



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
FACULDADE DE FARMÁCIA, ODONTOLOGIA E ENFERMAGEM
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
MESTRADO EM ODONTOLOGIA

JOSÉ CARLOS VIANA RIBEIRO

**INFLUÊNCIA DE CIMENTOS PROVISÓRIOS SOBRE A RESISTÊNCIA DE UNIÃO
DE RESTAURAÇÕES INDIRETAS À DENTINA UTILIZANDO DOIS SISTEMAS
ADESIVOS RESINOSOS**

FORTALEZA

2007

JOSÉ CARLOS VIANA RIBEIRO

INFLUÊNCIA DE CIMENTOS PROVISÓRIOS SOBRE A RESISTÊNCIA DE UNIÃO
DE RESTAURAÇÕES INDIRETAS À DENTINA UTILIZANDO DOIS SISTEMAS
ADESIVOS RESINOSOS

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-graduação em Odontologia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Odontologia.

Área de concentração: Clínica Odontológica.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Augusto de Oliveira Fernandes

FORTALEZA

2007

R369i Ribeiro, José Carlos Viana
Influência de cimentos provisórios sobre a resistência de
união de restaurações indiretas à dentina utilizando dois
sistemas adesivos resinosos/José Carlos Viana Ribeiro.
2007.
138 f.
Orientador: Prof. Dr. Carlos Augusto de Oliveira
Fernandes.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará.
Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem,
Fortaleza, 2007.

1. Restauração Dentária Temporária. 2. Adesivos
Dentinários. 3. Resistência à Tração. I. Fernandes, Carlos
Augusto de Oliveira (orient.). II. Título.

JOSÉ CARLOS VIANA RIBEIRO

INFLUÊNCIA DE CIMENTOS PROVISÓRIOS SOBRE A RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE RESTAURAÇÕES INDIRETAS À DENTINA UTILIZANDO DOIS SISTEMAS ADESIVOS RESINOSOS.

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-graduação em Odontologia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Odontologia, área de concentração em Clínica Odontológica.

Aprovada em ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Sérgio Lima Santiago
Universidade Federal do Ceará

Prof. Juliano Sartori Mendonça
Universidade de Fortaleza

Prof. Dr. Haroldo César Pinheiro Beltrão
Universidade Federal do Ceará

A **Jesus Cristo**, minha **rocha firme**, meu **porto seguro**. Seu amor gratuito e incondicional é a motivação que me impele a buscar sempre ser uma pessoa melhor. A Ele ofereço, em ação de graças, esse trabalho.

Aos meus pais, João e Lourdes, que na sua humildade e simplicidade souberam me ensinar que a riqueza maior desta vida está naquilo que não se compra: o amor, a esperança, a fé, o caráter e a dignidade.

Aos meus irmãos Marta, Bosco, Marcus, Sérgio e Júnior, com quem tive a felicidade de crescer e conviver por tantos anos. A amizade e o companheirismo que nos une está muito além dos nossos laços de sangue.

Dedico especialmente,

À minha esposa, Irislene, com quem tenho a felicidade de compartilhar minha vida, nas alegrias, tristezas, vitórias e derrotas. Seu amor, carinho, compreensão e cumplicidade me dão força para olhar sempre à frente, superar os obstáculos e seguir na caminhada.

Ao meu filho, o pequenino Luigi, dom de Deus na minha vida. Sua presença, seu olhar e seu sorriso alegram os meus dias, enternecem o meu coração e me estimulam a ser melhor, como homem, como pai, como marido

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Ao meu orientador, Prof. Dr. Carlos Augusto de Oliveira Fernandes, pelo seu envolvimento e participação ativa e decisiva nesse trabalho, por sua paciência, seu apoio e boa-vontade em me transmitir seus conhecimentos e experiência, e ainda pelo seu constante otimismo e bom-humor que sempre me incentivaram.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Sérgio Lima Santiago, coordenador do Curso de Mestrado em Odontologia da Universidade Federal do Ceará, pela disponibilidade, apoio e incentivo dedicados à realização desse trabalho, especialmente durante a ausência do meu orientador.

Ao Prof. Dr. José Jeová Siebra Moreira Neto, primeiro coordenador do Curso de Mestrado em Odontologia da Universidade Federal do Ceará, pela dedicação e esforço dispensados para a concretização do curso e pelo acolhimento e solicitude com que sempre me recebeu.

A todos os professores do Curso de Mestrado por seu incentivo e sua contribuição ao meu aprendizado.

Ao Prof. Dr. Antônio Materson da Silva, por sua amizade, seu interesse e sua grande contribuição à minha formação profissional.

Aos meus colegas do Curso de Mestrado, pelo companheirismo e amizade com que compartilhamos as alegrias e dificuldades desta que foi a primeira turma do Mestrado em Odontologia da UFC.

À Profa. Dra. Maria Mônica Studart Mendes Moreira, chefe da Clínica Integrada de Odontologia da FFOE/UFC, que autorizou meu afastamento das atividades de orientação clínica para que eu pudesse me dedicar ao curso, e que me foi sempre solícita e compreensiva quando requisitada.

Ao Prof. Dr. André Jalles Monteiro, responsável pela análise estatística deste trabalho, por sua grande paciência e disponibilidade.

Ao Prof. Dr. Hamilton Ferreira Gomes de Abreu, ao engenheiro Luís Flávio Gaspar Herculano e ao técnico Yarly Queiroz de Lima, do Laboratório de Caracterização de Materiais – LACAM – da UFC, que tornaram possível a realização desse trabalho por permitirem a utilização da máquina de ensaios e do microscópio óptico.

Ao Prof. Dr. José Alexander de King Freire e aos bolsistas Jorge André Costa dos Santos, Luciana Magalhães e Erivelton Façanha, do Laboratório de Microscopia Atômica do Departamento de Física da UFC, que possibilitaram a realização das análises de microscopia de força atômica.

Ao Departamento de Biomateriais & Biomimética da New York University College Of Dentistry, NY, USA, pela cessão do laboratório de microscopia para que o Prof. Dr. Carlos Augusto de Oliveira Fernandes realizasse a análise dos espécimes. A Microscopia Eletrônica de Varredura (Hitachi S3500N SEM imaging) foi possível graças à parceria feita com a NIH/NIDCR, USA.

Ao Prof. Dr. Carlos Augusto de Oliveira Fernandes pela iniciativa em adquirir e ceder o dispositivo de fixação utilizado nos ensaios deste experimento.

A Profa. Maria Virgínia Gelfuso, do Laboratório de Materiais e Instrumentação Eletrônica CCT/UNIFOR, por permitir o acesso ao laboratório e a utilização da máquina de corte para o preparo das amostras.

Ao Prof. Marcondes Jamacaru, por sua prestativa disponibilidade na correção ortográfica e gramatical deste trabalho.

Aos funcionários Rosane Maria Costa e Raimundo Cezar Campos do Nascimento, da biblioteca do Centro de Ciências da Saúde da UFC, pela colaboração na pesquisa bibliográfica e formatação deste trabalho.

Agradeço a todos os não citados que, de alguma maneira, contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

O presente estudo experimental *in vitro* se propôs a investigar a influência de resíduos de cimentos provisórios sobre a resistência de união de restaurações indiretas de resina composta à dentina, empregando-se dois sistemas adesivos resinosos, por meio de ensaio mecânico de microtração. Superfícies planas de dentina foram obtidas a partir da remoção do esmalte oclusal de 30 (trinta) dentes terceiros molares humanos sem lesões de cárie, extraídos por indicação cirúrgica ou ortodôntica. Os espécimes foram distribuídos em 6 (seis) grupos, de acordo com o tipo de cimento provisório e o tipo de sistema adesivo empregado. Discos de resina acrílica foram fixados à superfície dentinária dos espécimes empregando-se o cimento provisório com eugenol Temp Bond ou o cimento sem eugenol Freegenol. Após 7 (sete) dias em água destilada a 37°C, as restaurações provisórias e os resíduos de cimento foram removidos com instrumento manual. Nos grupos-controle, não foram empregadas restaurações provisórias. As superfícies dentinárias foram limpas com pasta de pedra-pomes e água e tratadas de acordo com o sistema adesivo empregado: condicionamento com ácido fosfórico a 37% e aplicação do sistema adesivo Adper Single Bond 2 (SB2) ou aplicação do sistema adesivo autocondicionante Adper Prompt (AP). Em seguida, blocos de resina composta (Filtek Z 250) foram fixados ao substrato dentinário utilizando-se um cimento resinoso (RelyX ARC). Através de cortes seriados, foram obtidos corpos-de-prova em forma de palitos com área de interface adesiva de aproximadamente 0,9 mm² que foram submetidos ao ensaio de microtração em máquina universal de testes com velocidade de 0,5mm/min até a ruptura. A resistência adesiva foi expressa pela tensão de ruptura dos corpos-de-prova. Os modos de fratura das interfaces adesivas foram analisados por microscopia óptica digital e microscopia eletrônica de varredura. A presença de resíduos dos cimentos provisórios foi investigada por microscopia de força atômica. Os resultados de resistência adesiva foram submetidos à análise de variância (ANOVA) de dois critérios e teste t-Student para detectar diferenças significativas entre os grupos. Observou-se uma redução estatisticamente significativa da resistência adesiva quando o cimento Temp Bond foi empregado em relação aos grupos-controle, tanto com o sistema adesivo SB2 ($p = 0,0331$) quanto com o sistema AP ($p = 0,0267$). Os grupos em que o sistema SB2 foi utilizado apresentaram valores de resistência adesiva estatisticamente superiores

aos grupos com o sistema AP ($p < 0,0001$), independentemente do emprego ou não de cimentos provisórios. A análise dos modos de fratura mostrou uma maior ocorrência de fraturas mistas (67%), sendo que nos grupos com o sistema de condicionamento ácido total a ocorrência de fraturas adesivas na interface dentina-adesivo foi estatisticamente menor que nos grupos com o sistema autocondicionante ($p = 0,0001$). Com base nesses resultados, concluiu-se que resíduos microscópicos dos dois cimentos provisórios permaneceram sobre a superfície dentinária mesmo após limpeza mecânica e tratamento com ácidos. Porém, apenas o cimento provisório contendo eugenol reduziu significativamente a resistência de união à dentina das restaurações indiretas de resina, independentemente do sistema adesivo empregado.

Palavras-chave: Restauração Dentária Temporária. Adesivos Dentinários. Resistência à Tração.

ABSTRACT

The aim of this in vitro study was to evaluate the influence of residual temporary cements on the microtensile bond strength of indirect composite resin build-ups employing two types of adhesive systems. Thirty non-carious human third molars were selected and the occlusal enamel was removed to produce flat dentin surfaces. The surfaces were coated with provisional restorations fixed with either eugenol-containing temporary cement (Temp Bond), or non-eugenol temporary cement (Freegenol). After one week, the provisional restorations and residual cement were removed with a dental probe and one specimen of each group was selected for evaluation by atomic force microscopy to investigate the presence of remnants of temporary cements. For the control groups, no provisional restorations were made. The dentin surfaces were cleaned with pumice and treated either with a total-etch (TE) adhesive system (Adper Single Bond 2) or with a self-etch (SE) adhesive system (Adper Prompt). Composite resin build-ups (Filtek Z250) were fixed to the bonded dentin surfaces using resin luting cement (RelyX ARC). The bonded specimens were then cross-sectioned producing sticks of 0.9 mm² of adhesive area. Microtensile bond strength testing was performed in a universal test machine at a rate of 0.5 mm/min until fracture occurred. Optical microscopic images and scanning electron micrographs of fractured surfaces were obtained and recorded for fractographic analysis. Bond strength values were submitted to analysis of variance (ANOVA) and t-Student tests to detect significant differences between groups. The results showed a significant reduction on microtensile bond strength values when Temp Bond cement was employed in comparison with the control groups either for TE ($p = 0.0331$) or SE ($p = 0.0267$) adhesive systems. Total-etch groups showed significantly higher bond strength values than self-etch groups ($p < 0.0001$). Optical and scanning electron microscopic analysis revealed a majority of mixed fractures (67%). Adhesive failure at dentin-adhesive interface was significantly higher for SE groups than for TE groups ($p = 0.0001$). Atomic force microscopic images showed that residues of both temporary cements remained on dentin surfaces even after mechanical cleansing and treatment with acids. Bond strengths of total-etch and self-etch adhesive systems were significantly lowered only when eugenol-containing temporary cement was used prior to bonding and cementation procedures.

Keywords: Dental restoration, temporary. Dentin-Bonding Agents. Tensile Strength.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	20
2.1	Objetivo geral	20
2.2	Objetivos específicos	20
3	MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1	Preparo das amostras	21
3.2	Ensaio de microtração	29
3.3	Análise dos padrões de fratura	34
3.4	Análise por microscopia de força atômica	35
3.5	Análise estatística	35
4	RESULTADOS	37
4.1	Ensaio de microtração	37
4.2	Microscopia de força atômica	40
4.3	Análise dos padrões de fratura	44
5	DISCUSSÃO	50
5.1	Microscopia de força atômica	50
5.2	Ensaio de microtração	53
5.2.1	Cimentos provisórios	53
5.2.2	Sistemas adesivos	58
5.2.3	Metodologia	63
5.3	Análise fractográfica	68
5.4	Considerações finais	71
6	CONCLUSÕES	74
	REFERÊNCIAS	75
	APÊNDICES	91
	ANEXOS	119

1 INTRODUÇÃO

A evolução da odontologia adesiva, cujo advento se deu há mais de cinquenta anos com a introdução da técnica de condicionamento ácido do esmalte (BUONOCORE, 1955), possibilitou o desenvolvimento de novos materiais que, ao longo dos anos, vêm sendo sempre aperfeiçoados. Atualmente, o estágio de desenvolvimento dos sistemas adesivos permite sua aplicação em quase todas as áreas da Odontologia.

