes decíduos [Tese de Doutorado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2004.

RESUMO

Nesta pesquisa foi realizada a avaliação da influência das ciclagens térmica, mecânica e de pH na resistência de união de sistemas adesivos à dentina de dentes decíduos. Para tal, cavidades oclusais foram preparadas em 80 molares decíduos e restauradas com os sistemas adesivos Single Bond e Clearfil SE Bond e resina composta Z100. Os dentes restaurados com cada um dos sistemas adesivos foram divididos em oito grupos (n= 5), de acordo com as condições de tratamento: ciclagem térmica (2000 ciclos, 5°C e 55°C), ciclagem de pH (10 ciclos, 8 horas de imersão em solução desmineralizadora e 16 em solução remineralizadora), ciclagem mecânica (100.000 ciclos, 8 kg), térmica/pH, térmica/mecânica, pH/mecânica e térmica/pH/mecânica, além do grupo controle. Os dentes foram seccionados perpendicularmente à interface de união e foram obtidos espécimes com área de superfície aderida com cerca de 0,8 mm². Os espécimes foram submetidos ao teste de microtração e à análise do padrão de fratura em microscopia eletrônica de varredura. Os valores obtidos, expressos em MPa, foram submetidos à Análise de Variância (p < 0,05). Não foram encontradas diferenças estatísticas significantes na comparação entre os sistemas adesivos avaliados nem para os grupos submetidos à aplicação dos estresses térmico, mecânico e térmico/pH. Os demais grupos apresentaram valores de resistência de união inferiores àqueles obtidos pelo grupo controle (p < 0,05). Fraturas do tipo adesiva/mista foram as mais prevalentes (95,9%). A resistência de união dos sistemas adesivos avaliados é negativamente influenciada pela aplicação combinada das tensões com naturezas distintas.

Palavras-Chave: Adesivos dentinários – Análise do estresse dentário – Dente decíduo – Materiais dentários

Rocha RO. Thermal, mechanical load and pH cycling influence on adhesive systems bond strength to primary dentin [Tese de Doutorado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2004.

ABSTRACT

The influence of thermal, mechanical load and pH cycling on adhesive systems bond strength to primary dentin was evaluated. Occlusal cavities in 80 primary molars were prepared with diamond bur and restored with Single Bond and Clearfil SE Bond adhesive systems and Z100 composite. Teeth restored with each adhesive system were shared into eight groups according treatment condition: thermal cycling (2000 cycle, 5°C and 55°C), pH cycling (10 cycles, demineralization solution immersion to 8 hours and 16 hours in remineralization solution), mechanical load cycling (100.000 cycles, 8kg), thermal/pH, thermal/mechanical load, pH/mechanical load and thermal/pH/mechanical load, besides control groups. The teeth were transversally sectioned in two axis rendering 0,8mm² stick shaped specimen. Sticks were then submitted to microtensile bond testing with a crosshead speed of 1mm/min. Fracture analysis was performed by scanning electron microscopy. Bond strength means expressed in MPa were submitted to two-way ANOVA ($p < 0.05$). No statistically significant differences were found between the adhesive systems nor to thermal, mechanical load and thermal/pH stresses groups. Lower bond strength values were found to other groups compared to control ($p < 0.05$). Adhesive/mixed failures were prevalent (95.9%). Bond strengths of evaluated adhesive systems were negatively influenced by distinct tension application.

Keywords: Dentin-bonding agents – Dental stress analysis – Primary tooth – Dental materials

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 4.1 – Seqüência dos procedimentos restauradores.....37
- Figura 4.2 – Seqüência de preparo dos corpos de prova para o teste de microtração.....38
- Figura 5.1 – Fotomicrografia de espécime pertencente ao grupo SE T/pH/M o qual apresentou fratura do tipo adesiva/mista (50x).....44
- Figura 5.2 – Aspecto ampliado (6000x) do espécime fraturado mostrando fratura na camada híbrida e na camada de adesivo.....44

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1 – Médias dos valores de resistência de união (MPa) e desvios padrão para os grupos experimentais.....	39
Tabela 5.2 – Número de espécimes perdidos e percentuais correspondentes por grupo experimental.....	40
Tabela 5.3 – Análise de Variância para os valores médios da resistência de união dos grupos experimentais.....	41
Tabela 5.4 – Valores médios para os grupos experimentais, de acordo com o tratamento, e valor crítico de Tukey para contraste, com nível de significância de 5%.....	42

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 5.1 – Percentual de fraturas classificadas conforme o padrão (adesiva/mista, coesiva em dentina e coesiva em resina) após análise em microscopia eletrônica de varredura para os grupos experimentais do sistema adesivo Single Bond.....43

Gráfico 5.2 – Percentual de fraturas classificadas conforme o padrão (adesiva/mista, coesiva em dentina e coesiva em resina) após análise em microscopia eletrônica de varredura para os grupos experimentais do sistema adesivo Clearfil SE Bond.....43

LISTA DE QUADROS

- Quadro 4.1 – Sistemas adesivos e resina composta utilizados e suas respectivas composições, fabricantes e lotes.....28
- Quadro 4.2 – Grupos experimentais divididos de acordo com o sistema adesivo e tratamento.....31
- Quadro 4.3 – Composição das soluções utilizadas na ciclagem de pH.....33

SUMÁRIO

p.

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 REVISÃO DA LITERATURA	16
3 PROPOSIÇÃO.....	26
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	27
5 RESULTADOS.....	39
6 DISCUSSÃO.....	45
7 CONCLUSÕES.....	56
REFERÊNCIAS.....	57
ANEXO.....	65

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos cinqüenta anos, conceitos outrora impensáveis têm constituído desafios aos conceitos tradicionais da Odontologia, a começar pelos princípios biomecânicos dos preparos cavitários à filosofia de mínima intervenção. Nesta evolução, o desenvolvimento de materiais restauradores com propriedades de adesão aos tecidos dentários representou marco importante e decisivo. Isto porque o uso de materiais adesivos permite a realização de restaurações com mínimo desgaste e, com isso, máxima preservação da estrutura dentária.

Aliado a isso, a valorização da aparência e da beleza na sociedade contemporânea fomenta a busca pela estética e, hoje, restaurações imperceptíveis são possíveis, dado o grau de desenvolvimento tecnológico dos materiais e técnicas restauradoras.

A evolução dos sistemas adesivos tem acompanhado as tendências não só da Odontologia, mas da vida moderna, que exige simplificação e rapidez. Os sistemas adesivos atuais oferecem a possibilidade de atuação simultânea no esmalte e na dentina, muito embora de formas distintas e com mais complexidade no substrato dentinário, em razão das suas características estruturais e alterações fisiopatológicas.

As particularidades da dentina como substrato para adesão têm suscitado inúmeras avaliações do desempenho dos sistemas adesivos, bem como das interações destes materiais com esse substrato. Ainda, o ambiente bucal constitui condição desafiadora à longevidade das restaurações, fortemente influenciada pelas condições adversas de temperatura, cargas mecânicas e variações de pH.

É propósito também da Odontopediatria ocupar-se do estudo dos sistemas adesivos, não só pelo fato de existirem diferenças entre a dentina de dentes decíduos e permanentes, mas em razão dos índices de cárie dentária na infância, que fazem da restauração destas lesões, ainda, rotina clínica. Apesar disso, relativamente pequeno é o número de trabalhos que avaliaram a resistência de união de sistemas adesivos à dentina de dentes decíduos e, não bastasse, com resultados controversos.

Assim, a realização desta pesquisa foi motivada pelo interesse em contribuir com o estudo dos sistemas adesivos, em especial, da sua aplicação em dentes decíduos.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Assim como na sociedade humana, fatos marcantes motivaram significativas mudanças na Odontologia. Momentos históricos como a proposta do condicionamento ácido do esmalte dentário (BUONOCORE, 1955), do condicionamento ácido da dentina (FUSAYAMA et al., 1979), a descrição da camada híbrida, terminologia pela qual é conhecida a zona de interdifusão resina-dentina (NAKABAYASHI; KOJIMA; MASUHARA, 1982), e a possibilidade da adesão ao substrato dentinário úmido (KANCA, 1992) determinaram novos paradigmas restauradores que possibilitam, especialmente, maior preservação dos tecidos dentários, pois os princípios mecânicos dos preparos cavitários são minimizados diante do desenvolvimento de materiais restauradores com propriedades adesivas.

Ao mesmo tempo, a estética, condição que cada vez mais pertence aos anseios do homem contemporâneo, impulsionou o desejo de substituir o amálgama de prata, outrora material de eleição para restaurações dentárias diretas em dentes posteriores, pelas resinas compostas e outros materiais com características de cor, translucidez e brilho próximas às dos dentes.

Desde o desenvolvimento do primeiro sistema adesivo nos anos 50, muitas pesquisas têm sido realizadas na tentativa de aprimorar a qualidade da adesão aos substratos dentários. Isso porque a adesão em dentina, diferentemente que em esmalte, é um processo complexo e pouco previsível (FRANKENBERGER et al., 2001; NIKOLAENKO et al., 2004), altamente influenciado pela complexidade do substrato, composto por cerca de 20% de água e 30% de matriz orgânica em volume (MARSHALL JR et al., 1997), apresenta estrutura tubular, além de variações

regionais importantes (INOUE et al., 2003; GIANNINI; SOARES; CARVALHO, 2004). Além disso, a dentina sofre alterações decorrentes de processos fisiopatológicos (MARSHALL JR et al., 1997).

Os procedimentos adesivos em dentina fundamentam-se na formação da camada híbrida (NAKABAYASHI; KOJIMA; MASUHARA, 1982), região onde ocorre a infiltração da resina adesiva entre as fibrilas colágenas e que tem sido apontada como fator importante na adesão a esse substrato (PASHLEY; CARVALHO, 1997; WANG; SPENCER, 2003).

Para que ocorra a formação da camada híbrida, a desmineralização do substrato com a criação de microporosidades é fundamental (VAN MEERBECK et al., 2003). Ademais, a formação de uma camada de debris - lama dentinária (*smear layer*) (EICK et al., 1970) aderida à superfície dentinária, quando instrumentada, constitui outro fator a ser considerado quando da adesão a esse substrato.

O condicionamento ácido da dentina é considerado como uma etapa clínica crítica, em razão da necessidade do procedimento de lavagem para eliminar o agente condicionador e da exigência da manutenção da umidade intrínseca da dentina (PASHLEY; CARVALHO, 1997; TAY; GWINNETT; WEI, 1996). Os erros decorrentes deste passo operatório podem estar relacionados à desidratação da dentina e conseqüente colapso das fibrilas colágenas, com redução da infiltração da resina adesiva. Igualmente, a umidade residual excessiva (TAY; GWINNETT; WEI, 1996) pode dificultar a ação dos monômeros hidrofílicos da resina adesiva, pela diluição desses componentes (PASHLEY; CARVALHO, 1997). Desse modo, o espectro de umidade da dentina pode influenciar a resistência de união e é variável para sistemas adesivos distintos (REIS et al., 2003).

A despeito do grande número de sistemas adesivos disponíveis no comércio, novos produtos são constantemente lançados, com possíveis vantagens sobre seus antecessores (TANUMIHARJA; BURROW; TYAS, 2000). A simplificação da técnica com redução do tempo necessário para sua aplicação representa uma das principais características dos materiais (LOPES et al., 2002), que incluem os chamados sistemas de frasco único, que combinam *primer* e adesivo em um único frasco. Além desses, há os sistemas autocondicionantes, que suprimem a etapa do condicionamento ácido prévio do substrato (FRANKENBERGER et al., 2001; TAY et al., 2002), pois, com a aplicação de monômeros acídicos, obtém-se simultaneamente, a desmineralização dos componentes inorgânicos e a infiltração da resina adesiva nas fibrilas colágenas da dentina (VAN MEERBEEK et al., 2003), com a incorporação da lama dentinária na camada híbrida. Isso reduz a sensibilidade da técnica em função da não necessidade do condicionamento ácido da dentina como um passo operatório crítico (LI; BURROW; TYAS, 2002a). Ademais, a possibilidade de discrepância entre os processos de desmineralização da dentina e a infiltração da resina adesiva (PHRUKKANON; BURROW; TYAS, 1999; SANO et al., 1995), inerente aos sistemas que exigem condicionamento ácido prévio, é reduzida (GORDAN et al., 1997; VAN MEERBECK et al., 2003) e, com isso, as falhas decorrentes de erros na técnica adesiva são minimizadas.