O uso de resinas compostas associadas aos sistemas adesivos tem aumentado vertiginosamente nos últimos anos. Isso se deve, entre outros fatores, ao aperfeiçoamento dos materiais disponíveis, à simplificação da técnica adesiva, ao aumento da exigência estética pelos pacientes e ao declínio do uso de amálgama dentário, tanto por razões estéticas como pelo receio, por parte de pacientes e profissionais, quanto à possível toxicidade do mercúrio (YAP *et al*, 2001). As restaurações diretas com resinas compostas, não obstante todo o avanço obtido com a evolução dos sistemas adesivos, ainda apresentam deficiências: contração de polimerização, infiltração marginal, baixa resistência ao desgaste, dificuldade de obtenção de contatos proximais e sensibilidade da técnica. Essas limitações restringem sua aplicação em amplas cavidades de classe II e em dentes com grande destruição coronária (DIETSCHI; SPREAFICO; 1997a; CHAIN; BARATIERI, 1998; TORRES *et al.*, 2001). Nessas situações, as restaurações estéticas indiretas, em resina ou cerâmica, são mais bem indicadas por apresentarem vantagens como menor contração de polimerização (restrita ao cimento resinoso), melhores propriedades mecânicas, melhor contato e contorno proximais, excelente morfologia oclusal e maiores recursos estéticos (TOUATI; AIDAN, 1997; CONCEIÇÃO, 2000; BRAGA; MEZZOMO; SUZUKI, 2004). De fato, os procedimentos adesivos indiretos já representam, na atualidade, uma substancial parcela dos tratamentos de reabilitação oral. Restaurações livres de metal, coroas, próteses fixas e pinos intraradiculares têm sido rotineiramente fixados aos substratos dentários por meio da associação de cimentos resinosos e sistemas adesivos. O crescente uso clínico desses sistemas tem sido atribuído, dentre outras propriedades, à sua capacidade de adesão tanto à estrutura dentária como à restauração, sua baixa solubilidade e sua relativa permissividade com pequenas deficiências na precisão da adaptação das restaurações indiretas, quando comparados com os cimentos não-adesivos

(ROSENSTIEL; LAND; CRISPIN, 1998; MITCHELL; ABBARIKI; ORR, 2000; MAK *et al.*, 2002). Porém, a exigência de maior tempo clínico e a necessidade das restaurações indiretas serem confeccionadas em laboratório, torna imperiosa a colocação de uma restauração provisória sobre o substrato dentário.

As restaurações provisórias têm como importantes finalidades a manutenção ou restabelecimento da estética e função, a proteção pulpar, a manutenção da saúde periodontal e o planejamento da restauração final (PAUL; SCHÄRER, 1997; BALDISSARA *et al.*, 1998; PEGORARO, 1998; AYKENT *et al.*, 2005). Todavia, o emprego de materiais indicados para a fixação de restaurações provisórias previamente às restaurações adesivas, representa um desafio à adesão de materiais resinosos ao substrato dentário. A remoção mecânica dos cimentos provisórios não tem se mostrado totalmente eficiente. A utilização de instrumentos manuais, pasta de pedra-pomes e substâncias detergentes tem apresentado resultados insatisfatórios, não sendo capaz de eliminar os resíduos de cimentos provisórios e podendo até mesmo, no caso dos detergentes, apresentar efeito adverso sobre a adesão (BACHMANN *et al.*, 1997; ROSENSTIEL; LAND; CRISPIN, 1998). Mesmo superfícies macroscopicamente limpas podem apresentar resíduos microscópicos que supostamente afetariam a qualidade da adesão (TERATA, 1993; TERATA *et al.*, 1994; WATANABE *et al.*, 1997, 1998, 1999, 2000).

A presença de resíduos de cimentos provisórios sobre o substrato dentário representa um risco potencial de contaminação da superfície para a adesão do cimento resinoso em restaurações estéticas indiretas (DIETSCHI; SPREAFICO, 1997b; KELSEY III; LATTA; BLANKENAU, 1998). A interação dos atuais sistemas adesivos com os substratos dentários (esmalte e dentina) se baseia fundamentalmente na retenção micromecânica (NAKABAYASHI; KOJIMA; MASUHARA, 1982; VAN MEERBEEK, 1992; ANUSAVICE, 1998a; PASHLEY; CARVALHO, 1997). Desse modo, as partículas de material provisório que ficariam retidas nas irregularidades criadas pelo desgaste dentário com pontas diamantadas (GRASSO *et al.*, 2002) poderiam afetar adversamente a adesão à dentina através dos seguintes mecanismos:

- Atuando como barreira física à difusão dos componentes do sistema adesivo (TERATA, 1993; GRASSO *et al.*, 2002);

- Alterando o ângulo de contato, ocasionando uma redução da energia livre de superfície e da “molhabilidade” da dentina (BAIER, 1992; TERATA, 1993; GANSS; JUNG, 1998);
- Inibindo quimicamente a polimerização dos materiais resinosos pela interação de componentes do material provisório, que se difundiriam na dentina, com os monômeros (cimentos com eugenol) (HUME, 1984; HANSEN; ASMUSSEN, 1987; FUJISAWA; KADOMA, 1997; ANUSAVICE, 1998b;).

Os cimentos a base de óxido de zinco e eugenol constituem os materiais provisórios mais amplamente utilizados na prática clínica. Suas principais vantagens são: a facilidade de manipulação e de remoção da superfície dentária, sua propriedade sedativa e antibacteriana sobre a dentina exposta após o desgaste dentário, seu eficiente selamento marginal imediato e em curto prazo (6 meses) e seu baixo custo (BALDISSARA *et al.*, 1998; JUNG; GANSS; SENGER, 1998; GANSS; JUNG, 1998; LEIRSKAR; NORDBØ, 2000; GOULART *et al.*, 2004). Porém, o uso de cimentos contendo eugenol antes de restaurações adesivas tem sido considerado crítico (PAUL; SCHÄRER, 1997). Os resíduos de eugenol, substância derivada do fenol e conhecida por sua grande afinidade por radicais livres, poderiam exercer uma inibição química sobre a polimerização dos materiais resinosos. O eugenol atuaria competindo com os monômeros resinosos pela união aos iniciadores da reação de polimerização, impedindo, assim, a completa polimerização dos monômeros e afetando as propriedades físicas tanto do sistema adesivo como do cimento resinoso (CIVJAN; HUGE; SIMON, 1973; GRAJOWER; HIRSCHFELD; ZALKIND, 1974; HANSEN; ASMUSSEN, 1987; ROSENSTIEL; GEGAUFF, 1988; MILLSTEIN; NATHANSON, 1992). Em dentina, pode se difundir através dos túbulos dentinários, penetrando até 2 mm em profundidade (HUME, 1984; FUJISAWA; KADOMA, 1997).

Todavia, os trabalhos na literatura que avaliam a influência dos resíduos de cimentos provisórios sobre a adesão à dentina são contraditórios. Alguns estudos mostram que os cimentos provisórios reduzem a resistência adesiva dos materiais resinosos, independentemente de conter ou não eugenol em sua composição. Esse efeito estaria relacionado sobretudo à atuação dos resíduos como barreira física e à alteração da permeabilidade dentinária (XIE; POWERS, 1993; TERATA *et al.*, 1994; WATANABE *et al.*, 1998). Outros autores, diferentemente, sugerem que apenas os

cimentos que contêm eugenol parecem influenciar a resistência adesiva de materiais resinosos, enquanto os cimentos sem eugenol não afetariam a qualidade da adesão, supondo que a inibição química do eugenol sobre a polimerização dos materiais resinosos seria a principal causa do efeito negativo sobre a adesão (MEYEROWITZ *et al.*, 1994; HOLDEREGGER *et al.*, 1997; YAP *et al.*, 2001; BAYINDIR; AKYL, BAYINDIR, 2003). Há ainda trabalhos que demonstram que os resíduos de cimentos provisórios, com ou sem eugenol, não interferem na resistência adesiva dos materiais resinosos à dentina, após tratamento por limpeza mecânica e condicionamento ácido, conforme preconizado com a aplicação da maioria dos sistemas adesivos (SCHWARTZ; DAVIS; HILTON, 1992; PEUTZFELDT; ASMUSSEN, 1999; LEIRSKAR; NORDBØ, 2000; WATANABE *et al.*, 2000; ABO-HAMAR *et al.*, 2005). Segundo Ganss e Jung (1998) as partículas remanescentes dos cimentos provisórios, quando presentes, não seriam suficientes para interferir na resistência de união desses sistemas adesivos à dentina. No caso específico dos cimentos com eugenol, a concentração dessa substância presente nos resíduos de cimentos provisórios seria tão pequena que não causaria qualquer efeito adverso sobre os sistemas adesivos e materiais resinosos. Nesse contexto, deve-se considerar o tipo de sistema adesivo utilizado no procedimento de cimentação.

Atualmente, a maior parte dos sistemas adesivos disponíveis comercialmente pode ser classificada segundo duas estratégias de procedimentos adesivos (VAN MEERBEEK *et al.*, 1992; EICK *et al.*, 1997; PASHLEY; CARVALHO, 1997):

1. Os sistemas que removem completamente a *smear layer* através do tratamento do substrato dentinário, geralmente com ácido fosfórico de 30 a 40%, lavagem e aplicação de *primer* e adesivo (sistemas de condicionamento ácido total ou *total-etch*);
2. Os sistemas que dissolvem ou incorporam a *smear layer* através da aplicação de um *primer* ácido associado a um adesivo resinoso, sem necessidade de condicionamento ácido e lavagem (sistemas autocondicionantes ou *self-etch*).

Os sistemas adesivos autocondicionantes (AC) têm despertado um grande interesse na prática clínica em virtude da simplificação da técnica adesiva, uma vez que as etapas de condicionamento ácido e lavagem são eliminadas. Segundo Tay e Pashley (2001), esses sistemas seriam menos sensíveis à técnica que os sistemas

de condicionamento ácido total (CT), que utilizam etapas adicionais de condicionamento ácido e lavagem. Como o condicionamento da dentina é feito pelo próprio *primer*, associado ou não ao adesivo, não há necessidade de se controlar a umidade da dentina. Essa é uma vantagem desses sistemas sobre os adesivos CT, em que a variação do grau de hidratação da matriz de colágeno desmineralizada é crítica para a eficiência da adesão e para sensibilidade pós-operatória (FRANKENBERGER *et al.*, 2001; IRIE; SUZUKI; WATTS, 2004; SCHULZE *et al.*, 2005). Além disso, com a técnica de condicionamento ácido total, a profundidade de desmineralização da dentina promovida pelo ácido fosfórico parece ser maior que a profundidade de difusão do sistema adesivo nos túbulos dentinários, resultando em uma zona de dentina subjacente à camada híbrida que não é impregnada pelo sistema adesivo, onde a matriz colágena fica exposta (VAN MEERBEEK *et al.*, 1992; KATO; NAKABAYASHI, 1998; WANG; SPENCER, 2003). Esta rede de fibras colágenas desprotegidas favorece a ocorrência de nano-infiltração, injúria pulpar, movimentos flexurais da restauração adesiva e degradação hidrolítica, podendo levar à redução da resistência de união e à falha adesiva a longo prazo (BURROW; SATOH; TAGAMI, 1996; SANO *et al.*, 1999; HASHIMOTO *et al.*, 2000; TAY; PASHLEY; YOSHIYAMA, 2002). Também nesse aspecto, os adesivos autocondicionantes seriam vantajosos, já que a desmineralização da dentina e a difusão dos monômeros resinosos ocorrem simultaneamente, prevenindo tanto o colapso das fibras colágenas pela desidratação como a formação da zona de matriz colágena desprotegida (SPENCER *et al.*, 2000; JACQUES; HEBLING, 2005).

Porém, a utilização dos sistemas autocondicionantes têm levantado alguns questionamentos quanto à incorporação da *smear layer* na interface adesiva. Essa camada é basicamente constituída por resíduos orgânicos e inorgânicos como sangue, saliva, bactérias, partículas de dentina e esmalte. Sua morfologia, quantidade e espessura são determinadas pelo tipo de instrumento de corte utilizado no preparo dentário (JOYNT *et al.*, 1991; MONDELLI, 1998). Como a *smear layer* apresenta pouca adesão à dentina, a presença dessa camada e sua quantidade poderiam interferir na eficiência adesiva dos sistemas adesivos que a incorporam no processo de adesão (PASHLEY; CARVALHO, 1997). Nesse contexto, a presença de resíduos de cimentos provisórios sobre o substrato dentinário introduziria um componente adicional à camada de *smear layer* naturalmente presente após o desgaste dentário. Enquanto os sistemas adesivos CT removem completamente a

smear layer, os sistemas AC a incorporam no processo adesivo. Desse modo, o mecanismo de adesão destes últimos seria mais sensível à quantidade e à composição da *smear layer* e de possíveis contaminantes, uma vez que os monômeros resinosos necessitam penetrá-la para impregnar a dentina subjacente (GANSS; JUNG, 1998; OLIVEIRA *et al.*, 2003; REIS *et al.*, 2005). Alguns estudos têm mostrado que a espessura e a rugosidade da *smear layer* afetam negativamente a qualidade da camada híbrida produzida pelos sistemas adesivos autocondicionantes, uma vez que a *smear layer* é incorporada na camada híbrida e constitui uma zona de fragilidade da interface adesiva (PASHLEY; CARVALHO, 1997; MIYASAKA; NAKABAYASHI, 2001). Camadas mais espessas e rugosas de *smear layer* poderiam reduzir a resistência adesiva dos sistemas AC (KOIBUCHI; YASUDA; NAKABAYASHI, 2001). Contrariamente, Reis *et al.* (2005) não observaram qualquer influência da espessura da *smear layer* sobre a resistência adesiva à microtração de sistemas adesivos AC e CT, enquanto OLIVEIRA *et al.* (2003) confirmaram que a espessura e a rugosidade da *smear layer* afetaram a resistência de união desses sistemas adesivos, mas que, ainda assim, eles mostraram valores superiores aos dos sistemas CT. Dessa forma, o efeito da presença de partículas contaminantes de cimentos provisórios na camada de *smear layer* sobre a resistência adesiva dos sistemas AC ainda é controverso.

Por outro lado, nos sistemas CT, o condicionamento com ácido fosfórico seguido de lavagem seria capaz de remover, juntamente com a *smear layer*, os resíduos de cimentos provisórios presentes sobre a superfície dentinária (DIETSCHI; SPREAFICO, 1997b; ROSENSTIEL; LAND; CRISPIN, 1998; MONDELLI, 1998; PEUTZFELDT; ASMUSSEN, 1999) uma vez que esse ácido pode desmineralizar a dentina a uma profundidade de 10 a 15 μm (UNO; FINGER, 1996). Esses sistemas, portanto, seriam teoricamente menos sensíveis às variações na quantidade e qualidade da camada de *smear layer*.

Outro aspecto importante a considerar diz respeito à metodologia empregada para avaliar e mensurar a resistência adesiva. Com a evolução dos sistemas adesivos, os estudos laboratoriais que utilizam testes convencionais para avaliar a resistência adesiva, como o ensaio de resistência ao cisalhamento, têm registrado duas evidências: um aumento nos valores de resistência adesiva à dentina associado ao aumento da incidência de fraturas coesivas em dentina, permanecendo a interface intacta (PASHLEY *et al.*, 1995). Essa constatação poderia

induzir à interpretação de que se havia desenvolvido materiais que estariam promovendo uma adesão tão ou mais resistente do que a própria resistência coesiva da dentina (CARRILHO *et al.*, 2002). Todavia, alguns autores têm mostrado que a ocorrência de fraturas coesivas na dentina estaria relacionada a uma distribuição não-uniforme de tensão sobre a interface adesiva causada pelos ensaios mecânicos convencionais, que utilizam grandes áreas de superfície adesiva e, pela heterogeneidade inerente ao substrato dentinário, estaria sujeita à existência de falhas intrínsecas. Devido ao aumento da força de união dos sistemas adesivos mais recentes, a concentração de estresse na dentina produziria fissuras nessas falhas, que culminariam na fratura da dentina antes que a interface adesiva se rompesse (DELLA BONA; VAN NOORT, 1995; PASHLEY *et al.*, 1995). Dessa forma, a redução da área adesiva, tornando o substrato mais uniforme, poderia melhorar a distribuição das tensões na interface (PHRUKKANON; BURROW; TYAS, 1998a, 1998b; CARDOSO; BRAGA; CARRILHO, 1998). Com base neste princípio, o ensaio de microtração foi proposto por Sano *et al.* (1994b), que utilizaram interfaces adesivas com áreas dez vezes menores que os testes convencionais e obtiveram valores de resistência adesiva maiores e sem ocorrência de fraturas coesivas em dentina. Este ensaio tem sido considerado mais adequado para avaliar a resistência de união dos sistemas adesivos mais recentes à dentina, que têm apresentado valores superiores a 25 MPa (PASHLEY *et al.*, 1995, 1999; ARMSTRONG; BOYER; KELLER, 1998; SCHREINER *et al.*, 1998). Apesar dessas evidências, a grande maioria dos trabalhos citados, que avaliaram a influência de cimentos provisórios sobre a adesão, empregou os métodos tradicionais de ensaios de resistência ao cisalhamento e tração. Assim, o efeito dos resíduos de cimentos provisórios sobre a resistência de união dos sistemas adesivos atuais permanece incerto, tanto em virtude das divergências nos resultados dos estudos mencionados, como pela carência de trabalhos que tenham empregado métodos mais fidedignos para a mensuração da resistência adesiva desses sistemas.

Diante do que foi exposto, o presente trabalho se propõe a investigar, através de ensaio mecânico de microtração, a influência de resíduos de cimentos provisórios, com e sem eugenol, sobre a resistência de união de sistemas adesivos de condicionamento ácido total e autocondicionantes à dentina, na fixação de restaurações adesivas indiretas. A hipótese nula a ser testada é a de que os cimentos provisórios, contendo ou não eugenol, não afetam a resistência de união

dos materiais resinosos à dentina, independentemente do sistema adesivo empregado.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Este estudo *in vitro* tem por objetivo principal avaliar a influência de resíduos de cimentos provisórios sobre a resistência de união de sistemas adesivos à dentina, empregados na fixação de restaurações indiretas de resina, através de ensaio de microtração.

2.2 Objetivos específicos

- Investigar, por microscopia de força atômica, a permanência de resíduos de cimentos provisórios sobre a dentina após limpeza mecânica e tratamento com ácidos;
- Comparar o efeito de resíduos de cimentos provisórios com eugenol e sem eugenol sobre a resistência de união de dois sistemas adesivos à dentina;
- Comparar a resistência de união de um sistema adesivo de condicionamento ácido total e um sistema autocondicionante à dentina submetida ou não ao contato com cimentos provisórios;
- Analisar comparativamente os modos de fratura da interface adesiva em função do tipo de cimento provisório e do tipo de sistema adesivo empregados.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa – COMEPE – da Universidade Federal do Ceará – UFC, tendo sido aprovado sob protocolo 89/05 (anexo A). Foram utilizados trinta dentes terceiros molares humanos, livres de cárie, recém-extraídos por indicação cirúrgica ou ortodôntica. Os dentes foram doados para a pesquisa mediante assinatura de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Depois de uma adequada limpeza e remoção de resíduos de tecido periodontal, os dentes foram acondicionados em solução saturada de timol a 4°C por um período não superior a 6 (seis) meses até a realização dos ensaios (PHRUKKANON; BURROW; TYAS, 1998a). Todos os procedimentos envolvidos nas diversas fases do experimento, desde o preparo das amostras até a realização dos ensaios, foram executados pelo mesmo pesquisador no intuito de reduzir a variabilidade atribuída ao operador (SHONO *et al.*, 1999).

3.1 Preparo das amostras

Os dentes foram lavados e acondicionados em água destilada por 24 horas antes do preparo. Sua porção radicular foi cortada e o tecido pulpar residual foi removido. A superfície oclusal foi desgastada com disco diamantado montado em politriz (ME-5000, Kohlbach, Jaguará do Sul, SC, Brasil) sob refrigeração, até que todo o esmalte fosse removido, obtendo-se superfícies planas de dentina (Figuras 1a e 1b). Os espécimes assim obtidos foram divididos aleatoriamente em 6 (seis) grupos de 5 (cinco) dentes cada, classificados segundo o tipo de sistema adesivo e o tipo de cimento provisório empregados.

- Grupo C-CT: grupo-controle do sistema adesivo CT (Adper™ Single Bond2™ - 3M-ESPE, Irvine, CA, USA). Nesse grupo, não houve o emprego de cimento provisório;
- Grupo TB-CT: foi utilizado cimento provisório com eugenol (Temp Bond™, Kerr Corp, Orange, CA, USA) e sistema adesivo CT;
- Grupo FG-CT: foi utilizado cimento provisório sem eugenol (Freegenol™, GC Co., Tokyo, Japan) e sistema adesivo CT;
- Grupo C-AC: grupo-controle do sistema adesivo AC (Adper™ Prompt™ - 3M ESPE/AG, Seefeld, Germany). Não foi utilizado cimento provisório.

- Grupo TB-AC: grupo em que se utilizou o cimento provisório Temp Bond™ (com eugenol) e o sistema adesivo AC;
- Grupo FG-AC: grupo em que se utilizou o cimento provisório Freegenol™ e o sistema adesivo AC.

O desenho experimental deste estudo está ilustrado no Quadro 1.



Figura 1a – Câmara pulpar exposta após recorte da porção radicular

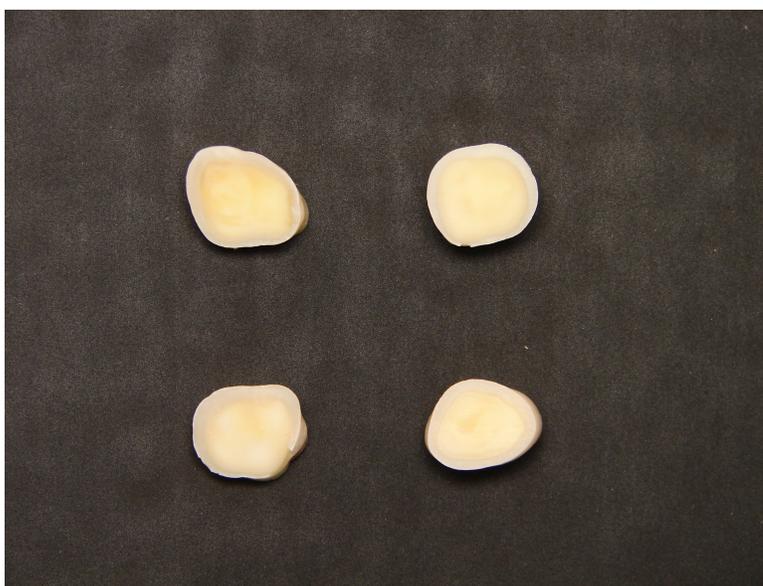
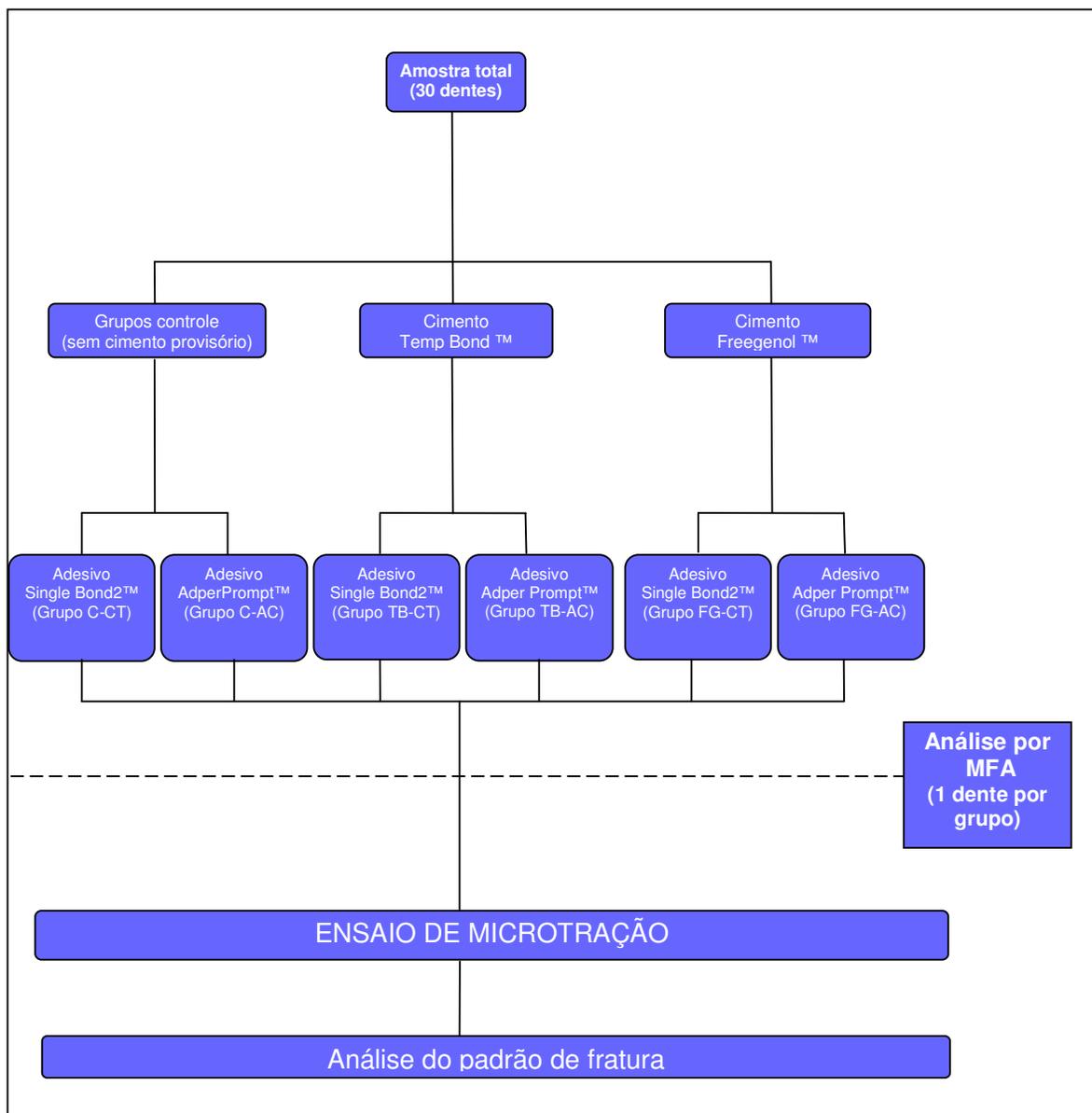


Figura 1 b – Superfícies planas de dentina após remoção do esmalte oclusal

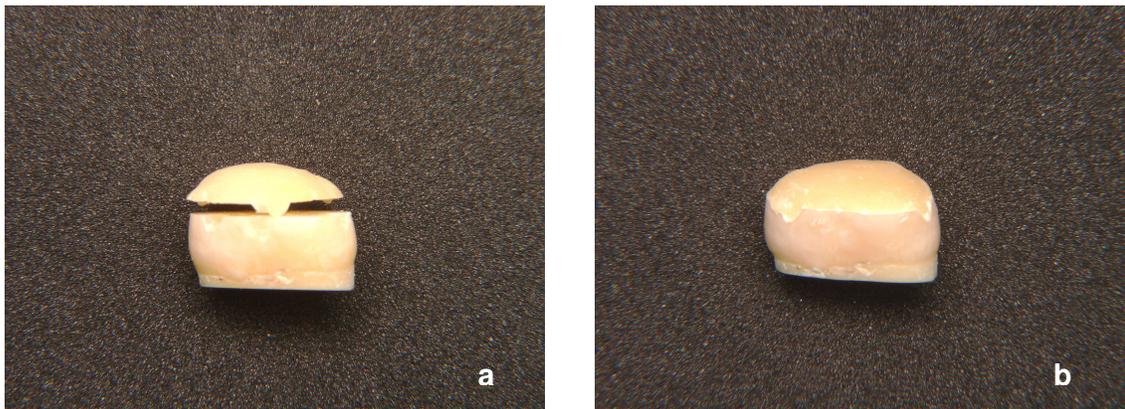
Em todos os grupos, os dentes tiveram a câmara pulpar preenchida com resina composta micro-híbrida (Filtek Z-250TM, 3M-ESPE, St Paul, MN, USA) utilizando um adesivo de condicionamento ácido total (AdperTM Single Bond2TM - 3M-ESPE, Irvine, CA, USA), de forma a facilitar a posterior obtenção dos corpos-de-prova para o ensaio mecânico de microtração. Os materiais utilizados neste estudo estão relacionados na Tabela 1.