Não obstante a existência de duas categorias de sistemas autocondicionantes, os sistemas de dois passos, que constam de um *primer* ácido e resina adesiva, e os de passo único, com a aplicação de uma única solução (TAY et al., 2002), neste trabalho, as considerações serão relativas somente aos sistemas de dois passos.

A indicação clínica dos novos sistemas adesivos, em que pesem aquelas já referidas vantagens sobre os sistemas convencionais, depende da performance adesiva desses sistemas. A resistência de união à estrutura dentária é um importante indicativo da efetividade dos sistemas adesivos, pois possibilita ao material resistir às forças geradas pela contração de polimerização das resinas compostas (VAN MEERBEEK et al., 1998), bem como às solicitações térmicas, mecânicas e de pH, presentes constantemente na cavidade bucal, que podem provocar a formação de fendas (VAN MEERBEEK et al., 1998; 2003) e conseqüentemente, microinfiltração, recidiva de lesão de cárie e sensibilidade pós-operatória (EICK et al., 1997).

A contração das resinas compostas, efeito inerente ao processo de polimerização, pode gerar tensões com o poder de romper a união do sistema adesivo às paredes cavitárias (CARVALHO et al., 1996; YOSHIKAWA et al., 1999). A magnitude das tensões geradas durante a contração de polimerização das resinas compostas depende do fator de configuração da cavidade ou fator C, expresso pela razão entre a área de superfícies aderidas e livres (FEILZER; DE GEE; DAVIDSON, 1987; 1993). Quanto maior o fator C, maior a competição entre a resistência de união dentina/resina e as forças de contração de polimerização (CARVALHO et al., 1996; YOSHIKAWA et al., 1999). Essa competição entre o estresse mecânico da polimerização das resinas e a união do adesivo nas paredes das cavidades é uma das principais causas de microinfiltração observada nas restaurações de resinas compostas (FEILZER; DE GEE; DAVIDSON, 1987).

Os testes de resistência de união são meios simples e efetivos de avaliar os sistemas adesivos (BURROW; NOPNAKEEPPONG; PHRUKKANON, 2002; VAN NOORT et al., 1989) e têm sido utilizados com essa finalidade há muito tempo.

Al-Salehi e Burke (1997) avaliaram cinqüenta artigos publicados acerca da resistência de união de sistemas adesivos e verificaram que a maioria (80%) utilizou testes de cisalhamento para avaliar tal condição. Entretanto, o número de falhas coesivas resultantes da aplicação dos testes de cisalhamento e de tração (CADROY; BOJ; GARCIA-GODOY, 1997; EL-KALLA; GARCIA-GODOY, 1998) pode não refletir a real resistência da interface, principalmente quando os valores de resistência de união superam 10 Mega Pascal (MPa) (PASHLEY et al., 1995; VAN MEERBECK et al., 2003). Os testes de tração e de cisalhamento utilizam amplas áreas de secção transversal e, portanto, maiores são as variações do substrato e também, os defeitos intrínsecos do procedimento adesivo (SANO et al., 1994). Com isso, a concentração de tensões em torno desses defeitos pode ocasionar a fratura dos espécimes, resultando em baixos valores de resistência de união (SUNDSANGIAM; VAN NOORT, 1999). Em vista disso, esses testes, a despeito da simplicidade de execução, poderiam ser considerados inadequados para se avaliarem as propriedades dos sistemas adesivos (PASHLEY; CARVALHO, 1997; SUDSANGIAM; VAN NOOR, 1999; VERSLUIS; TANTBIROJN; DOUGLAS, 1997).

A partir de 1994, o teste de microtração proposto por Sano et al. tem sido eleito para avaliar a resistência de união de distintos materiais aos substratos dentários. Isso se, em parte, à distribuição não uniforme de tensões na interface adesiva quando da realização de testes de tração e de cisalhamento convencionais (SUDSANGIAM; VAN NOORT, 1999; VAN NOORT et al., 1989). Já no teste de microtração, a carga de tração aplicada à interface de união de secções diminutas, em espécimes em forma de ampulheta ou de palitos, geraria tensões distribuídas de forma mais uniforme (CARDOSO et al., 2002b; PASHLEY et al., 1999; PHRUKKANON; BURROW; TYAS, 1998; SHONO et al., 1997). Altos valores de

resistência de união são obtidos nos testes de microtração, sendo a resistência da interface inversamente proporcional à área de superfície aderida (SANO et al., 1994).

O teste de microtração apresenta também como vantagem a possibilidade de avaliar a resistência de união em diferentes regiões do mesmo substrato (PASHLEY et al., 1999; VAN MEERBECK et al., 2003), em superfícies irregulares (ABO; UNO; SANO, 2004; PASHLEY et al., 1995) e em substratos como dentina alterada pela lesão de cárie ou esclerótica (CEBALLOS et al., 2003; VAN MEERBECK et al., 2003).

Essa metodologia permite, ainda, avaliar a resistência de união em cavidades, condição muito próxima da situação clínica, o que não é possível por meio dos convencionais testes de tração e de cisalhamento. Isso é relevante também por aproximar a condição do fator C (MALLMANN et al., 2003; NIKAIDO et al., 2002b; NIKOLAENKO et al., 2004; YOSHIKAWA et al., 1999).

A longevidade da união adesiva é um assunto que desperta grande interesse, pois a degradação dessa interface pode resultar em microinfiltração e, conseqüentemente, comprometer a durabilidade da restauração (SANO et al., 1994).

A literatura é unânime em afirmar que a união resina-dentina sofre deterioração ao longo do tempo (KOSHIRO et al., 2004), em função da presença de fibras colágenas não infiltradas ou apenas parcialmente, suscetíveis à degradação (ARMSTRONG et al., 2003; HASHIMOTO et al., 2000; PASHLEY et al., 2004). Não obstante, dúvidas persistem com relação ao comportamento dos sistemas autocondicionantes ao longo do tempo, pois a degradação hidrolítica da camada híbrida também ocorre (ARMSTRONG et al., 2003).

Grande parte das investigações acerca da resistência de união dos sistemas adesivos é realizada a curto prazo após a realização dos procedimentos adesivos, comumente 24 horas. No entanto, mudanças térmicas, cargas mastigatórias e alterações constantes de pH são eventos ordinários do ambiente bucal e constituem severos desafios à integridade e durabilidade da união dentina-resina (DE MUNCK et al., 2003; SANO et al., 1999).

Metodologias laboratoriais que utilizam diferentes tipos de tensões são importantes na tentativa de simular os desafios clínicos. Isso se torna fundamental, pois estudos clínicos, apesar de representarem os melhores métodos de avaliação do desempenho desses materiais, requerem longo tempo (PHRUKKANON; BURROW; TYAS, 1998; TANUMIHARJA; BURROW; TYAS, 2000) e, aliado a rápida evolução dos materiais, torna-os, muitas vezes, inviáveis e dificultam a comparação dos resultados obtidos (BEDRAN-DE-CASTRO et al., 2004).

Os ensaios de ciclagem térmica e mecânica têm sido utilizados em pesquisas laboratoriais, inclusive com dentes decíduos (ELKINS; MCCOURT, 1993; HOSOYA et al., 1997), como uma forma de simular as tensões da cavidade bucal (MIYAZAKI et al., 1998; NIKAIDO et al., 2002a), acelerando o envelhecimento a fim de prever a longevidade das restaurações (ABO; UNO; SANO, 2004).

Entretanto, a quantidade de ciclos, temperaturas e cargas empregadas são altamente variáveis e dificultam comparações. Como conseqüência, resultados controversos são encontrados na avaliação do efeito das ciclagens térmica (BEDRAN-DE-CASTRO et al., 2004; MYIAZAKI et al., 1998; NIKAIDO et al., 2002a) e mecânica (LI; BURROW; TYAS, 2002b; NIKAIDO et al., 2002a).

O uso da ciclagem térmica tem mostrado resultados conflitantes em estudos de microinfiltração (AGUIAR et al., 2003; BEDRAN-DE-CASTRO et al., 2004; LI;

BURROW; TYAS, 2002a, b) e resistência de união por cisalhamento (BEDRAN-DE-CASTRO et al., 2004) já que diferenças entre espécimes submetidos ou não a este tipo de solicitação não foram encontradas.

A ação das tensões térmicas associadas às mecânicas parece reduzir os valores de resistência de união de sistemas adesivos à dentina bovina, o que não ocorre quando são aplicados isoladamente (BEDRAN-DE-CASTRO et al., 2004).

Ainda que incomuns em avaliações da resistência de união de sistemas adesivos, os modelos experimentais que simulam o desenvolvimento de lesões de cárie têm sido amplamente utilizados para a determinar a eficácia da liberação de fluoretos dos materiais restauradores (FEATHERSTONE, 1996; RODRIGUES, 2003; TEN CATE; DUIJSTERS, 1982).

A despeito do considerável número de pesquisas que avaliaram a resistência de união de diferentes sistemas adesivos à dentina de dentes humanos (ARMSTRONG et al., 2003; HASHIMOTO et al., 2003; PASHLEY et al., 1995; PHRUKKANON; BURROW; TYAS, 1999; SANO et al., 1994; SCHREINER et al., 1998), poucos estudos utilizaram dentes decíduos (AGOSTINI; KAADEN; POWERS, 2001; BURROW et al., 2002; HOSOYA et al., 1997; SENAWONGSE et al., 2004).

Além das evidentes discrepâncias de tamanho, diferenças na composição, densidade tubular, umidade intrínseca e permeabilidade dentinária existem entre dentes permanentes e decíduos, o que talvez possa influenciar na performance dos sistemas adesivos (ARAÚJO; GARCIA-GODOY; ISSAO, 1997; HOSOYA et al., 1997; KOUTSI et al., 1994; NÖR et al., 1996).

Nör et al. (1997) observaram que a dentina de dentes decíduos é mais reativa ao condicionamento ácido quando comparada à de dentes permanentes, e sugeriram protocolos distintos para o uso dos sistemas adesivos no substrato

decíduo. Resultados aparentemente contraditórios foram obtidos por Burrow, Nopnakeepong e Phrukkanon (2002), em análises por microscopia eletrônica de transmissão. Esses autores verificaram a formação de uma camada híbrida menos espessa quando do uso de sistema adesivo com condicionamento ácido na dentina de dentes decíduos. Por outro lado, avaliações em microscopia eletrônica de varredura da interface de união de sistemas adesivos com condicionamento ácido mostram que a ação do agente condicionador é similar na dentina de dentes decíduos e permanentes, com formação de camada híbrida com espessura igual (SENAWONGSE et al., 2004).

No entanto, a espessura da camada híbrida não é fator crucial na resistência de união à dentina (BURROW; NOPNAKEEPONG; PHRUKKANON, 2002; YOSHIYAMA et al., 1996). Isso pode ser claramente observado quando do uso de sistemas adesivos autocondicionantes, que apresentam valores de resistência de união similares ou mesmo superiores àqueles dos sistemas convencionais, porém com formação de camadas híbridas significativamente mais tênues (VAN MEERBEEK et al., 2003).

Alguns trabalhos mostraram desempenho inferior dos sistemas adesivos em dentina de dentes decíduos (EL-KALLA; GARCIA-GODOY, 1998; SALAMA; TAO, 1991; SENAWONGSE et al., 2004). Outros mostraram resultados similares para a dentina de dentes decíduos e permanentes (AGOSTINI; KAADEN; POWERS, 2001; BAGHDADI, 2001; FAGAN et al., 1986) e ainda resultados superiores em dentina decídua (HOSOYA et al., 1996). Contudo, esses estudos utilizaram testes de tração, de cisalhamento ou de microcisalhamento, o que dificulta a comparação dos resultados.