A superfície de dentina oclusal planificada foi polida manualmente com lixas abrasivas de granulação decrescente sob refrigeração, a fim de se produzir uma camada padronizada de *smear layer*. Foram utilizadas, em seqüência, lixas 320, 400 e 600 por 60 segundos cada (GORACCI *et al.*, 2004a; SADEK *et al.*, 2004). Nesse ponto, um dos dentes de cada grupo foi aleatoriamente selecionado para observação por microscopia de força atômica (MFA), para avaliação da *smear layer* e subsequente contaminação com resíduos de cimentos provisórios.

Em seguida, para os grupos TB-CT, FG-CT, TB-AC e FG-AC foram confeccionados discos de resina acrílica de polimerização química (DuralayTM, Reliance Dental MFG. Co., Worth, IL, USA) sobre a superfície de dentina plana, com diâmetro correspondente à mesma área de dentina exposta e com altura média de 3mm. De forma a facilitar o posicionamento, inserção e fixação das restaurações provisórias de resina acrílica e também das restaurações de resina composta, foram confeccionadas 3 (três) canaletas em esmalte, utilizando a ponta diamantada N° 4138 (KG Sorensen, SP, Brasil) em alta rotação. Após a completa polimerização, os discos foram removidos com sonda exploradora e fixados à superfície de dentina (Figuras 2a e 2b) com os cimentos provisórios utilizados neste estudo (Tabela 1). Os cimentos foram manipulados e aplicados conforme as orientações dos fabricantes (Tabela 2). Os espécimes foram, então, armazenados em água destilada a 37°C por 7(sete) dias (WATANABE *et al.*, 1997; YAP *et al.*, 2001).



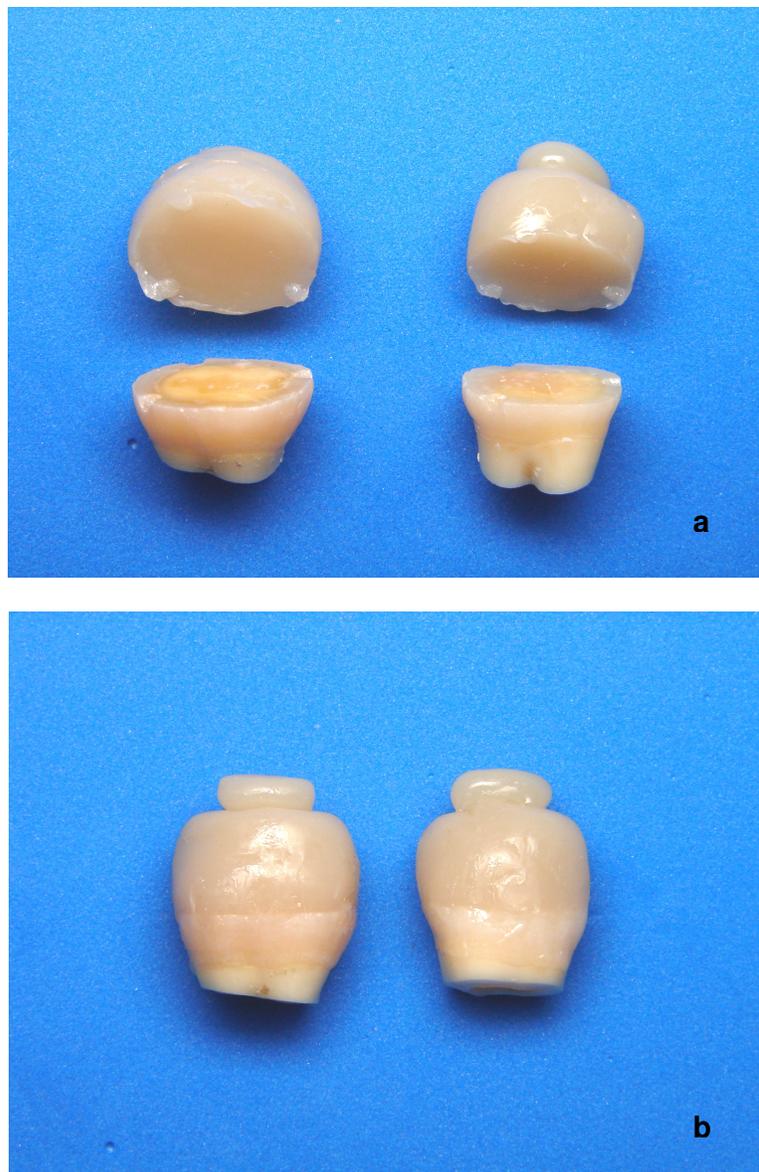
Quadro 1 – Representação esquemática do desenho experimental



Figuras 2a e 2b - disco de resina acrílica posicionado sobre a superfície dentária (a) e fixado com cimento provisório (b).

Após esse período, os discos de resina acrílica foram removidos e a superfície de dentina foi limpa com instrumento manual e *spray* de ar e água, até que macroscopicamente não fossem visualizados resíduos de cimento provisório. Procedeu-se, então, a limpeza da superfície dentinária com pasta de pedra-pomes e água friccionada com bolinhas de algodão, por 20 segundos, seguida de lavagem abundante com *spray* de ar e água (BACHMANN *et al.*, 1997). Sobre a superfície plana de dentina foram confeccionados blocos de aproximadamente 6 mm de altura, com resina composta micro-híbrida de cor A3 (Filtek Z-250TM), aplicando-se incrementos de até 2 mm de espessura (ARMSTRONG; BOYER; KELLER, 1998). Cada incremento foi polimerizado por luz halógena durante 40 segundos, utilizando-se fotopolimerizador Optlight Plus (Gnatus, Ribeirão Preto, SP, Brasil) calibrado com radiômetro (Gnatus, Ribeirão Preto, SP, Brasil) a uma densidade de potência de 550 a 600mW/cm². Os blocos foram removidos e receberam polimerização adicional por 40 segundos em cada face. A superfície de resina a ser cimentada foi tratada com agente de união Silano[®] (Dentsply Latin America, Petropolis, RJ, Brasil), conforme orientações do fabricante. A superfície dentinária de cada espécime foi tratada, conforme o grupo, com o sistema adesivo de condicionamento ácido total AdperTM Single Bond2TM ou com o adesivo autocondicionante AdperTM PromptTM, segundo as instruções do fabricante (Tabela 2). Em seguida, os blocos de resina composta foram fixados aos espécimes dentários utilizando cimento resinoso RelyXTM ARC (3M, St Paul, MN, USA), dispensado através do sistema 3M ClickerTM e manipulado

conforme as recomendações do fabricante. Os blocos foram mantidos em posição sob pressão manual por 5 minutos e, após remoção dos excessos, o cimento foi fotopolimerizado por 40 segundos em cada face. Os espécimes assim obtidos (Figuras 3a e 3b) foram armazenados em água destilada a 37°C e os grupos foram codificados por um segundo operador, alheio ao experimento (estudo cego).



Figuras 3a e 3b - Blocos de resina composta confeccionados (a), posicionados e fixados com cimento resinoso. Espécimes prontos para recorte e ensaio de microtração (b)

Tabela 1 - Relação de materiais utilizados no estudo.

MATERIAL	DESCRIÇÃO	FABRICANTE (nº do lote)
Temp Bond™	Cimento provisório à base de óxido de zinco e eugenol	Kerr Corp, Orange, CA, USA (5-1299)
Freegenol™	Cimento provisório à base de óxido de zinco e polímero de ácido graxo (sem eugenol)	GC Co., Tokyo, Japan (0310101)
Adper™ Single Bond 2	Sistema adesivo resinoso à base de Bis-GMA, HEMA, carga nanométrica de sílica esferoidal (10% em peso), etanol e água. Requer condicionamento de dentina e esmalte com ácido fosfórico em gel a 35%.	3M-ESPE Dental Products, Irvine, CA, USA (5FG)
Adper™ Prompt™	Sistema adesivo autocondicionante à base de Bis-GMA, metacrilatos de ésteres fosfóricos, copolímero de ácidos polialcenóicos, HEMA e água.	3M-ESPE/AG, Seefeld, Germany (204522)
Filtek Z-250™	Resina composta micro-híbrida à base de Bis-GMA, UDMA, TEGDMA e carga de sílica e zircônia (60% vol.)	3M-ESPE, St Paul, MN, USA (4ME; 5WK)
RelyX™ ARC	Cimento resinoso de dupla polimerização à base de Bis-GMA, TEGDMA e carga de sílica e zircônia (67,5% em peso)	3M, St Paul, MN, USA (FFFT)
Duralay™	Resina acrílica de polimerização química.	Reliance Dental MFG. Co., Worth, IL, USA (12022)
Silano®	Agente de união à base de silano, etanol e ácido acético	Dentsply Latin America, Petrópolis, RJ, Brasil (631804)

Fonte: (3M-ESPE Products; GANSS; JUNG, 1998; IRIE; SUZUKI; WATTS, 2004; KERBY *et al.*, 2005; SCHULZE *et al.*, 2005)

Tabela 2 - Protocolo de aplicação dos materiais.

MATERIAL	MODO DE APLICAÇÃO
Temp Bond™	Misturar proporções iguais de pasta base e pasta catalizadora (30 s); aplicar fina camada sobre a superfície da restauração; posicionar sobre a superfície dentária e manter pressionada por 3 minutos.
Freegenol™	Misturar proporções iguais de pasta base e pasta catalizadora (30 s); aplicar fina camada sobre a superfície da restauração; posicionar sobre a superfície dentária e manter pressionada por 3 min.
Adper™ Single Bond 2	Condicionamento com ácido fosfórico a 35% (15 s); lavagem (15 s); secar com papel absorvente mantendo dentina úmida; aplicação de 2 camadas de adesivo com fricção suave; remover levemente o excesso de solventes com ar (5 s); fotoativar com luz halógena por 20 s (600mW/cm ²)
Adper™ Prompt™	Misturar vigorosamente uma gota do líquido A e do líquido B até se obter uma solução homogênea de cor amarelada; aplicar uma camada abundante do adesivo friccionando por no mínimo 15 s (p/ uma área de 25 mm ²); remover o excesso de solventes com ar; fotoativar com luz halógena por 20 s (600mW/cm ²)
RelyX™ ARC	Misturar volumes iguais da pasta base e pasta catalisadora a partir do sistema 3M Clicker™ por 10s; aplicar fina camada sobre a restauração, assentar e manter sob pressão por 5 minutos. Remover excessos e fotoativar com luz halógena por 40 s em cada face (600mW/cm ²)
Silano®	Misturar uma gota do silano primer e do silano ativador; deixar em repouso por 5 minutos; aplicar uma camada sobre a superfície da restauração, deixar secar e aplicar uma segunda camada

Fonte: (3M-ESPE Products; FRANKENBERGER *et al.*, 2001; CEBALLOS *et al.*, 2003; REIS *et al.*, 2005)

3. 2 Ensaio de microtração

Os espécimes foram fixados, com cera pegajosa, a uma base retangular de resina epóxica e montados em máquina de corte de baixa velocidade modelo 650 (South Bay Technology, San Clemente, CA, USA). Utilizando-se disco diamantado (Extec Corp., Enfield, CT, USA) sob constante irrigação, foram realizados 4 a 6 cortes seriados, com espessuras de aproximadamente 1,0 mm, paralelos ao longo eixo do espécime e perpendiculares às interfaces adesivas, tanto no sentido méso-distal como vestibulo-lingual (Figuras 4a-4d), obtendo-se corpos-de-prova (CPs) em forma de “palitos” retangulares de área transversal de aproximadamente $0,9 \text{ mm}^2$ na interface adesiva (Figura 5) (PASHLEY *et al.*, 1999). Para evitar a inclusão de CPs com interfaces adesivas em esmalte, descartou-se a porção periférica dos espécimes, de aproximadamente 2 mm em cada lado. Em seguida, a base do espécime foi seccionada perpendicularmente ao seu longo eixo, liberando os palitos.