Ainda mais escassos são os trabalhos que avaliam a resistência de união de sistemas adesivos pela técnica de microtração. Burrow, Nopnakeepong, Phrukkanon (2002) verificaram, por meio do teste de microtração, que os valores de resistência de união de sistemas adesivos de dois passos, com condicionamento ácido, foram similares para a dentina de dentes decíduos e permanentes. A durabilidade da união à dentina de dentes decíduos foi avaliada em estudo clínico realizado Hashimoto et al. (2000), que observaram degradação da união com redução nos valores de resistência adesiva, avaliados em metodologia de microtração.

Com base na literatura vigente, foi objetivo deste estudo avaliar o desempenho de sistemas adesivos em dentina de dentes decíduos quando submetidos a tensões de naturezas distintas.

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo deste trabalho foi avaliar, por meio de ensaio de microtração, a influência das ciclagens térmica, mecânica e de pH na resistência de união de dois sistemas adesivos, de passo único com condicionamento ácido e autocondicionante de dois passos, à dentina de dentes decíduos.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O protocolo de pesquisa do presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, previamente a sua realização (Anexo A).

4.1 Descrição geral

A resistência de união dentina - resina composta foi determinada pela avaliação da carga máxima suportada por meio do teste de microtração.

A fim de avaliar o possível efeito de tensões de naturezas distintas na degradação da interface adesiva e, assim, na resistência de união, foram realizadas ciclagens térmica, de pH e mecânica. Cada tratamento e suas associações definiram o delineamento experimental, descrito a seguir.

Foram empregados 80 dentes decíduos humanos (segundos molares), fornecidos pelo Banco de Dentes Humanos da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo. Os dentes foram selecionados seguindo o critério de inclusão de ausência de lesão de cárie, restaurações, trincas ou opacidades, condições avaliadas por meio de exame visual. Após a seleção, os dentes foram limpos com pasta de pedra-pomes e água aplicada com escova de Robinson em baixa rotação, e armazenados em água destilada em temperatura ambiente, pelo período mínimo de 30 dias, com trocas semanais da solução de armazenamento.

Os sistemas adesivos e a resina composta utilizados, bem como suas composições, fabricantes e lotes são descritos no Quadro 4.1.

	Single Bond	Clearfil SE Bond	Z100
Material	Sistema adesivo de dois passos com condicionamento ácido	Sistema adesivo de dois passos autocondicionante	Resina composta cor A 3.5
Composição	Agente condicionador ácido fosfórico 35% (gel) Bis-GMA, HEMA, dimetacrilatos, copolímero dos ácidos poliacrílico e poliitaconico, água, etanol e fotoiniciadores	<i>Primer</i> – MDP, HEMA, dimetacrilatos hidrofílicos, canforoquinona, água, N,N-dietanol-p-toluidina <i>Bond</i> – MDP, HEMA, Bis-GMA, dimetacrilatos hidrófobos, canforoquinona, N,N-dietanol-p-toluidina, sílica coloidal	Bis-GMA, TEGDMA, zircônia, sílica
Fabricante	3M ESPE St. Paul, MN, EUA	Kuraray Medical Inc. Tóquio, Japão	3M ESPE St. Paul, MN, EUA
Lote	3HY	51169	3GY/3HK

Bis-GMA – bisfenol A diglicidil eter metacrilato
 HEMA – 2-hidroxietil metacrilato
 MDP – 10-metacriloxil decil dihidrogenfosfato

Quadro 4.1 – Sistemas adesivos e resina composta utilizados e suas respectivas composições, fabricantes e lotes

4.2 Preparo dos corpos de prova

O preparo dos corpos de prova foi realizado da mesma maneira para todos os grupos experimentais, os quais foram constituídos de 5 dentes, divididos ao acaso.

Primeiramente, os dentes tiveram as cúspides aplanadas em lixa de carbetto de silício de granulação 180, sob refrigeração contínua, em lixadeira manual (Ecomet[®] 4, Buehler Ltd., EUA) a fim de facilitar os procedimentos subsequentes de delimitação e preparo das cavidades.

4.2.1 Execução das cavidades

Cavidades oclusais com dimensões de 4mm x 4mm x 2mm foram realizadas com pontas diamantadas (1093, KG Sorensen, Brasil) em turbina de alta rotação, com irrigação constante. A fim de facilitar a padronização das cavidades, esse procedimento foi realizado em dispositivo composto por suporte para turbina de alta rotação e por base fixadora, que permitiu manter as superfícies oclusais perpendiculares ao longo eixo da ponta diamantada, além de ter possibilitado a realização de movimentos horizontais ântero-posteriores em lateralidade, com precisão de 0,1 mm. Para permitir a adaptação dos dentes ao suporte do dispositivo, eles foram fixados com cera pegajosa em base de resina acrílica. Ao fim, as dimensões das cavidades foram aferidas com paquímetro digital (MT-00855, Uyustools Professional, EUA). Possíveis irregularidades foram eliminadas com o uso da mesma ponta diamantada, adaptada em micromotor e contra-ângulo, em baixa rotação. Cada ponta diamantada foi utilizada no preparo e acabamento de dois dentes. Após o procedimento de acabamento, as cavidades foram lavadas com água destilada e o procedimento restaurador, realizado imediatamente.

4.2.2 Procedimentos restauradores

Nesse momento, os dentes com as cavidades já preparadas foram divididos aleatoriamente em dois grandes grupos, de acordo com o sistema adesivo utilizado - Single Bond ou Clearfil SE Bond. Os materiais foram utilizados conforme descrito a seguir, seguindo-se ao máximo as instruções fornecidas pelos fabricantes.

4.2.2.1 Procedimentos restauradores – grupo Single Bond

Para o grupo Single Bond, o condicionamento prévio dos substratos esmalte e dentina foi realizado com gel de ácido fosfórico a 35% (Scotch Etchant, 3M ESPE, EUA), por 15 segundos. A lavagem das cavidades foi feita com água destilada, em volume padrão de 20 mililitros, e o excesso eliminado com papel absorvente, de modo a deixar a superfície dentinária visivelmente úmida. O sistema adesivo foi aplicado em duas camadas consecutivas, com aplicador do tipo *Microbrush*[®], totalmente saturado com o material. Para a evaporação do solvente contido nesse sistema, foram aplicados jatos de ar comprimido por 10 segundos, à distância de 20 centímetros. A fotoativação foi realizada por 10 segundos, com o aparelho QHL 75 Curing Lite (Dentsply, EUA) com intensidade de luz de 500 mW/cm², aferida a cada quadro dentes restaurados.

4.2.2.2 Procedimentos restauradores – grupo Clearfil SE Bond

O sistema Clearfil SE Bond, composto por *primer* e agente de união, não requer condicionamento prévio do substrato e, portanto, foi aplicado logo após a execução das cavidades. O *primer* desse sistema foi aplicado e mantido na cavidade por 20 segundos, antes da evaporação do solvente com jatos de ar pelo mesmo período, a 20 centímetros de distância. Seguidamente, foi realizada a aplicação do agente de união, com aplicador do tipo *Microbrush*[®], saturado na solução. Antecedendo a fotoativação (10 segundos, aparelho QHL 75 Curing Lite/Dentsply, 500 mW/cm²), jatos de ar comprimido foram aplicados por 5 segundos, a fim de uniformizar a camada do agente de união.

As cavidades foram restauradas com a resina composta, inserida em dois incrementos horizontais, com 1 mm de espessura cada, e fotoativados individualmente por 40 segundos (aparelho QHL 75 Curing Lite/Dentsply, 500 mW/cm²).

Os dentes restaurados, designados doravante por corpos de prova, foram armazenados em água destilada a 37° C, por 24 horas.

A seqüência dos procedimentos restauradores está ilustrada na Figura 4.1, ao fim deste capítulo.

4.3 Grupos experimentais

Os corpos de prova foram divididos em 16 grupos experimentais, de acordo com o sistema adesivo utilizado e o tratamento, como mostrado no Quadro 4.2.

Tratamento	Single Bond	Clearfil SE Bond
Controle (sem tratamento)	SB – C	SE – C
Térmico	SB – T	SE – T
pH	SB – pH	SE – pH
M	SB – M	SE – M
Térmico + pH	SB – T/pH	SE – T/pH
Térmico +M	SB – T/M	SE – T/M
pH + Mecânico	SB – pH/M	SE – pH/M
Térmico + pH + Mecânico	SB – T/pH/M	SE – T/pH/M

Quadro 4.2 – Grupos experimentais divididos de acordo com o sistema adesivo e estresse aplicado

4.3.1 Grupos - controle

Os corpos de prova pertencentes aos designados grupos - controle foram submetidos ao teste de microtração após o armazenamento em água destilada, por 24 horas, a 37°C.

4.3.2 Grupos ciclagem térmica

O tratamento térmico foi utilizado com o intuito de verificar o comportamento dos sistemas adesivos frente a ciclagem térmica, considerado um dos métodos utilizados na tentativa de simular o efeito longitudinal das alterações térmicas que ocorrem na cavidade bucal. Para tal, os corpos de prova foram submetidos a 2000 ciclos de imersão em água destilada, a temperaturas de 5°C e 55°C (CEHRELI; AKCA; ALTAY, 2003; NIKAIDO et al, 2002a), por 60 segundos, em cada temperatura, em máquina de ciclagem térmica (Departamento de Materiais Dentários – FOUSP).

4.3.3 Grupos ciclagem de pH

Para a realização da ciclagem de pH, os dentes restaurados (corpos de prova) tiveram sua porção apical selada com adesivo epóxico (Araldite® Hobby, Ciba Especialidades Químicas Ltda.) e receberam duas camadas de esmalte ácido-resistente (esmalte cosmético) para a impermeabilização das porções radicular e cervical (2 milímetros). A seguir, foram submetidos individualmente a 10 ciclos de imersão, por 8 horas, em 10 mililitros de solução desmineralizadora e por 16 horas

em volume idêntico de solução remineralizadora, em temperatura ambiente e sem agitação (TEN CATE; DUIJSTERS, 1982). As soluções foram trocadas a cada ciclo e em cada intervalo, os dentes foram lavados com água deionizada e levemente secos com papel absorvente. A composição das soluções utilizadas está descrita na Quadro 4.3.

Solução Desmineralizadora	Solução Remineralizadora
2,2 mM de CaCl ₂	1,5 mM de CaCl ₂
2,2 mM de NaH ₂ PO ₄	0,9 mM de NaH ₂ PO ₄
0,05 M de ácido acético	0,15 mM de KCl
pH ajustado de 4,5 com 1M de KOH	pH igual a 7,0.

Quadro 4.3 – Composição das soluções utilizadas na ciclagem de pH

4.3.4 Grupos ciclagem mecânica

A ciclagem mecânica foi realizada em máquina pertencente ao Departamento de Materiais Dentários (FOUSP), com carga de 8 kg, aplicada por pontas cilíndricas de poliacetato, com 6mm de diâmetro, adaptadas aos pistões da máquina e direcionadas ao centro da restauração. Para garantir a aplicação uniforme da carga ao longo da restauração, os corpos de prova foram previamente embutidos com resina acrílica em tubos de policloreto de vinila (PVC), com o cuidado de manter a superfície oclusal paralela à base da ponta de poliacetato. Foram realizados 100.000 ciclos.

A seqüência de tratamento para os corpos de prova pertencentes aos grupos com a associação dos tratamentos foi igual à já apresentada no Quadro 4.2, ou seja, ciclagem térmica, de pH e mecânica.

4.4 Teste de microtração

Tão logo findaram os tratamentos, à exceção dos grupos - controle, os corpos de prova foram preparados para o teste de microtração. Para tal, foram seccionados perpendicularmente ao plano da interface dentina/resina composta, nos sentidos mesiodistal e vestibulolingual (palatino), em cortadora de precisão Labcut 1010 (Extec Corp. EUA), com disco diamantado (DFS, Germany) sob refrigeração constante. Dessa forma, foram obtidos espécimes, denominados palitos, compostos por dentina e resina composta, com área retangular média de $0,8 \text{ mm}^2$. Idealmente, para cada corpo de prova, foram obtidos nove palitos.

Os espécimes foram fixados a dispositivos desenvolvidos para o teste de microtração (paquímetros adaptados) (BIANCHI, 1999), com cola à base de cianoacrilato (Super Bonder Gel, Loctite, Brasil), e tracionados em máquina de ensaios Kratos (Kratos Dinamômetros, Brasil) com velocidade de 1 mm/min , até o momento da fratura. A tensão de ruptura, fornecida em kgf foi convertida em Mega Pascal (MPa).

Os valores da carga máxima suportada pela união dentina/resina, convertidos em MPa, dos espécimes (palitos) que apresentaram fraturas adesivas ou mistas foram computados, a fim de se obterem as médias da resistência de união dos corpos de prova (dentes) e dos grupos de estudo. Aos espécimes (palitos) que se romperam antes do teste de tração foi atribuído o valor de tensão igual a zero (TAY

et al., 2002), e esses valores foram incluídos no cálculo das médias de resistência de união.

Ao fim deste capítulo, a seqüência dos procedimentos de corte e adaptação dos palitos para a realização do teste de microtração é mostrada, esquematicamente, na Figura 4.2.

4.5 Análise do padrão de fratura

Após a realização do teste de microtração, a porção de dentina dos espécimes fraturados foi colada a suportes metálicos, com cola a base de cianoacrilato (Super Bonder Gel, Loctite, Brasil). O preparo para análise em microscopia eletrônica de varredura constituiu no recobrimento dos espécimes por uma camada de ouro com cerca de 25 μm de espessura, em aparelho metalizador específico. A análise foi realizada em microscópio eletrônico de varredura LEO (Modelo 440i, Cambridge, UK). O padrão de fratura exibido por cada espécime foi classificado como falha adesiva/mista, coesiva em resina e coesiva em dentina. Os espécimes que, após análise em microscopia, apresentaram fraturas classificadas como coesivas, tanto em dentina como em resina, foram excluídos do cálculo das médias de resistência de união, pois estes não representam a resistência da união adesiva e sim, da resistência coesiva do material restaurador ou da dentina.

4.6 Análise estatística

Os valores obtidos foram submetidos à Análise de Variância, com dois fatores e teste de Tukey para comparação das médias ($\alpha = 0,05$). O Programa GMC, versão 7.7, foi utilizado para a análise dos resultados.



Figura 4.1 – Seqüência dos procedimentos restauradores: a – condição inicial; b - seqüência de preparo das cavidades; c – seqüência de aplicação dos sistemas adesivos; d - restauração das cavidades.

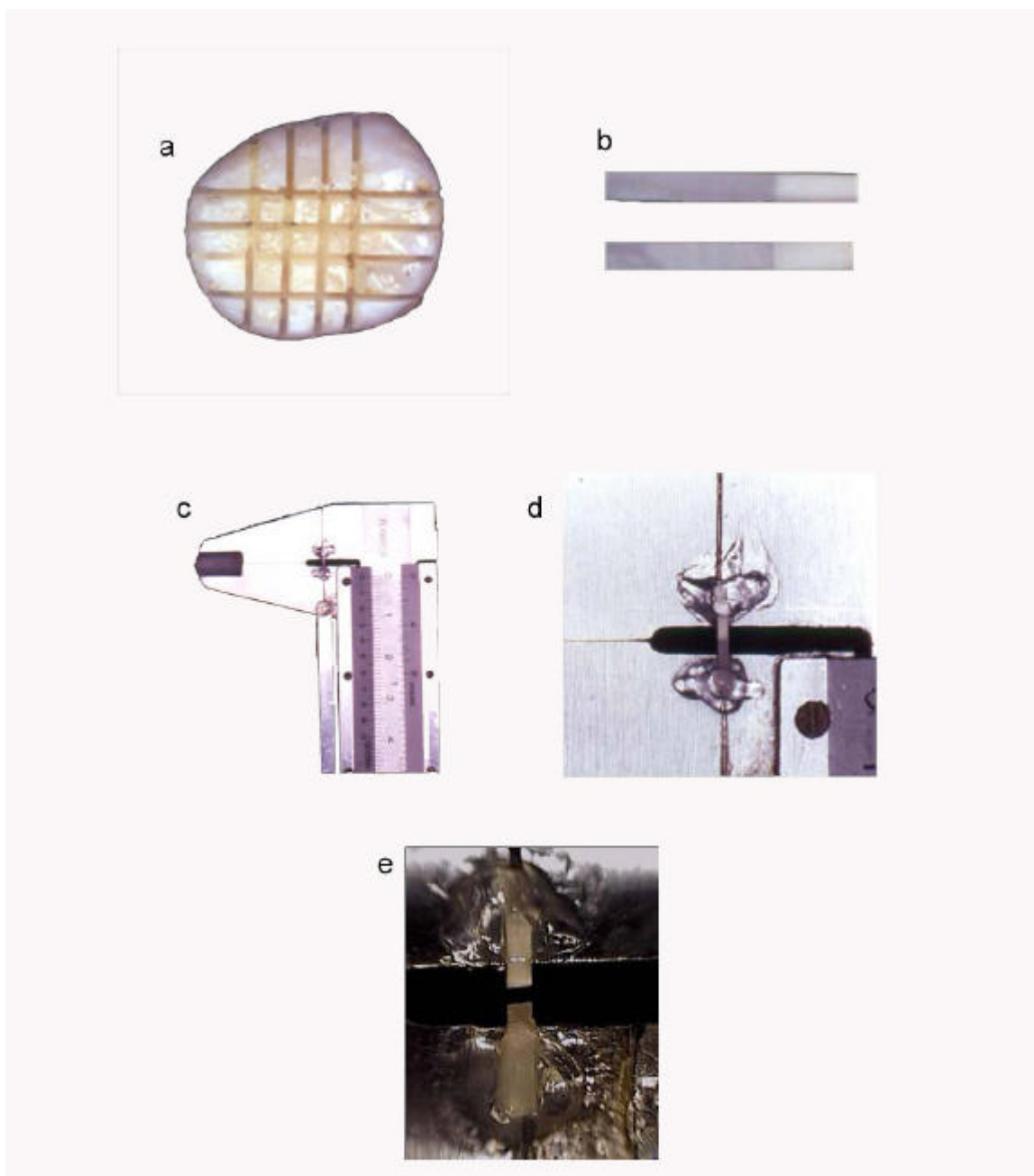


Figura 4.2 – Sequência de preparo dos corpos de prova para o teste de microtração – obtenção dos espécimes (palitos): a – cortes perpendiculares ao plano da interface de união; b – espécimes obtidos; c – espécime colado ao paquímetro adaptado para o teste; d – aspecto ampliado do espécime colado; e - espécime fraturado após teste.

5 RESULTADOS

Os valores médios de resistência de união, em MPa, e respectivos desvios - padrão para os grupos experimentais são mostrados na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 – Médias dos valores de resistência de união (MPa) e desvios - padrão para os grupos experimentais

Grupo	Single Bond	Clearfil SE Bond
Controle	33,81 ± 2,45	37,80 ± 7,28
Térmico	24,17 ± 1,99	24,08 ± 4,52
pH	23,43 ± 4,19	19,22 ± 8,93
Mecânico	25,64 ± 9,75	18,30 ± 14,12
Térmico/pH	23,90 ± 4,28	27,87 ± 12,77
Térmico/Mecânico	18,60 ± 3,57	22,89 ± 11,74
pH/Mecânico	20,96 ± 4,06	18,87 ± 10,95
Térmico/pH/Mecânico	20,94 ± 3,15	22,55 ± 3,05

O número de espécimes (palitos) perdidos durante os procedimentos de corte, aos quais foi atribuído valor zero para a resistência de união, e percentual correspondente para cada grupo experimental são mostrados na Tabela 5.2.

Tabela 5.2 – Número de espécimes perdidos e percentual correspondente por grupo experimental

Estresse	Single Bond		Clearfil SE Bond	
	Número	%	Número	%
Controle	0	0	1	3,1
Térmico	3	7,5	10	31,2
pH	4	10,2	11	27,5
Mecânico	2	8,0	6	17,1
Térmico/pH	7	17,0	1	2,77
Térmico/Mecânico	2	7,4	13	31,7
pH/Mecânico	2	5,1	12	32,4
Térmico/pH/Mecânico	1	2,7	2	5,8
Total	21	7,5	56	19,51

A inclusão dos espécimes que falharam durante o procedimento de corte nas médias de resistência de união tem como consequência a redução desses valores, bem como o aumento dos desvios - padrão, como pode ser observado na Tabela 5.1.

A Análise de Variância para as médias da resistência de união dentina/resina, em MPa, foi realizada considerando-se os fatores material e tratamento, e é apresentada na Tabela 5.3.

Tabela 5.3 – Análise de Variância para os valores médios da resistência de união dos grupos experimentais

Fonte de Variação	Soma de Quadrados	G.L.	Quadrados Médios	R.Q.M.	Prob. (H0)
Material	6,9719	1	6,9719	0,13	27,572%
Tratamento	1825,6781	7	260,8112	4,71	0,044%
Interação	197,9188	7	28,2741	0,51	17,574%
Resíduo	3545,0483	64	55,3914		
Variação Total	5575,6172	79			

Para o fator material, bem como para interação material e tratamento, não foram observadas diferenças estatísticas significantes. Elas só foram encontradas para o tratamento, independentemente do material; isto é, as ciclagens térmica, mecânica e de pH exerceram o mesmo efeito para ambos os materiais.

A Tabela 5.4 apresenta as médias dos valores de resistência de união dos grupos experimentais, de acordo com o estresse aplicado.

Tabela 5.4 – Valores médios para os grupos experimentais e valor crítico de Tukey para contraste, com nível de significância de 5%

Grupo	Médias (MPa)	Tukey 5%
Controle	35,80 ^a	
Térmico	24,13 ^{a,b}	
pH	21,25 ^b	
Mecânico	24,17 ^{a,b}	13,68
Térmico/pH	25,89 ^{a,b}	
Térmico/Mecânico	20,75 ^b	
pH/Mecânico	19,91 ^b	
Térmico/pH/Mecânico	21,75 ^b	

Letras diferentes indicam diferenças estatísticas significantes

Conforme mostrado na Tabela 5.3, foram verificadas diferenças estatísticas significantes entre o grupo - controle e os grupos que concentraram dois tipos de ciclagens, com exceção do grupo térmico/pH, que apresentou valores estatisticamente semelhantes aos do grupo - controle ($p > 0,05$).

A análise do padrão de fratura, em microscopia eletrônica de varredura, revelou maior percentual de falhas do tipo adesiva/mista para todos os grupos, com baixos percentuais de falhas coesivas.

Os Gráficos 5.1 e 5.2 apresentam os percentuais de fraturas de cada tipo para os sistemas adesivos avaliados.