Para cada grupo, composto por 4 (quatro) dentes, obteve-se uma quantidade variável de CPs (n) em função do número de perdas prematuras dos palitos no momento dos cortes. A quantidade de fraturas prematuras durante a confecção dos CPs foi registrada, calculando-se o percentual de CPs que fraturaram durante sua obtenção sobre o número total de CPs possíveis de serem obtidos. As perdas prematuras não foram incluídas nos resultados de resistência adesiva (BOUILLAGUET *et al.*, 2001; SADEK *et al.*, 2004). As perdas prematuras durante a obtenção dos corpos-de-prova para microtração é uma ocorrência comum, embora indesejada. Elas são decorrentes da transmissão de vibrações dos instrumentos utilizados para os cortes dos espécimes que, pelas suas dimensões tão diminutas, podem se romper, sobretudo quando existem falhas no processo de adesão, como, por exemplo, bolhas de ar (FERRARI *et al.*, 2002).

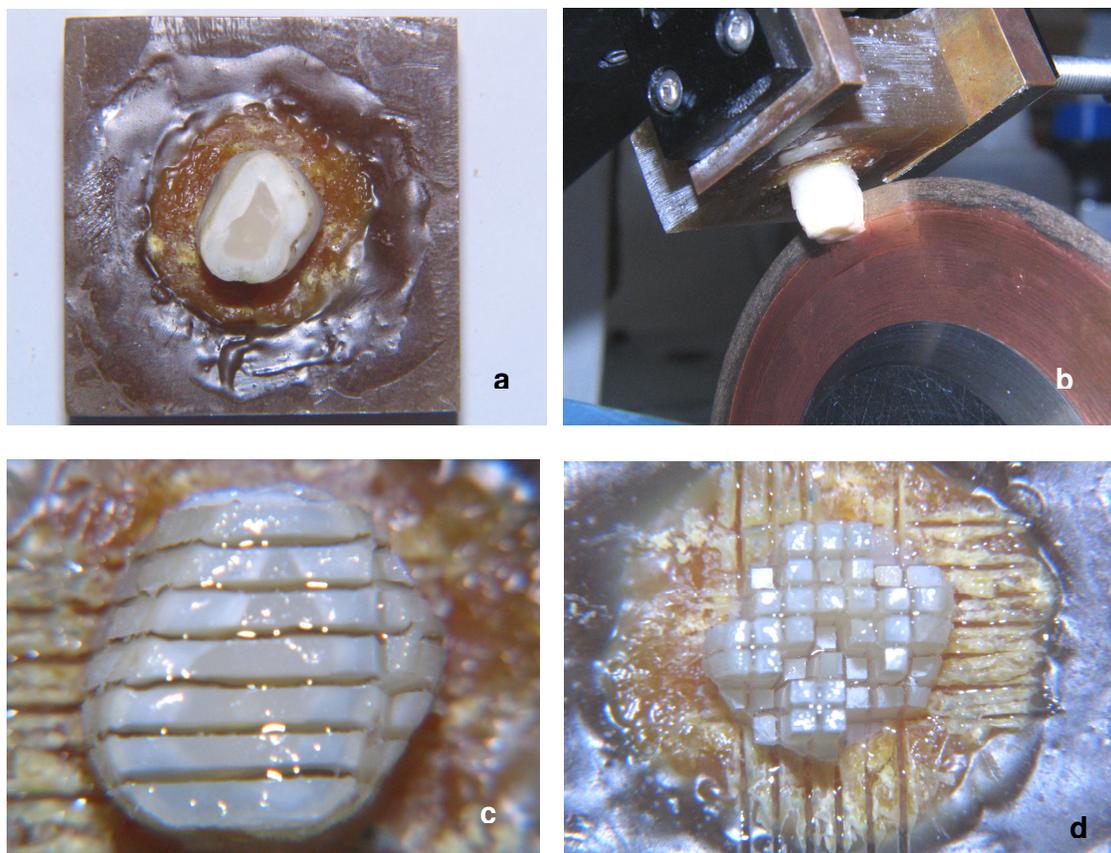


Figura 4 - espécime fixado com cera pegajosa à base de resina epóxica (a) e montado em máquina de corte com disco diamantado (b). Cortes seriados no sentido vestibulo-lingual(c) e méso-distal(d) para obtenção de CPs em forma de palitos.

Os CPs foram identificados e separados por dente, dentro do mesmo grupo, de forma a possibilitar a análise estatística da variabilidade de resistência adesiva dos CPs de um mesmo dente (intra-dente) e entre dentes diferentes de um mesmo grupo (inter-dentes). Em todos os grupos, a quantidade de palitos superou o tamanho amostral mínimo de 27 CPs sugerido por Chappell *et al.* (1997) e Schreiner *et al.* (1998) para satisfazer as exigências estatísticas.

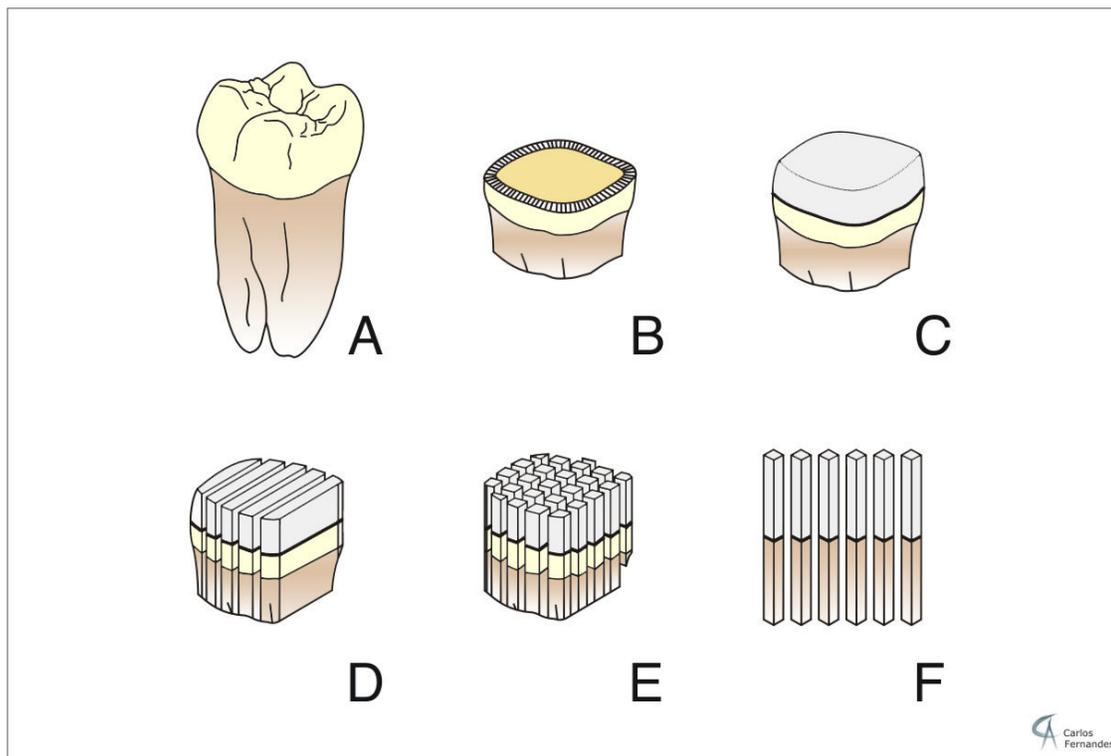


Figura 5 - Representação esquemática da obtenção de corpos de prova em forma de “palitos” para ensaio de microtração (técnica *non-trimming*). (Cortesia do Prof. Carlos Augusto de O.Fernandes).

A área da interface adesiva de cada CP foi medida com paquímetro digital (Digimess 100.174B, São Paulo, SP, Brasil) e inserida no programa de operação da máquina de ensaios (BlueHill versão 1.2). Os CPs foram analisados individualmente em microscópio óptico digital (Olympus BX51M, Tokyo, Japan) com aumento de 50x para verificar se na área de adesão não havia falhas (presença de bolhas) ou áreas de esmalte. Neste caso, seriam descartados. Os palitos foram então fixados individualmente com adesivo à base de cianoacrilato (Loctite® Super bonder®, Henkel do Brasil, Itapevi, SP) ao dispositivo Bencor Multi-T (Danville Engineering, San Ramon, CA, USA) adaptado à máquina universal de ensaios Instron modelo 4443 (Canton, MA, USA) (Figura 6).

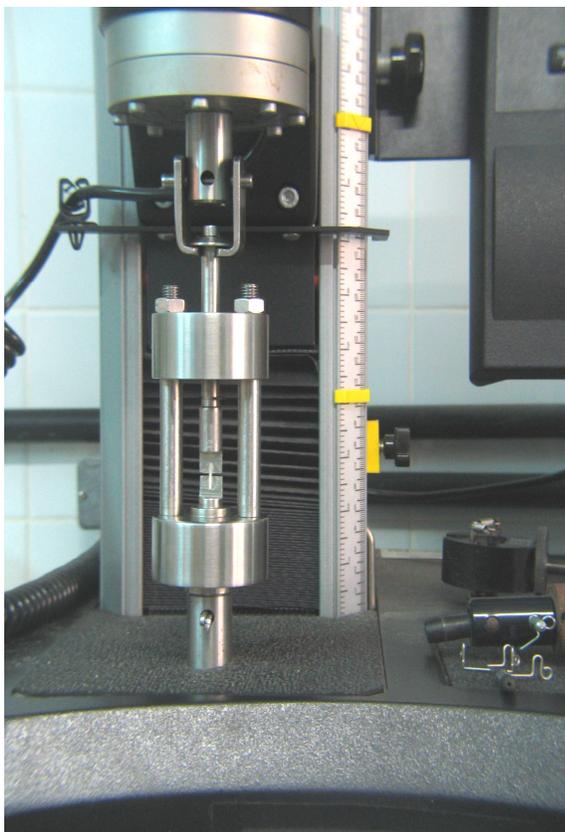
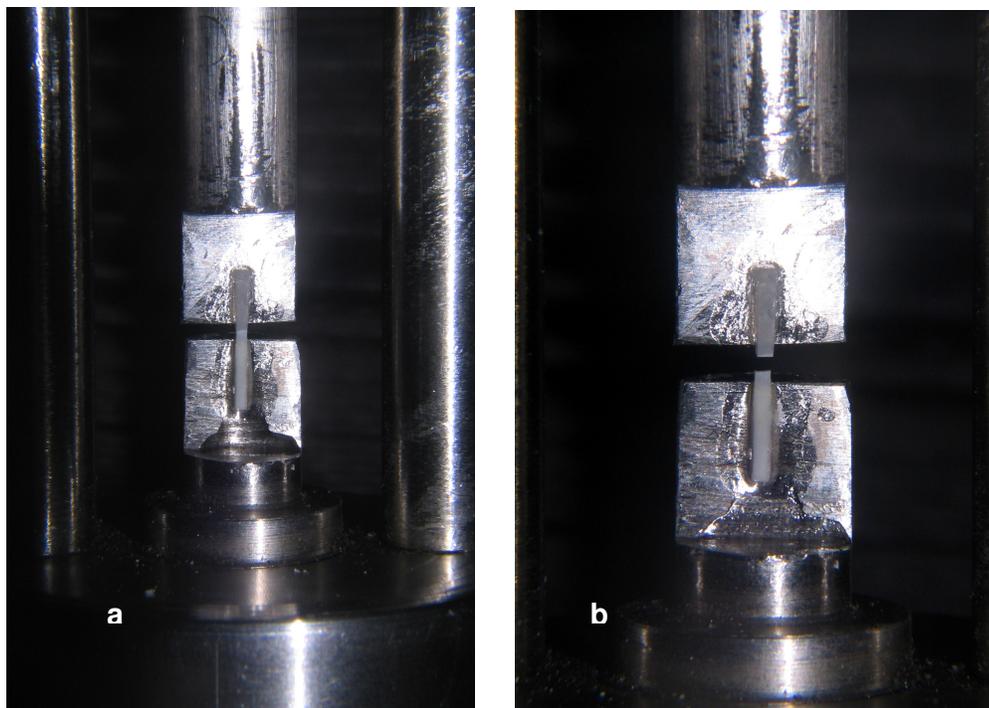


Figura 6 - Corpo de prova fixado ao dispositivo tipo Bencor Multi-T montado em máquina de ensaios Instron modelo 4443.

Os CPs foram, então, submetidos ao ensaio de tração, com velocidade de deslocamento de 0,5mm/min e célula de carga de 100 kgf. A resistência adesiva à microtração ($RA_{\mu T}$), representada pela tensão de ruptura (MPa), foi registrada no momento da fratura dos palitos (Figuras 7a e 7b) e expressa pelo gráfico tensão x deformação (Figura 8).



Figuras 7a e 7b - CP submetido ao ensaio de tração (a) até a ruptura da interface adesiva (b)

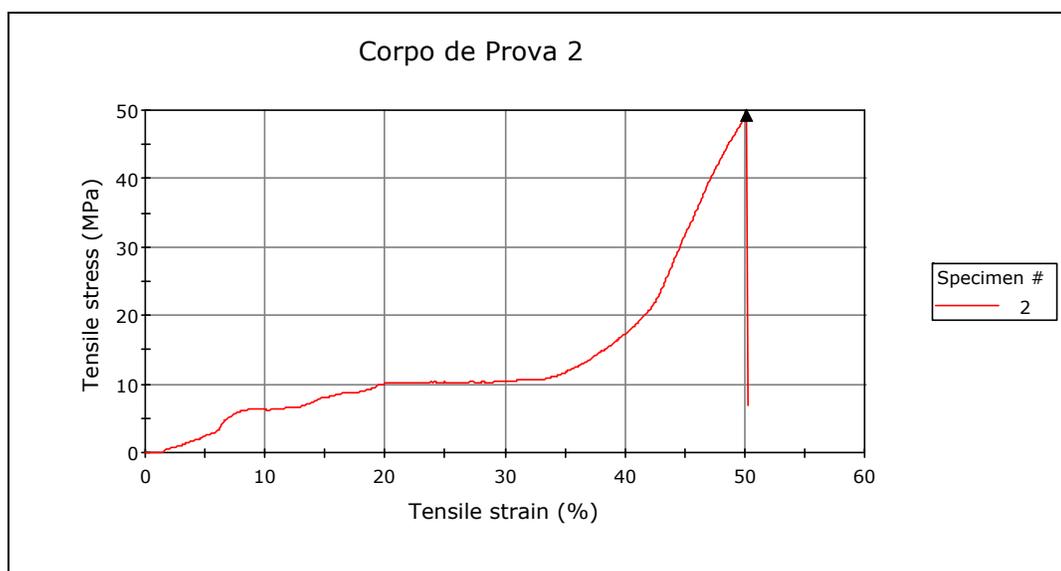


Figura 8 - Resultado do ensaio de tração expresso pela curva tensão x deformação. A seta representa a tensão de ruptura do espécime.

3.3 Análise dos padrões de fratura

Após os ensaios, foram selecionados aleatoriamente 50% dos CPs de cada grupo para análise dos modos de fratura (JACQUES; HEBLING, 2005), utilizando-se microscopia óptica digital com um aumento de 100X (Olympus BX51M, Tokyo, Japan). Nas imagens em que foi identificada exposição de dentina, o percentual relativo da área ocupada pela dentina foi estimado visualmente, dividindo-se a imagem em quatro quadrantes e observando a quantidade de dentina presente em cada quadrante. Dessa forma, as fraturas foram classificadas em oito tipos (FERNANDES, 1999; MAK *et al.*, 2002; ABO-HAMAR *et al.*, 2005; KERBY *et al.*, 2005):

- Tipo 1: fratura totalmente adesiva na interface entre dentina e sistema adesivo;
- Tipo 2: fratura mista (adesiva e coesiva) com envolvimento da interface dentina-sistema adesivo e dos demais substratos resinosos;
- Tipo 3: fratura mista (adesiva e coesiva) envolvendo apenas os substratos resinosos;
- Tipo 4: fratura coesiva no cimento resinoso e/ou sistema adesivo;
- Tipo 5: fratura adesiva na interface entre cimento resinoso e resina composta;
- Tipo 6: fratura coesiva na resina composta;
- Tipo 7: fratura coesiva na dentina.

Os resultados foram expressos em percentual de cada tipo de fratura para os diferentes grupos. Do total de CPs analisados por microscopia óptica, foram selecionados 2 (dois) CPs representativos de cada grupo para análise por microscopia eletrônica de varredura (MEV), para observação com maior detalhe dos planos envolvidos nas fraturas. Os espécimes foram submetidos ao processamento para análise por MEV, seguindo as etapas de fixação, desidratação e dessecação. Em seguida, foram montados em base de alumínio e metalizados por cobertura com ouro (Emitech K650, Emitech Products Inc., Houston, TX, USA), sendo analisados com microscópio eletrônico de varredura Hitachi S-3500N (Hitachi Science Systems Ltd., Japan). As fotomicrografias foram obtidas com diferentes magnificações padronizadas (70X a 1000X).

3. 4 Análise por microscopia de força atômica (MFA)

Em cada grupo, um dente foi selecionado para avaliação da *smear layer* e da quantidade de resíduos de cimentos provisórios sobre a dentina após a limpeza mecânica e tratamento com ácidos. Após o polimento da superfície planificada de dentina, descrito no preparo das amostras para microtração, procedeu-se um polimento adicional com lixas abrasivas de granulação 1200 sob refrigeração por 60 segundos, para se obter superfícies ainda mais uniformes. O polimento com lixa de granulação 600 deixa sulcos pronunciados nas imagens de MFA, o que dificulta a interpretação das imagens (PHRUKKANON *et al.*, 2000; YANG *et al.*, 2005). Os espécimes de cada grupo foram preparados de forma idêntica aos demais dentes para microtração. Foram obtidas imagens seqüenciais da superfície de dentina sem contaminação com cimentos provisórios (grupos-controle), após remoção dos resíduos com instrumento manual, após limpeza com pasta de pedra-pomes e após o condicionamento da dentina com ácido fosfórico 35% (sistema CT) e *primer* ácido (sistema AC). Dessa forma, cada espécime era utilizado como seu próprio controle, o que não é possível se fazer com microscopia eletrônica de varredura (SILIKAS *et al.*, 1999). As imagens foram obtidas com o microscópio de força atômica Nanoscope IIIa (Digital Instruments, Santa Barbara, CA, USA) operando no modo *tapping* a uma frequência de 350 kHz. Para cada imagem, foi feita a medição da rugosidade superficial média quadrática (R_q) para avaliação da *smear layer*.

3. 5 Análise estatística

Os valores de tensão obtidos nos testes de $RA_{\mu T}$, bem como os valores individuais de área das interfaces adesivas dos CPs, foram inicialmente submetidos ao teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov. Como as variáveis apresentaram comportamento próximo à distribuição normal, foram utilizados testes paramétricos para comparação dos resultados.

Os valores de $RA_{\mu T}$ foram submetidos à análise de variância (ANOVA) de dois critérios (cimento e adesivo) e teste t-Student para comparação das médias nos grupos em que foram detectadas diferenças estatisticamente significativas. Foi também realizada uma análise de variância para se comparar a variabilidade das

tensões entre os CPs obtidos a partir de um mesmo dente (intra-dentes) e de dentes diferentes dentro de um mesmo grupo (inter-dentes).

Os valores de área dos CPs foram submetidos à análise de variância para determinar a presença de diferenças estatisticamente significantes. Havendo diferenças, uma análise fatorial das tensões seria realizada, com a inclusão da co-variável área, para verificar a interferência da área sobre os valores de resistência adesiva (PASHLEY *et al.*, 1999).

Os valores percentuais de perdas prematuras de CPs foram submetidos a dois testes estatísticos: teste de correlação linear de Pearson, para verificar a existência de correlação com os valores de RA μ T, e teste de homogeneidade de proporções, para avaliar a existência de diferenças significativas das perdas em função dos tratamentos em cada grupo.

Os resultados da classificação dos tipos de fratura foram avaliados em função da presença de dentina nas superfícies analisadas (fraturas do tipo 1, 2 e 7) ou sua ausência (fraturas do tipo 3, 4, 5 e 6). Utilizou-se o teste de homogeneidade de proporções para averiguar a existência de diferenças estatisticamente significativas entre os grupos.

4 RESULTADOS

4.1 Ensaio de microtração

O tamanho amostral de cada grupo (n), representado pelo número de corpos-de-prova obtidos, variou de 38 a 88, totalizando 379 CPs. Os valores de RA μ T para os diferentes grupos experimentais, assim como o tamanho amostral e o percentual de perda prematura de cada grupo, estão apresentados na Tabela 3.

A análise de variância dos valores de RA μ T entre os grupos apresentou diferenças estatisticamente significativas. Procedeu-se o teste t-Student para comparação das médias dos grupos dois a dois. Quando comparados por sistema adesivo, os grupos em que se utilizou o sistema adesivo CT (C-CT, TB-CT, FG-CT) apresentaram valores estatisticamente superiores aos grupos em que se utilizou o sistema adesivo AC ($p < 0,0001$). Quanto à presença de cimentos provisórios, os grupos em que o cimento com eugenol Temp BondTM foi utilizado (TB-CT e TB-AC) apresentaram uma redução estatisticamente significativa da RA μ T em relação aos grupos-controle (C-CT e C-AC), tanto para o sistema CT ($p = 0,0331$) como para o sistema AC ($p = 0,0267$). Quando o cimento sem eugenol FreegenolTM foi empregado (FG-CT e FG-AC), não houve diferença estatisticamente significativa nos valores de RA μ T em relação aos grupos-controle, tanto para o sistema adesivo CT ($p = 0,3658$) como para o sistema AC ($p = 0,6215$). Porém, quando comparados entre si, os grupos com cimento Temp BondTM e FreegenolTM apresentaram diferença estatisticamente significativa apenas quando o sistema adesivo CT foi utilizado ($p = 0,0035$), não havendo diferença significativa com o sistema adesivo AC ($p = 0,1681$). Os valores de RA μ T em cada grupo estão ilustrados no Gráfico 1.

Tabela 3 - Resultados de resistência adesiva ao ensaio de microtração (RA μ T)

GRUPO	N	RA μ T média (MPa)	Desvio-padrão	Perda prematura
				de CPs (%)
C-CT	69	44,93 ^(a)	15,55	28
TB-CT	77	39,38 ^(b)	15,58	22
FG-CT	88	47,42 ^(a)	18,78	18
C-AC	52	32,38 ^(c)	10,76	43
TB-AC	55	27,43 ^(d)	12,34	43
FG-AC	38	31,11 ^(c,d)	12,84	57

As letras entre parênteses representam significância estatística. Letras iguais indicam médias semelhantes ($p > 0,05$)

As médias das áreas de interface adesiva dos CPs por grupo variaram de 0,87 a 1,06 mm², com área mínima de 0,68 e máxima de 1,53 mm². A análise de variância mostrou que as áreas não foram homogêneas, apresentando diferenças estatísticas em todos os grupos. Todavia, quando a área foi incluída como co-variável, a análise fatorial dos valores de resistência adesiva mostrou que não houve interferência da área sobre a comparação das tensões de ruptura entre os grupos ($p = 0,3339$).

Em relação à comparação entre a variabilidade da RA μ T entre os diferentes corpos-de-prova de cada dente (intra-dentes) e os diferentes dentes de cada grupo (inter-dentes), a análise de variância mostrou que nos grupos C-CT ($p = 0,2997$), C-AC ($p = 0,7912$), TB-AC ($p = 0,1120$), FG-CT ($p = 0,0630$) e FG-AC ($p = 0,0980$), não houve diferença estatisticamente significativa. Apenas o grupo TB-CT ($p < 0,0001$) apresentou diferença estatisticamente significativa, sendo, nesse grupo, a variabilidade interdentes superior à variabilidade intradentes.

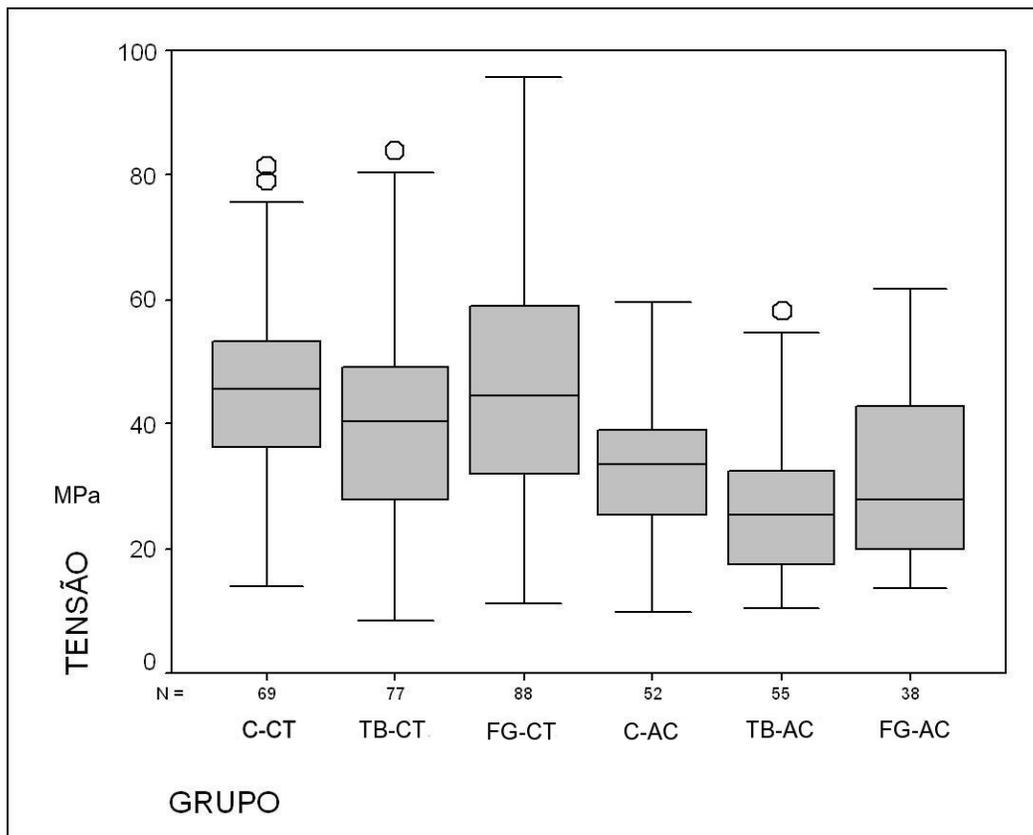


Gráfico 1 - Dispersão (*box-plot*) dos valores de resistência adesiva entre os grupos.

A análise de correlação linear de Pearson entre o percentual de perda prematura dos CPs e os valores de $RA_{\mu T}$ mostrou uma correlação estatisticamente significativa entre essas variáveis ($p = 0,0008$), indicando que o aumento do percentual de perda, e conseqüentemente a diminuição do tamanho amostral, está relacionado com valores menores de $RA_{\mu T}$, em todos os grupos. Quando analisados em função do tipo de sistema adesivo empregado, os grupos com o sistema CT (C-CT, TB-CT e FG-CT) apresentaram um percentual de perda estatisticamente menor que os grupos com o sistema AC (C-AC, TB-AC, FG-AC). Essa diferença mostrou significância estatística no teste de homogeneidade ($p < 0,0001$). Com relação aos cimentos provisórios, não houve diferença estatisticamente significativa no percentual de perdas prematuras entre os grupos em que o cimento Temp BondTM (TB-CT, TB-AC) e FreegenolTM (FG-CT, FG-AC) foram utilizados ($p = 0,7188$). Tampouco foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os

grupos com cimentos provisórios e sem cimentos provisórios (grupos-controle), tanto para o sistema adesivo CT (C-CT) ($p=0,5861$) como para o sistema AC ($p=0,8525$).