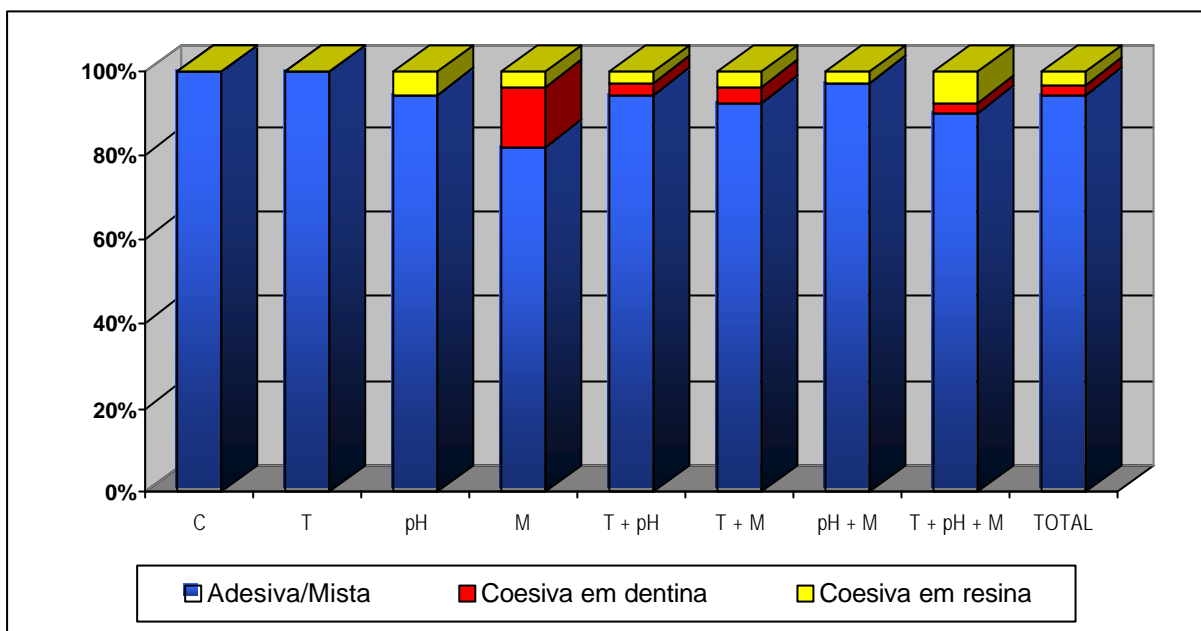


Gráfico 5.1 – Percentual de fraturas classificadas, conforme o padrão (adesiva/mista, coesiva em dentina ou coesiva em resina composta), após a análise em microscopia eletrônica de varredura para os grupos experimentais com o sistema adesivo Single Bond

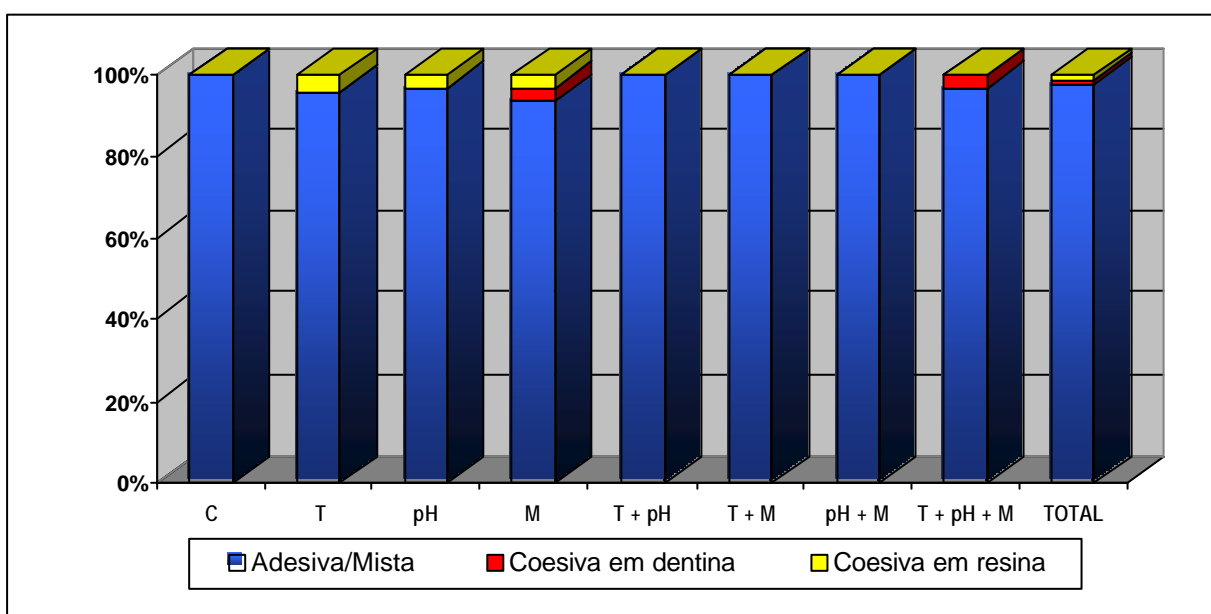


Gráfico 5.2 – Percentual de fraturas classificadas, conforme o padrão (adesiva/mista, coesiva em dentina ou coesiva em resina composta), após a análise em microscopia eletrônica de varredura para os grupos experimentais com o sistema adesivo Clearfil SE Bond

De forma ilustrativa, na Figura 5.1 é mostrada a fotomicrografia de espécime do grupo SE T/pH/M, que apresentou fratura do tipo adesiva/mista. As áreas identificadas com asteriscos são mostradas na Figura 5.2, com ampliação de 6000 vezes.

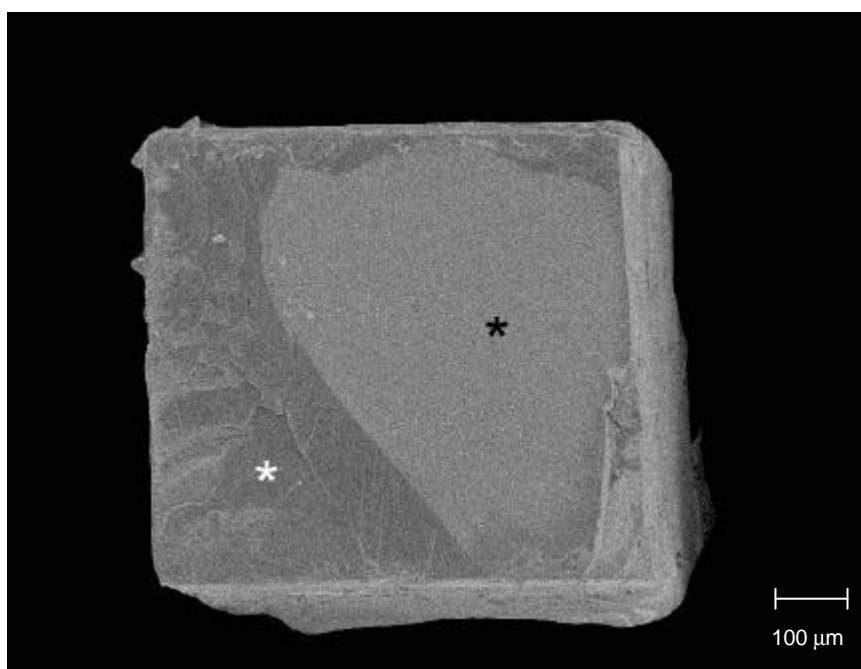


Figura 5.1 – Fotomicrografia de espécime pertencente ao grupo SE T/pH/M, o qual apresentou fratura do tipo adesiva/mista (ampliação de 50 vezes)

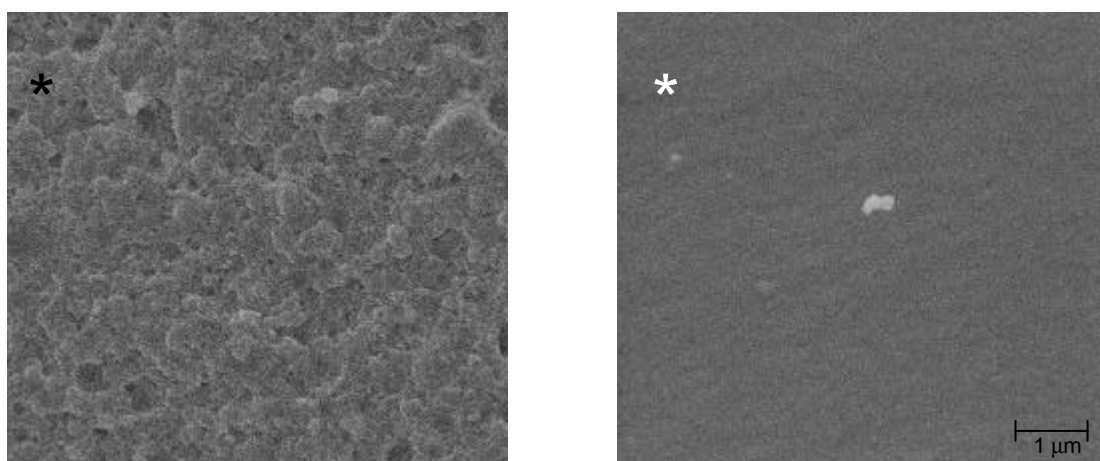


Figura 5.2 – Aspecto ampliado (6000 vezes) do espécime fraturado mostrando fratura na camada híbrida (asterisco preto) e na camada de adesivo (asterisco branco)

6 DISCUSSÃO

A Odontologia adesiva oferece novos caminhos para o tratamento restaurador de dentes com perda de estrutura em decorrência, principalmente, de lesões de cárie. A substituição do amálgama de prata como material restaurador direto de eleição deve-se, primariamente, à possibilidade do uso de materiais com propriedades adesivas que, pela não necessidade de preparos cavitários fundamentados basicamente em princípios mecânicos, permitem a conservação máxima dos tecidos dentários. Além disso, o atual estágio de desenvolvimento dos sistemas restauradores possibilita a realização de restaurações que satisfazem não só os quesitos biofuncionais, mas, também, e talvez principalmente, aos anseios estéticos.

A durabilidade da adesão entre materiais restauradores e substratos dentários é essencial, considerando-se não apenas os aspectos mecânicos, mas também biológicos e estéticos. Isso tem suscitado a avaliação da união dentina-resina ao longo do tempo, visto que mudanças estruturais acompanhadas da redução dos valores de resistência da união ocorrem devido à degradação da interface ao longo do tempo (DE MUNCK et al., 2003; HASHIMOTO et al., 2000, 2003; SHONO et al., 1999a).

A importância de altos valores de resistência de união deve-se justamente à necessidade do bom selamento da restauração e, para isso, suportar as forças geradas pela contração de polimerização das resinas compostas e evitar a falha da união durante as exigências térmicas, mecânicas e químicas da cavidade bucal.

Várias considerações a respeito da metodologia empregada neste estudo são necessárias para a comparação dos resultados obtidos com os já existentes na literatura.

A amostra foi constituída de dentes provenientes do Banco de Dentes Humanos desta Instituição e, a despeito das condições prévias de armazenamento, seu uso é viável para a avaliação da resistência de união de materiais restauradores (BENGTSON et al., 2001).

Estes dentes sofreram, provavelmente, esfoliação e é de se esperar que as características dentinárias sejam diferentes daquelas de dentes mais jovens. A influência da idade dentária na qualidade da adesão parece ser insignificante, pois Giannini, Chaves e Oliveira (2003) e Tagami et al. (1993) comprovaram que a resistência de união de sistemas adesivos não foi alterada pela idade dentária.

A escolha do teste de microtração justifica-se pelas vantagens oferecidas por essa metodologia no que se refere à distribuição das tensões ao longo da interface adesiva (PASHLEY et al., 1995; PHRUKKANON; BURROW; TYAS, 1998) e, especialmente, pela possibilidade de realização do teste em espécimes obtidos não apenas da adesão em superfícies planas, mas também de cavidades Classe I (PASHLEY et al., 1999), com alto fator cavitário (FEILZER; DE GEE; DAVIDSON, 1987; YOSHIKAWA et al., 1999). Esta condição é mais próxima da situação clínica, o que poderia resultar em valores de resistência de união mais baixos (NIKAIDO et al., 2002a; NIKOLAENKO et al., 2004; YOSHIKAWA et al., 1999), pois a tensão gerada durante a polimerização da resina composta é potencializada e pode provocar o rompimento ou enfraquecimento da união (CEHRELI; AKCA; ALTAY, 2003; PRATI et al., 1994). Mallmann et al. (2003) e Shirai et al. (2004), todavia, não encontraram redução dos valores de resistência de união com o uso do sistema

Clearfil SE Bond na comparação em preparos com fator cavitário iguais a 1 e 5, em dentes permanentes.

A inserção da resina composta em incrementos horizontais fundamentou-se nos resultados obtidos por Nikolaenko et al. (2004), no qual cavidades com fator cavitário igual a três foram restauradas por meio de diversas técnicas de inserção, e o uso de camadas horizontais possibilitou a obtenção de valores de adesão mais altos no assoalho da cavidade. Na presente pesquisa, em cavidades com fator cavitário três, o uso da resina composta Z100, com alto módulo de elasticidade, permitiu a magnificação das forças geradas pela contração de polimerização da resina.