Os valores nominais de resistência adesiva à microtração de todos os corpos-de-prova, assim como suas áreas de interface adesiva, estão apresentados no Anexo B. Tabelas e gráficos da análise estatística estão apresentados no Anexo C.

4.2 Microscopia de força atômica

Em cada espécime analisado por MFA, foram obtidas duas imagens de 50 μm x 50 μm em diferentes locais da superfície plana de dentina e foi feita a medição da rugosidade superficial média quadrática (R_q). Nos grupos-controle, as imagens mostraram a camada de *smear layer* e alguns túbulos dentinários parcialmente obliterados com *smear plugs*. Os sulcos produzidos pelo polimento com a seqüência de lixas abrasivas estão bem evidentes. Após a limpeza mecânica com pasta abrasiva, é possível se observar uma maior quantidade de túbulos dentinários e uma redução da rugosidade superficial. As imagens obtidas após o condicionamento com ácido fosfórico (grupo C-CT) mostram grande quantidade de túbulos bem abertos após a completa remoção da camada de *smear layer*. Nos grupos em que foram utilizados cimentos provisórios, pode-se observar grande quantidade de resíduos de cimento nas superfícies que macroscopicamente se apresentavam limpas, após remoção com instrumento manual. Tanto nos grupos com Temp Bond™ como nos grupos com Freegenol™, não foi possível visualizar túbulos dentinários ou *smear plugs* possivelmente devido à espessa camada de partículas de cimento sobre a *smear layer*. Após a limpeza com pasta abrasiva, houve uma notória redução na quantidade de resíduos e na rugosidade superficial, sendo possível se visualizar alguns túbulos dentinários parcialmente expostos. Após o condicionamento da dentina com ácido fosfórico (sistema CT), as imagens mostram uma completa remoção da *smear layer*, com a exposição dos túbulos dentinários. Porém, resíduos granulados de cimentos provisórios podem ser observados na região correspondente à dentina intertubular. A superfície dentinária tratada com o *primer* ácido do sistema AC mostrou exposição dos túbulos dentinários com a presença de partículas granuladas em toda a superfície, inclusive no interior dos túbulos dentinários. Algumas imagens representativas obtidas por MFA estão apresentadas nas Figuras 9a-c, 10a-c e 11a-c.

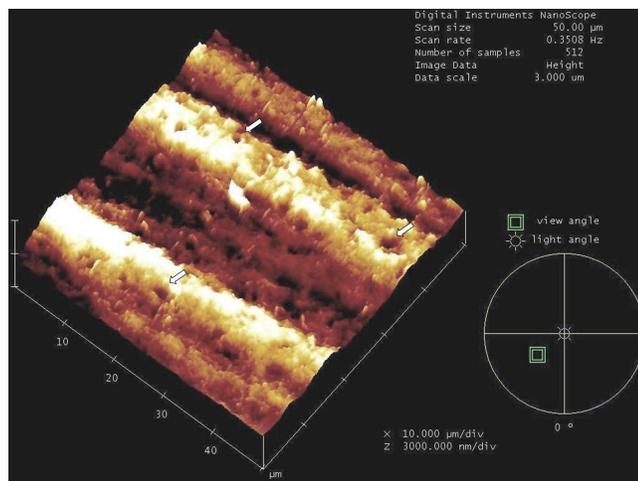


Figura 9a - Imagem de MFA do grupo CTE. Presença de *smear layer* e alguns túbulos dentinários (setas) parcialmente obstruídos. Rugosidade (R_q) : 206,70 nm

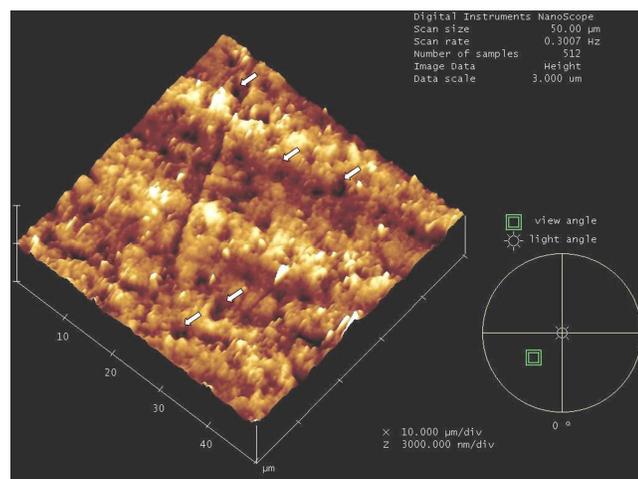


Figura 9b - Grupo CTE após limpeza com pasta abrasiva. Observa-se maior quantidade de túbulos dentinários expostos (setas). Rugosidade (R_q): 145,32 nm

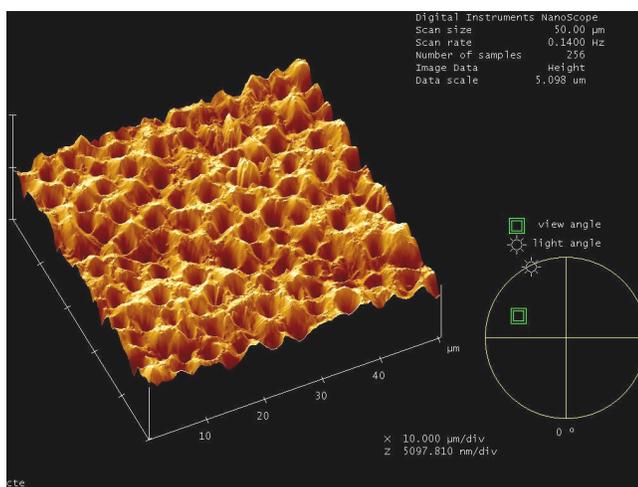


Figura 9c - Superfície dentinária após condicionamento com ácido fosfórico (grupo CTE), mostrando a completa remoção da *smear layer* e exposição dos túbulos dentinários.

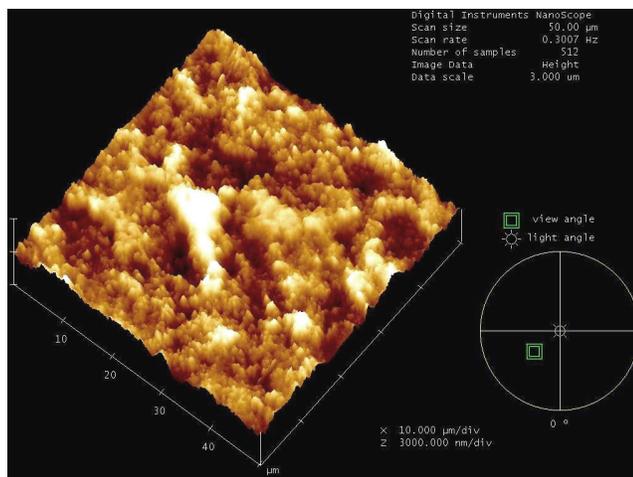


Figura 10a - Superfície dentinária do grupo FG-CT. Grande quantidade de resíduos de cimento provisório após remoção com sonda exploradora. Rugosidade (R_q): 352,78 nm

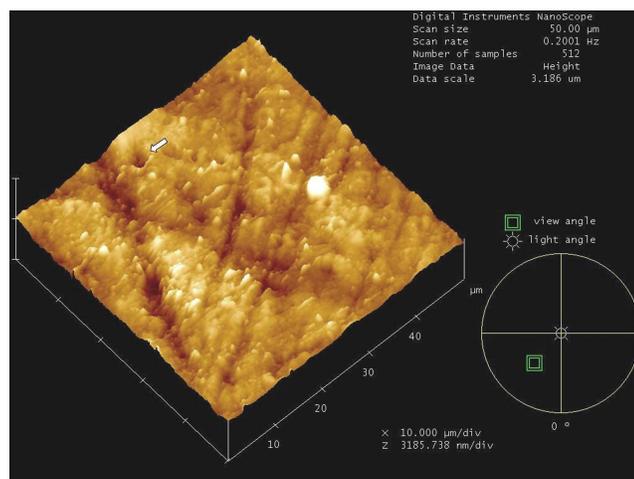


Figura 10b - Mesma superfície da figura anterior após limpeza com pasta abrasiva. Observar túbulo dentinário parcialmente aberto (seta). Rugosidade (R_q): 159,68 nm

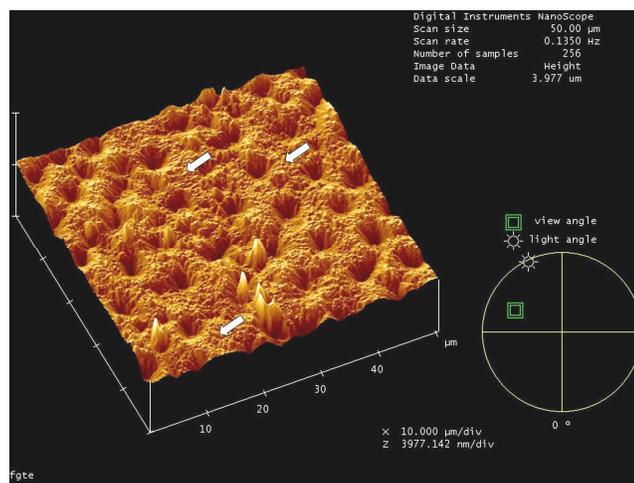


Figura 10c - Após condicionamento com ácido fosfórico. Observar exposição dos túbulos dentinários e presença de partículas granulosas nos espaços intertubulares (setas).

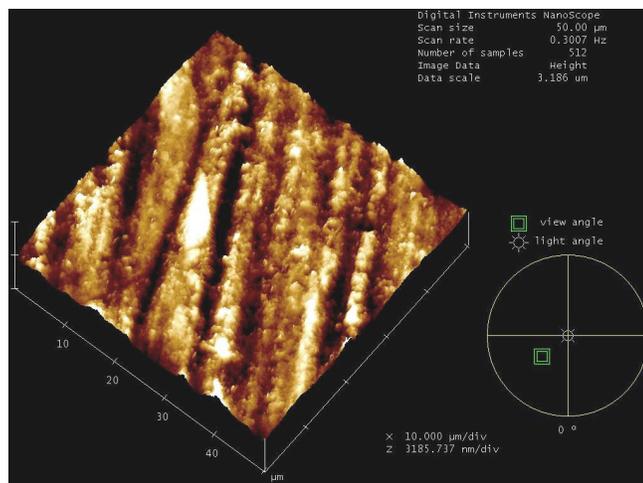


Figura 11a - Grupo FG-AC após contaminação com cimento provisório. Espessa camada de *smear layer* e resíduos. Rugosidade (Rq): 304,24 nm

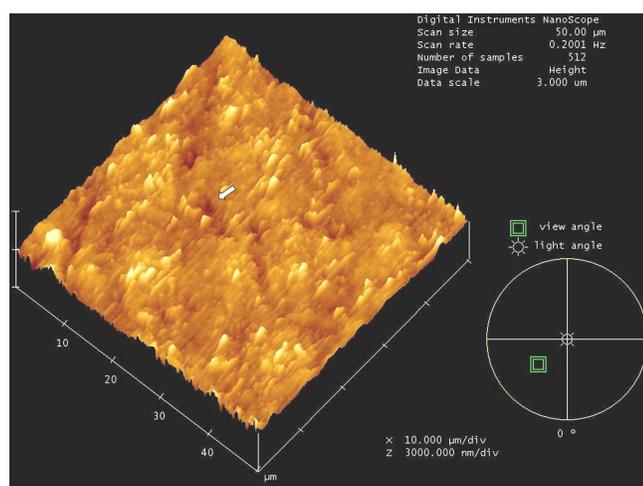


Figura 11b - Mesma superfície da figura anterior após limpeza com pasta abrasiva. Observar redução da quantidade de resíduos e túbulo dentinário parcialmente aberto (seta). Rugosidade(Rq): 163,02 nm

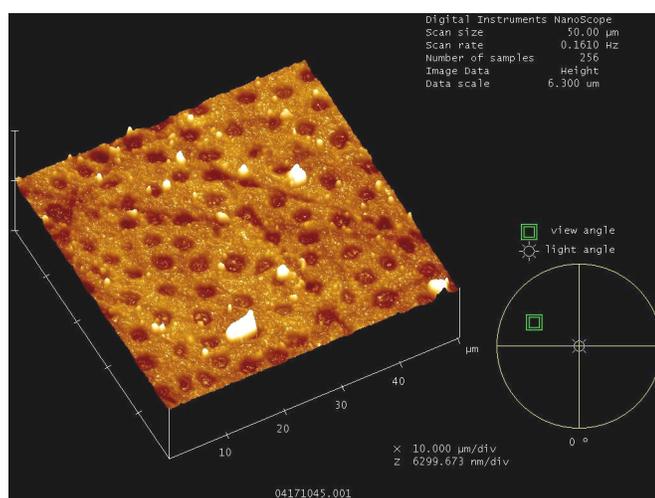


Figura 11c - Após condicionamento com *primer* do sistema AC. Observar exposição dos túbulos dentinários e presença de partículas granulosas sobre toda a superfície.