Além disso, com o preparo cavitário, os procedimentos adesivos foram realizados em dentina profunda, o que poderia influenciar os valores numéricos de resistência de união, em função das características micromorfológicas desse substrato (SENAWONGSE et al., 2004; YOSHIKAWA et al., 1999). Ainda, a união à dentina profunda pode sofrer deterioração ao longo do tempo, de forma mais intensa que aquela obtida em dentina superficial, possivelmente em função da maior umidade (maior densidade tubular), o que pode causar a hidrólise da camada híbrida, mais rapidamente (SHONO et al., 1999b). Toledano et al. (2003), entretanto, não verificaram redução na resistência de união dos mesmos sistemas adesivos do presente estudo quando aplicados sobre diferentes profundidades de dentina de dentes permanentes.

O teste de microtração foi realizado com espécimes em forma de palitos (*non trimming*) (ABO; UNO; SANO, 2004; CARDOSO et al., 2002b; MALLMANN et al., 2003; PHRUKKANON; BURROW; TYAS, 1999; SHONO et al., 1999a), e não na forma de ampulheta como originalmente sugerido, com estrangulamento da interface

(*trimming*) (SANO et al., 1994), pois a necessidade de realizar entalhe na interface aderida parece reduzir a resistência de união em função do estresse adicional (PASHLEY et al., 1999; SADEK et al., 2004). Além disso, a delgada espessura da dentina de dentes decíduos, reduzida ainda mais com a realização de cavidades, pode dificultar ou mesmo inviabilizar a obtenção de espécimes em forma de ampulheta.

A despeito dos distintos mecanismos de atuação e composição, ambos os sistemas adesivos utilizados neste estudo apresentaram valores de resistência de união similares (sem diferença estatística significativa, $p > 0,05$). Esse resultado vai ao encontro daqueles obtidos por Senawongse et al. (2004), que avaliaram a efetividade desses materiais em dentina de dentes decíduos; todavia, em teste de microcisalhamento. Sistemas adesivos com condicionamento ácido prévio, como o Single Bond, podem resultar em discrepância entre a profundidade de dentina desmineralizada e a infiltrada pelo adesivo (TITLEY et al., 1995), com conseqüente zona de fibras colágenas desprotegidas, que constitui o ponto fraco da união, pois é passível de sofrer degradação hidrolítica (HASHIMOTO et al., 2000), com conseqüente comprometimento da adesão. Esse fenômeno parece não ocorrer quando do uso de sistemas autocondicionantes, em função da simultânea dissolução da fase inorgânica da dentina e infiltração do monômero adesivo (HASHIMOTO et al., 2003; TAY; CARVALHO; PASHLEY, 2004) e, como conseqüência, altos valores de resistência de união são obtidos (TANUMIHARJA; BURROW; TYAS, 2000; SCHREINER et al., 1998). Ademais, os sistemas autocondicionantes dispensam a etapa clínica de condicionamento ácido prévio do substrato e, com isso, a problemática da umidade residual da dentina é eliminada, simplificando a técnica de aplicação (LOPES et al., 2002; TANUMIHARJA; BURROW; TYAS, 2000). Outros

trabalhos também verificaram valores similares para a resistência de união dos sistemas adesivos Clearfil SE Bond e Single Bond (ARMSTRONG et al., 2003; SOARES et al., 2004) muito embora a degradação hidrolítica da camada híbrida formada pelo sistema autocondicionante pareça sofrer os efeitos do armazenamento (simulação do envelhecimento) somente após períodos mais longos (ARMSTRONG et al., 2003).

Ainda que Nör et al. (1996; 1997), fundamentados em análises morfológicas, tenham sugerido protocolo de uso diferenciado dos sistemas adesivos quando da sua utilização em dentes decíduos, em razão da ação mais intensa dos agentes condicionadores ácidos, com formação de camada híbrida mais espessa, a metodologia empregada no presente estudo foi idêntica àquela preconizada para dentes permanentes. Isto porque espessura da camada híbrida não apresenta relação direta com a resistência de união (PRATI et al., 1994; YOSHIYAMA et al., 1996). Além disso, Senawongse et al. (2004) verificaram em microscopia eletrônica de varredura que o efeito do condicionamento ácido foi similar entre dentina de dentes decíduos e permanentes. Ainda, a permeabilidade da dentina de dentes decíduos é inferior àquela de dentes permanentes (KOUTSI et al., 1994).

Contrapondo ainda os resultados de Nör et al. (1997), parece não existir relação direta entre o padrão de condicionamento ácido, verificado em análises micromorfológicas, e os valores de resistência de união dentina/resina (SENAWONGSE et al., 2004; TEBECHRANI; MUENCH; MIRANDA JÚNIOR, 2000).

Os valores obtidos neste estudo para o sistema com condicionamento ácido (Single Bond) foram numericamente superiores àqueles obtidos por Burrow, Nopnakeepong, Phrukkanon (2002), mesmo nos grupos submetidos às ciclagens. As diferenças entre as áreas de secção e configuração dos espécimes (palitos) podem

explicar os mais altos valores obtidos neste estudo, pois no estudo de Burrow, Nopnakeepong, Phrukkanon (2002), os espécimes em forma de ampulheta apresentavam área de secção com cerca de 1,2 mm.

A inclusão dos espécimes (palitos) que sofreram fratura durante o procedimento de corte resultou em desvios - padrão altos, pois esses espécimes contribuíram com valores iguais a zero (TAY; PASHLEY; PETERS, 2003) para o cálculo das médias dos corpos de prova (dentes). Além disso, a inclusão desses espécimes tem forte influência nos resultados do estudo, reduzindo os valores médios de resistência de união. O sistema adesivo Clearfil SE Bond, à exceção do grupo experimental submetido à associação das ciclagens térmica e pH, apresentou maior número de espécimes perdidos, o que pode indicar maior sensibilidade desse material à técnica de obtenção dos espécimes ou maior variabilidade de ação no substrato; contudo, o percentual de espécimes perdidos não foi proporcional ao tratamento submetido; ou seja, não foi maior para os grupos submetidos à associação de ciclagens comparados com o grupo - controle. Maiores investigações são necessárias para avaliar o comportamento da união nos espécimes perdidos, no intuito de verificar a razão das falhas ocorridas.

Ainda em relação aos desvios-padrão, é esperado que eles sejam elevados, podendo alcançar de 30 a 40% dos valores médios, como consta no *International Organization for Standardization* (ISO) TR 11405 do ano de 1994 (NAKABAYASHI; PASHLEY, 2000).

A realização das ciclagens térmica, de pH e mecânica justifica-se pela tentativa de simular as exigências presentes na cavidade bucal e que podem influenciar negativamente no comportamento de restaurações adesivas. Dessa forma, essas metodologias de envelhecimento são auxiliares importantes na

tentativa de prever a longevidade das restaurações (ABO; UNO; SANO, 2004; BEDRAN-DE-CASTRO et al., 2004; ELKINS; MCCOURT, 1993; HOSOYA et al., 1997; NIKAIDO et al., 2002a).

A metodologia empregada na ciclagem térmica foi semelhante àquela utilizada em estudos anteriores (BEDRAN-DE-CASTRO et al., 2004; CEHRELI; AKCA; ALTAY, 2003; FRITZ; GARCIA-GODOY; FINGER, 1997). A aplicação da ciclagem térmica parece não influenciar a resistência de união dos sistemas adesivos como pode ser visto neste estudo, e também em ensaios laboratoriais de cisalhamento em dentina de dentes decíduos (FRITZ; GARCIA-GODOY; FINGER, 1997) ou de microtração em dentina de dentes bovinos (BEDRAN-DE-CASTRO et al., 2004). Ainda assim, foi empregada nos estudos de Buchala et al. (1998), Cadroy, Boj e Garcia-Godoy (1997), Mazzeo, Ott e Hondrum (1995), que utilizaram a metodologia de 700, 500 e 2000 ciclos, respectivamente, na avaliação da resistência de união de sistemas adesivos em dentes decíduos em teste de cisalhamento.

O uso da ciclagem mecânica tem sido indicado na tentativa de simular as cargas geradas durante os movimentos mastigatórios. Neste estudo, carga axial de 8 kg foi aplicada por meio de ponta de poliacetato direcionada à restauração. A escolha desta carga fundamentou-se em trabalhos anteriores (CARDOSO; PLACIDO; MOURA, 2002; VILLALTA BEGAZO, 2000). Da mesma forma que a termociclagem, a aplicação de carga mecânica isoladamente não influenciou a resistência de união dos sistemas adesivos testados, resultados que vão ao encontro dos de Bedran-de-Castro et al. (2004) e Nikaido et al. (2002a). Esses autores, entretanto, obtiveram os espécimes para o teste de microtração a partir de cavidades Classe II (BEDRAN-DE-CASTRO et al., 2004) ou superfícies planas (*flats*) (NIKAIDO et al., 2002a) e utilizaram cargas e número de ciclos distintos.

Muito embora isoladamente os grupos submetidos às ciclagens térmica e mecânica tenham apresentado valores de resistência de união semelhantes aos do grupo - controle, houve redução dos valores obtidos nestes grupos.

A aplicação combinada das ciclagens térmica e mecânica alterou significativamente os valores de resistência de união, resultados também concordes com aqueles de Bedran-de-Castro et al. (2004) e de Nikaido et al. (2002a). No estudo de Nikaido et al. (2002a), a resistência de união só foi afetada pela associação das ciclagens térmica e mecânica, com redução dos valores em espécimes obtidos de cavidades com fator cavitário igual a três; porém, quando a adesão foi realizada em superfícies planas (*flats*), os valores de resistência de união foram similares para os grupos com ou sem a aplicação dos esforços.

O uso da ciclagem de pH é incomum em estudos sobre adesão, contudo extensamente utilizada para avaliar o comportamento de diferentes materiais na inibição do desenvolvimento de lesões de cárie em situações de desafio cariogênico (RODRIGUES, 2003; SEIXAS et al., 2004). Diferentes metodologias são propostas para simular condições de alto risco de cárie (RODRIGUES, 2003; WHITE, 1992). O modelo utilizado neste estudo fundamenta-se em proposta de Featherstone (1996), contudo, com variações relativas ao pH da solução desmineralizadora e ao período e número de ciclos. A redução do número de ciclos (10 e não 14, como originalmente proposto) deve-se a resultados preliminares que indicaram desmineralização excessiva do esmalte decíduo, pois, na maioria das pesquisas, dentes permanentes são utilizados e, portanto, não existe protocolo definido para dentes decíduos.

O armazenamento alternado dos corpos de provas em soluções com pH distintos (4,5 e 7,0) exerceu influência negativa na resistência de união, visto que a redução significativa dos valores de resistência de união foi verificada no grupo

submetido à ciclagem de pH (grupo pH). O efeito negativo da ciclagem de pH na resistência de união dos sistemas adesivos talvez possa estar relacionado à perda mineral do esmalte nas margens da restauração (SEIXAS et al., 2004), condição que pode magnificar possíveis fendas existentes na interface dente/restauração e, com isso, potencializar os efeitos deletérios da infiltração marginal e redução da resistência adesiva pela degradação da interface de união. Ademais, as tensões geradas pela contração de polimerização da resina composta podem provocar o surgimento de fendas (*gaps*) na interface dente-restauração, o que, em última instância, poderia resultar em microinfiltração (CARVALHO et al., 1996; YOSHIKAWA et al., 1999). A ocorrência destas fendas talvez tenha possibilitado a degradação da união pela infiltração, principalmente, da solução desmineralizadora (pH 4,5).

A combinação das ciclagens de pH e mecânica, bem como a aplicação dos três tipos de tensões (grupo T/pH/M), também influenciaram negativamente os valores de resistência de união. No entanto, surpreendentemente, a realização da ciclagem de pH após a térmica não reduziu os valores (grupo T/pH). Pode-se inferir que isso, talvez, seja resultado da sorção de água (expansão higroscópica) das resinas compostas e, como consequência, redução da microinfiltração depois de determinado período (PRATI et al., 1994). Reis et al. (2004) encontraram valores de resistência de união mais altos para espécimes submetidos ao teste de microtração após uma semana de armazenamento, comparados com os testados após 24 horas. Segundo esses autores, o aumento da resistência de união após uma semana deve-se à polimerização das resinas compostas, que perdura por pelo menos 24 horas após a fotoativação.

A aplicação combinada de tensões com naturezas distintas (grupo T/pH/M) resultou, previsivelmente, em redução significativa dos valores de resistência de união, sem ocorrer, todavia, aumento cumulativo dos efeitos deletérios sobre a união; ou seja, o grupo submetido à associação das três ciclagens não apresentou valores de resistência de união mais baixos que aqueles dos grupos que combinaram apenas duas ciclagens.

A análise dos espécimes fraturados revelou que quase todos os espécimes (95,9%), independentemente do grupo a que pertenciam, apresentaram fraturas do tipo adesiva/mista, o que não pode ser considerado inesperado, pois na maioria dos estudos que utilizaram a metodologia da microtração, esse é o tipo predominante como consequência da metodologia do teste (BEDRAN-DE-CASTRO et al., 2004; BURROW; NOPNAKEEPPONG; PHRUKKANON, 2002; MALLMANN et al., 2003; REIS et al., 2003; SOARES et al., 2004).

A ocorrência de fraturas do tipo coesiva em dentina é incomum quando da realização de teste de microtração e o percentual de falhas deste tipo, observado neste estudo (1,76%), ainda que baixo, pode estar relacionado à resistência máxima da dentina profunda, mais baixa que a da dentina superficial (GIANNINI; SOARES; CARVALHO, 2004), podendo ser este o fator responsável pela ocorrência deste tipo de fratura (INOUE et al., 2003). Da mesma forma, as fraturas coesivas em resina representaram baixo percentual (2,35%). A ocorrência desse padrão é resultado, provavelmente, da redução das propriedades mecânicas das resinas compostas (HASHIMOTO et al., 2000), em especial da resistência à fratura, em função do armazenamento prolongado (FERRACANE; HOPKIN; CONDON, 1995), já que sofrem sorção. O sistema Single Bond apresentou maior número de falhas do tipo

coesiva, tanto em dentina como em resina, que, porém, não foram incluídas no cálculo dos valores médios de resistência de união.

Como observado neste estudo, a combinação de tensões com naturezas distintas (térmica, mecânica e de pH), na tentativa de máxima aproximação com as condições da cavidade bucal, exerceu influência negativa na adesão dos materiais testados, com redução significativa dos valores de resistência de união à dentina de dentes decíduos e esses, quando baixos, estão associados à adesão inadequada, ocorrência de fendas na interface dente/restauração, que podem permitir a infiltração marginal e suas conseqüências – lesão de cárie secundária, sensibilidade, e, em última instância, o insucesso do procedimento restaurador. É importante considerar que, nesta pesquisa, os procedimentos adesivos foram realizados em substrato dentinário hígido, estruturalmente distinto da dentina alterada por lesão de cárie, substrato mais freqüente clinicamente, no qual o desempenho dos sistemas adesivos parece ser inferior (LOPES et al., 2002; NAKAJIMA et al., 2000; YOSHIYAMA et al., 2002).

As limitações metodológicas deste estudo laboratorial não permitem a extrapolação direta dos resultados para a situação clínica, todavia podem aventar que o comportamento clínico dos sistemas adesivos pode ser negativamente influenciado pelas condições adversas da cavidade bucal.

7 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos neste estudo, considerando a metodologia empregada, é lícito concluir que:

- O comportamento dos sistemas adesivos avaliados, com relação à resistência de união à dentina de dentes decíduos, foi similar nas condições experimentais.
- As ciclagens térmica e mecânica não influenciaram a resistência de união, quando aplicadas isoladamente.
- A ciclagem de pH reduziu os valores de resistência de união dos sistemas adesivos.
- A resistência de união dos sistemas adesivos avaliados foi negativamente influenciada pela combinação das ciclagens térmica, mecânica e de pH.

REFERÊNCIAS¹

Abo T, Uno S, Sano H. Comparison of bonding efficacy of an all-in-one adhesive with a self-etching primer system. *Eur J Oral Sci* 2004;112(3):286-92.

Agostini FG, Kaaden C, Powers JM. Bond strength of self-etching primers to enamel and dentin of primary teeth. *Pediatr Dent* 2001;23(6):481-6.

Aguiar FH, Dos Santos AJ, França FM, Paulillo LA, Lovadino JR. A quantitative method of measuring the microleakage of thermocycled or non-thermocycled posterior tooth restorations. *Oper Dent* 2003;28(6):793-9.

al-Salehi SK, Burke FJ. Methods used in dentin bonding tests: an analysis of 50 investigations on bond strength. *Quintessence Int* 1997;28(11):717-23.

Araújo FB, Garcia-Godoy F, Issao M. A comparison of three resin bonding agents to primary dentin. *Pediatr Dent* 1997;19(4):253-7.

Armstrong SR, Vargas MA, Fang Q, Laffoon JE. Microtensile bond strength of a total-etch 3-step, total-etch 2-step, self-etch 2-step, and a self-etch 1-step dentin bonding system through 15-month water storage. *J Adhes Dent* 2003;5(1):47-56.

Baghdadi ZD. In vitro bonding efficacy of three restorative materials to primary dentin using a one-bottle adhesive system. *Gen Dent* 2001;49(6):624-31.

Bedran-de-Castro AK, Pereira PN, Pimenta LA, Thompson JY. Effect of thermal and mechanical load cycling on microtensile bond strength of a total-etch adhesive system. *Oper Dent* 2004;29(2):150-6.

Bengtson AL, Guedes Pinto AC, Mathias RS, Turbino ML, Bengtson NG. Estudo comparativo, in vitro, da força de adesão de um sistema de resina composta quando utilizado em dentina de dentes decíduos recém-esfoliados e em dentina reidratada por meio de teste de tração. *RPG Rev Pós Grad* 2001;8(2):138-42.

Bianchi J. Estudo sobre a resistência a microtração em função das dimensões, modo de prensão e formato do corpo de prova [Tese de Doutorado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 1999

Buchalla AS, Myaki SI, Oliveira Jr WT, Matson MR, Chellotti A. Estudo comparativo da resistência à força de cisalhamento da resina composta à dentina de dentes decíduos utilizando-se diferentes tipos de ácido. *RPG Rev Pós Grad* 1998;5(1):21-5.

Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res* 1955;34(6):849-53.

Burrow MF, Nopnakeepong U, Phrukkanon S. A comparison of microtensile bond strengths of several dentin bonding systems to primary and permanent dentin. *Dent Mater* 2002;18(3):239-45.

¹ De acordo com Estilo Vancouver. Abreviatura de periódicos segundo base de dados MEDLINE.

Cadroy I, Boj JR, Garcia-Godoy F. Bond strength and interfacial morphology of adhesives to primary teeth dentin. *Am J Dent* 1997;10(5):242-6.

Cardoso PE, Placido E, Moura SK. Microleakage of four simplified adhesive systems under thermal and mechanical stresses. *Am J Dent* 2002;15(3):164-8.

Cardoso PE, Sadek FT, Goracci C, Ferrari M. Adhesion testing with the microtensile method: effects of dental substrate and adhesive system on bond strength measurements. *J Adhes Dent* 2002;4(4):291-7.

Carvalho RM, Pereira JC, Yoshiyama M, Pashley DH. A review of polymerization contraction: the influence of stress development versus stress relief. *Oper Dent* 1996;21(1):17-24.

Ceballos L, Camejo DG, Victoria Fuentes M, Osorio R, Toledano M, Carvalho RM, Pashley DH. Microtensile bond strength of total-etch and self-etching adhesives to caries-affected dentine. *J Dent* 2003;31(7):469-77.

Cehreli ZC, Akca T, Altay N. Bond strengths of polyacid-modified resin composites and a resin-modified glass-ionomer cement to primary dentin. *Am J Dent* 2003;16(n° esp.):47A-50A.

De Munck J, Van Meerbeek B, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Suzuki K, Lambrechts P, Vanherle G. Four-year water degradation of total-etch adhesives bonded to dentin. *J Dent Res* 2003;82(2):136-40.

Eick JD, Wilko RA, Anderson CH, Sorensen SE. Scanning electron microscopy of cut tooth surfaces and identification of debris by use of the electron microprobe. *J Dent Res* 1970;49(6):Suppl:1359-68.

Eick JD, Gwinnett AJ, Pashley DH, Robinson SJ. Current concepts on adhesion to dentin. *Crit Rev Oral Biol Med* 1997;8(3):306-35.

El-Kalla IH, Garcia-Godoy F. Bond strength and interfacial micromorphology of four adhesive systems in primary and permanent molars. *ASDC J Dent Child* 1998;65(3):169-76.

Elkins CJ, Mc Court JW. Bond strength of dentinal adhesives in primary teeth. *Quintessence Int* 1993;24(4):271-3.

Fagan TR, Crall JJ, Jensen ME, Chalkley Y, Clarkson B. A comparison of two dentin bonding agents in primary and permanent teeth. *Pediatr Dent* 1986;8(3):144-6.

Featherstone JD. Modeling the caries-inhibitory effects of dental materials. *Dent Mater* 1996;12(3):194-7.

Feilzer AJ, De Gee AJ, Davidson CL. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *J Dent Res* 1987;66(1):1636-9.

Feilzer AJ, De Gee AJ, Davidson CL. Setting stress in composites for two different curing modes. *Dent Mater* 1993;9(1):2-5.

Ferracane JL, Hopkin JK, Condon JR. Properties of heat-treated composites after aging in water. *Dent Mater* 1995;11(6):354-8.

Frankenberger R, Perdigão J, Rosa BT, Lopes M. "No-bottle" vs "multi-bottle" dentin adhesives – a microtensile bond strength and morphological study. *Dent Mater* 2001;17(5):373-80.

Fritz U, Garcia-Godoy F, Finger WJ. Enamel and dentin bond strength and bonding mechanism to dentin of Gluma CPS to primary teeth. *ASDC J Dent Child* 1997;64(1):32-8.

Fusayama T, Nakamura M, Kurosaki N, Iwaku M. Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative resin. *J Dent Res* 1979;58(4):1364-70.

Giannini M, Chaves P, Oliveira MT. Effect of tooth age on bond strength to dentin. *J Appl Oral Sci* 2003;11(4):342-7.

Giannini M, Soares CJ, Carvalho RM. Ultimate tensile strength of tooth structures. *Dent Mater* 2004;20(4):322-9.

Gordan VV, Vargas MA, Cobb DS, Denehy GE. Evaluation of adhesive systems using acidic primers. *Am J Dent* 1997;10(5):219-23.

Hashimoto M, Ohno H, Kaga M, Endo K, Sano H, Oguchi H. In vivo degradation of resin-dentin bonds in humans over 1 to 3 years. *J Dent Res* 2000;79(6):1385-91.

Hashimoto M, Ohno H, Sano H, Kaga M, Oguchi H. In vitro degradation of resin-dentin bonds analyzed by microtensile bond test, scanning and transmission electron microscopy. *Biomaterials* 2003;24(21):3795-803.

Hosoya Y, Nishiguchi M, Kashiwabara Y, Horiuchi A, Goto G. Comparison of two dentin adhesives to primary vs. permanent bovine dentin. *J Clin Pediatr Dent* 1997;22(1):69-76.

Inoue S, Pereira PN, Kawamoto C, Nakajima M, Koshiro K, Tagami J, et al. Effect of depth and tubule direction on ultimate tensile strength of human coronal dentin. *Dent Mater J* 2003;22(1):39-47.

Kanca J. Resin bonding to wet substrate I. Bonding to dentin. *Quintessence Int* 1992;23(1):39-41.

Koshiro K, Inoue S, Tanaka T, Koase K, Fujita M, Hashimoto M, et al. In vivo degradation of resin-dentin bonds produced by a self-etch vs. a total-etch adhesive system. *Eur J Oral Sci* 2004;112(4):368-75.

Koutsi V, Noonan RG, Horner JA, Simpson MD, Matthews WG, Pashley DH. The effect of dentin depth on the permeability and ultrastructure of primary molars. *Pediatr Dent* 1994;16(1):29-35.

Li H, Burrow MF, Tyas MJ. The effect of load cycling on the nanoleakage of dentin bonding systems. *Dent Mater* 2002a;18(2):111-9.

Li H, Burrow MF, Tyas MJ. The effect of thermocycling regimens on the nanoleakage of dentin bonding systems. *Dent Mater* 2002b;18(3):189-96.

Lopes GC, Vieira LC, Monteiro S Jr, Caldeira de Andrada MA, Baratieri CM. Dentin bonding: effect of degree of mineralization and acid etching time. *Oper Dent* 2002;28(4):429-39.

Mallmann A, Soares F, Zovuco M, Placido E, Ferrari M, Cardoso PEC. Microtensile dentin bond strength of self-etching and single-bottle adhesive systems in different cavity configurations. *J Adhes Dent* 2003;5(2):121-7.

Marshall Jr GW, Marshall SJ, Kinney JH, Balooch M. The dentin substrate: structure and properties related to bonding. *J Dent* 1997;25(6):441-58.

Mazzeo N, Ott NW, Hondrum SO. Resin bonding to primary teeth using three adhesive systems. *Pediatr Dent* 1995;17(2):112-5.

Miyazaki M, Sato M, Onose H, Moore BK. Influence of thermal cycling on dentin bond strength of two-step bonding systems. *Am J Dent* 1998;11(3):118-22.

Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res* 1982;16(3):265-73.

Nakabayashi N, Pashley DH. Hybridization of dental hard tissues. Tokyo: Quintessence Publishing; 2000.

Nakajima M, Sano H, Urabe I, Tagami J, Pashley DH. Bond strengths of single-bottle dentin adhesives to caries-affected dentin. *Oper Dent* 2000;25(1):2-10.

Nikaido T, Kunzelmann KH, Chen H, Ogata M, Harada N, Yamaguchi S, et al. Evaluation of thermal cycling and mechanical loading on bond strength of a self-etching primer system to dentin. *Dent Mater* 2002a;18(3):269-75.

Nikaido T, Kunzelmann KH, Ogata M, Harada N, Yamaguchi S, Cox CF, et al. The in vitro dentin bond strengths of two adhesive systems in class I cavities of human molars. *J Adhes Dent* 2002b;4(1):31-9.

Nikolaenko SA, Lohbauer U, Roggendorf M, Petschelt A, Dasch W, Frankenberger R. Influence of c-factor and layering technique on microtensile bond strength to dentin. *Dent Mater* 2004;20(6):579-85.

Nör JE, Feigal RJ, Dennison JB, Edwards CA. Dentin bonding: SEM comparison of the resin-dentin interface in primary and permanent teeth. *J Dent Res* 1996;75(6):1396-403.

Nör JE, Feigal RJ, Dennison JB, Edwards CA. Dentin bonding: SEM comparison of the dentin surface in primary and permanent teeth. *Pediatr Dent* 1997;19(4):246-52.

Pashley DH, Carvalho RM. Dentine permeability and dentine adhesion. *J Dent* 1997;25(5):355-72.

Pashley DH, Carvalho RM, Sano H, Nakajima M, Yoshiyama M, Shono Y, et al. The microtensile bond test: a review. *J Adhes Dent* 1999;1(4):299-309.

Pashley DH, Sano H, Ciucchi B, Yoshiyama M, Carvalho RM. Adhesion testing of dentin bonding agents: a review. *Dent Mater* 1995;11(2):117-25.

Pashley DH, Tay FR, Yiu C, Hashimoto M, Breschi L, Carvalho RM, et al. Collagen degradation by host-derived enzymes during aging. *J Dent Res* 2004;83(3):216-21.

Phrukkanon S, Burrow MF, Tyas MJ. The effect of dentine location and tubule orientation on the bond strengths between resin and dentine. *J Dent* 1999;27(4):265-74.

Phrukkanon S, Burrow MF, Tyas MJ. The influence of cross-sectional shape and surface area on the microtensile bond test. *Dent Mater* 1998;14(3):212-21.

Prati C, Tao L, Simpson M, Pashley DH. Permeability and microleakage of class II resin composite restorations. *J Dent* 1994;22(1):49-56.

Reis A, Carrilho MRO, Schroeder M, Tancredo LLF, Loguercio AD. The influence of storage time and cutting speed on microtensile bond strength. *J Adhes Dent* 2004;6(1):7-11.

Reis A, Loguercio AD, Azevedo CLN, Carvalho RM, Singer JM, Grande RHM. Moisture spectrum of demineralized dentin for adhesive systems with different solvent bases. *J Adhes Dent* 2003;5(3):183-92.

Rodrigues CRMD. Desenvolvimento de lesões de cárie adjacentes a materiais restauradores, em dentes decíduos submetidos a diferentes modelos de desafio cariogênico [Tese de Livre-Docência]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2003.

Sadek FT, Goracci C, Monticelli F, Ferrari M, Cardoso PEC. Influência da geometria dos espécimes em dentina e esmalte no teste de microtração: análise da resistência de união e microscopia eletrônica de varredura. *J Bras Dent Estet* 2004;3(9):81-93.

Salama FS, Tao L. Comparison of Gluma bond strength to primary vs. permanent teeth. *Pediatr Dent* 1991;13(3):163-6.

Sano H, Shono T, Sonoda H, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho R, et al. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength – Evaluation of a micro-tensile bond test. *Dent Mater* 1994;10(4):236-40.

Sano H, Takatsu T, Ciucchi B, Horner JA, Matthews WG, Pashley DH. Nanoleakage: leakage within the hybrid layer. *Oper Dent* 1995;20(1):18-25.

Sano H, Yoshikawa T, Pereira PNR, Kanemura N, Morigami M, Tagami J, et al. Long-term durability of dentin bonds made with a self-etching primer, in vivo. *J Dent Res* 1999;78(4):906-11.

Schreiner RF, Chappell RP, Glaros AG, Eick JD. Microtensile testing of dentin adhesives. *Dent Mater* 1998;14(3):194-201.

Seixas LC, Seixas FH, Ciccone JC, Souza WCS, Palma-Dibb RG. Demineralization around restorations with different restorative materials containing fluoride. *Mater Res* 2004;7(2):235-40.

Senawongse P, Harnirattisai C, Shimada Y, Tagami J. Effective bond strength of current adhesive systems on deciduous and permanent dentin. *Oper Dent* 2004;29(2):196-202.

Shirai k, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Lambrechts P, Suzuki K, et al. Effect of cavity configuration and aging on the bonding effectiveness of six adhesives to dentin. *Dent Mater*. no prelo 2004.

Shono Y, Ogawa T, Terashita M, Carvalho RM, Pashley EL, Pashley DH. Regional measurement of resin-dentin bonding as an array. *J Dent Res* 1999a;78(2):699-705.

Shono Y, Terashita M, Pashley EL, Brewer PD, Pashley DH. Effects of cross-sectional area on resin-enamel tensile bond strength. *Dent Mater* 1997;13(5-6):290-6.

Shono Y, Terashita M, Shimada J, Kozono Y, Carvalho RM, Russel CM, et al. Durability of resin-dentin bonds. *J Adhes Dent* 1999b;1(3):211-8.

Soares FZM, Rocha RO, Raggio DP, Sadek FT, Cardoso PEC. Microtensile bond strength and SEM evaluation of different adhesive systems on primary and permanent dentin. *Pediatr Dent*. no prelo 2004.

Sudsangiam S, Van Noort R. Do dentin bond strength tests serve a useful purpose? *J Adhes Dent* 1999;1(1):57-67.

Tagami J, Nakajima M, Shono T, Takatsu T, Hosoda H. Effect of aging on dentin bonding. *Am J Dent* 1993;6(3):145-7.

Tanumiharja M, Burrow MF, Tyas MJ. Microtensile bond strengths of seven dentin adhesive systems. *Dent Mater* 2000;16(3):180-7.

Tay FR, Carvalho RM, Pashley DH. Water movement across bonded dentin – too much of a good thing. *J Appl Oral Sci* 2004;12(nº esp.):12-25.

Tay FR, Gwinnett AJ, Wei SH. The overwet phenomenon, an optical, micromorphological study of surface moisture in the acid-conditioned, resin-dentin interface. *Am J Dent* 1996;9(1):43-8.

Tay FR, Pashley DH, Suh BI, Carvalho RM, Itthagarun A. Single-step adhesives are permeable membranes. *J Dent* 2002;30(7-8):371-82.

Tay FR, Pashley DH, Peters MC. Adhesive permeability affects composite coupling to dentin treated with a self-etch adhesive. *Oper Dent* 2003;28(5):610-21.

Tebechrani C, Muench A, Miranda Júnior WG. Estudo in vitro da influência do condicionamento ácido e da superfície, em dentina de dentes decíduos, na resistência de união de resina composta e na micromorfologia dessa dentina condicionada. *RPG Rev Pós Grad* 2000;7(2):114-9.

Ten Cate JM, Duijsters PP. Alternating demineralization and remineralization of artificial enamel lesions. *Caries Res* 1982;16(3):201-10.

Titley KC, Smith DC, Chernecky R, Maric B, Chan A. An SEM examination of etched dentin and the structure of the hybrid layer. *J Can Dent Assoc* 1995;61(10):887-94.

Toledano M, Osorio R, Ceballos L, Fuentes MV, Fernandes CAO, Tay FR, et al. Microtensile bond strength of several adhesive systems to different dentin depths. *Am J Dent* 2003;16(5):292-8.

Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, et al. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent* 2003;28(3):215-25.

Van Meerbeek B, Perdigão J, Lambrechts P, Vanherle G. The clinical performance of adhesives. *J Dent* 1998;26(1):1-20.

Villalta Begazo PM. Estudo "in vitro" do desgaste de restaurações de diversos materiais em dentes decíduos [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2000.

Van Noort R, Noroozi S, Howard IC, Cardew G. A critique of bond strength measurements. *J Dent* 1989;17(2):61-7.

Versluis A, Tantbirojn D, Douglas WH. Why do shear bond tests pull out dentin? *J Dent Res* 1997;76(6):1298-307.

Wang Y, Spencer P. Hybridization efficiency of the adhesive/dentin interface with wet bonding. *J Dent Res* 2003;82(2):141-5.

White DJ. The comparative sensitivity of intra-oral, in vitro and animals models in the profile evaluation of topical fluorides. *J Dent Res* 1992;71(nº esp.):884-94.

Yoshikawa T, Sano H, Burrow MF, Tagami J, Pashley DH. Effects of dentin depth and cavity configuration on bond strength. *J Dent Res* 1999;78(4):898-905.

Yoshiyama M, Carvalho RM, Sano H, Horner JA, Brewer PD, Pashley DH. Regional bond strengths of resins to human root dentine. *J Dent* 1996;24(6):435-42.

ANEXO A – PARECER DE APROVAÇÃO – Protocolo 37/04.

ANEXO A – PARECER DE APROVAÇÃO – Protocolo 37/04.

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**
FACULDADE DE ODONTOLOGIA**PARECER DE APROVAÇÃO**
Protocolo 37/04

O Grupo de Trabalho indicado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, **APROVOU** o protocolo de pesquisa "*Avaliação da resistência de união de sistemas adesivos à dentina de dentes decíduos submetidos a ensaios de ciclagem térmica, mecânica e de pH*", de responsabilidade da Pesquisadora Rachel de Oliveira Rocha, sob orientação da Profa. Dra. Célia Regina Martins Delgado Rodrigues.

Tendo em vista a legislação vigente, devem ser encaminhados a este Comitê relatórios anuais referentes ao andamento da pesquisa e ao término cópia do trabalho em "cd". Qualquer emenda do projeto original deve ser apresentada a este CEP para apreciação, de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas.

São Paulo, 31 de março de 2004

Prof.ª Dr.ª ROSA HELENA MIRANDA GRANDE
Coordenadora do CEP-FOUSP