4.3 Análise dos padrões de fratura

A análise fractográfica compreendeu a avaliação de uma amostra de 190 interfaces adesivas por microscopia óptica digital para observação dos padrões de fratura após os ensaios de microtração, representando aproximadamente 50% da amostra total. Desse total, aproximadamente 45% (85 CPs) foram fraturas mistas com envolvimento de dentina e substratos resinosos, sendo 26% do tipo 3 (até 25% da área com fratura adesiva na interface adesivo-dentina) e 19% do tipo 2 (de 25 a 75% da área com envolvimento de dentina). Um percentual de 28% (53 CPs) apresentou fraturas adesivas entre a resina composta e o cimento resinoso (tipo 6), 22% (43 CPs) apresentou fraturas mistas envolvendo apenas os substratos resinosos (tipo 4) e 5% (9 CPs) fraturas coesivas no cimento resinoso e/ou sistema adesivo (tipo 5). Nenhum corpo-de-prova apresentou fratura adesiva na interface entre dentina e sistema adesivo com uma área maior que 75% (tipo 1). Também não foram observadas fraturas coesivas em resina composta (tipo 7) ou em dentina (tipo 8).

A distribuição percentual dos tipos de fratura apresentou diferenças estatisticamente significativas entre os grupos. Quando o sistema adesivo CT foi utilizado (grupos C-CT, TB-CT e FG-CT), houve uma predominância (66%) de fraturas envolvendo apenas os substratos resinosos (tipos 4, 5 e 6), enquanto apenas 34% das fraturas observadas apresentaram algum envolvimento da interface adesivo-dentina (tipos 2 e 3). Nos grupos em que o sistema adesivo AC foi empregado (C-AC, TB-AC e FG-AC), a maior parte dos CPs analisados (63%) apresentou fraturas em que a interface adesivo-dentina foi envolvida (tipos 2 e 3), enquanto 37% apresentaram apenas envolvimento dos substratos resinosos. Essas diferenças, em função do tipo de sistema adesivo empregado, foram consideradas estatisticamente significativas quando submetidas ao testes de homogeneidade de proporções ($p=0,0001$). Quanto aos tipos de cimentos provisórios empregados, não houve diferença estatisticamente significativa na proporção de fraturas dos tipos 2 e 3 entre os grupos com o cimento Temp Bond (TB-CT e TB-AC), e os grupos com o cimento Freegenol (FG-CT, FG-AC) ($p=0,3337$). Quando esses grupos foram comparados aos seus respectivos controles, também não apresentaram diferenças estatisticamente significativas ($p=0,0999$ quando comparados ao C-CT; $p=0,9995$ quando comparados ao C-AC).

As distribuições nominal e percentual dos modos de fratura por grupo estão apresentadas respectivamente na Tabela 4 e no Gráfico 2. Algumas imagens de microscopia óptica representativas de cada grupo estão ilustradas no Anexo D.

Dois CPs representativos de cada grupo foram selecionados para observação por MEV dos padrões de fratura, de forma a possibilitar uma análise mais minuciosa de cada um dos substratos envolvidos nas fraturas. Exemplos das imagens obtidas por MEV estão ilustrados nas Figuras 12, 13 e 14.

Tabela 4 - Distribuição dos modos de fratura por grupo.

	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5	Tipo 6	Tipo 7
GRUPOS							
C-CT	0	8	3	3	21	0	0
TB-CT	0	9	9	3	18	0	0
FG-CT	0	23	9	0	12	0	0
C-AC	0	13	10	3	0	0	0
TB-AC	0	21	6	0	0	0	0
FG-AC	0	11	6	0	2	0	0
TOTAL	0	85	43	9	53	0	0

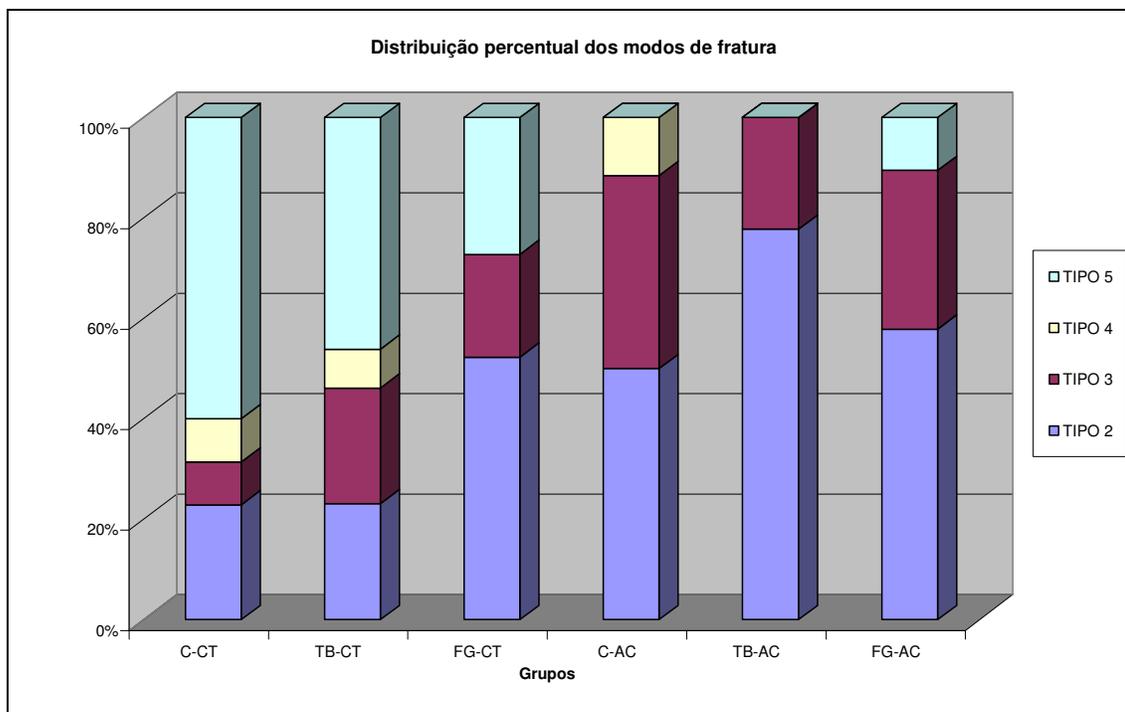


Gráfico 2 - Distribuição percentual dos tipos de fratura em cada grupo.

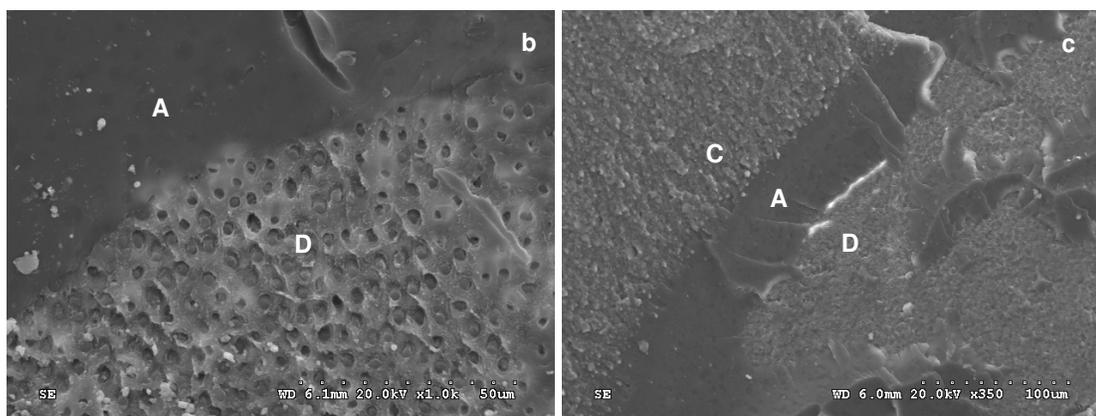
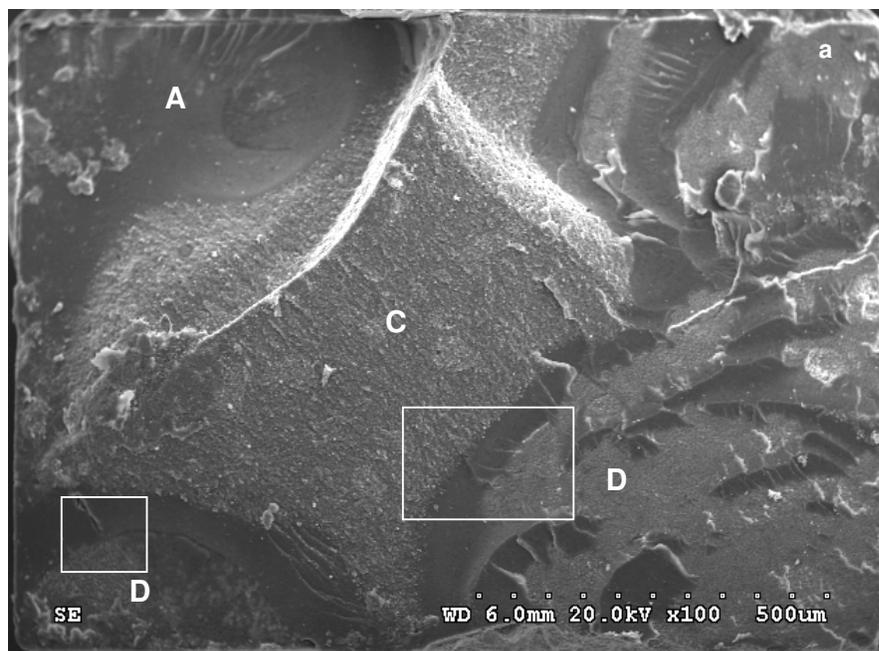


Figura 12 - Fotomicrografia obtida por MEV do lado da dentina de um corpo-de-prova representativo do grupo C-CT após fratura. (a) vista em menor aumento (100X) mostrando uma fratura mista do tipo 2 (com envolvimento da interface dentina-adesivo). Fratura coesiva em cimento (C) e adesivo (A). As áreas de fratura adesiva na interface adesivo-dentina (D) estão demarcadas nos quadros, e mostradas em maior aumento nas figuras b (1000X) e c (350X), onde é possível se visualizar os túbulos dentinários.

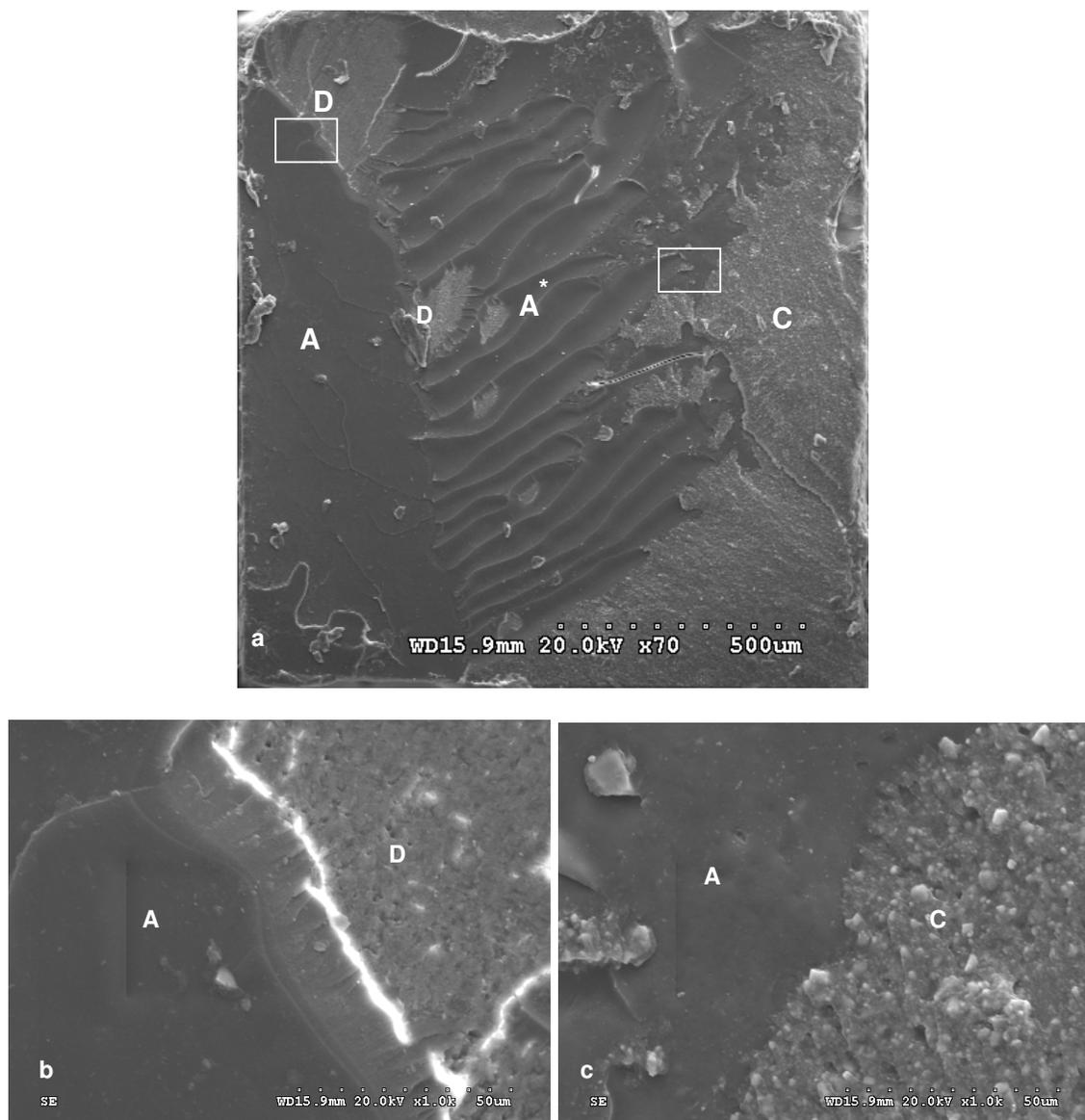


Figura 13 - Fotomicrografia obtida por MEV do lado da dentina de um corpo-de-prova representativo do grupo TB-AC após fratura. (a) vista em menor aumento (70X) mostrando uma fratura mista do tipo 2 (com envolvimento da interface dentina-adesivo). A maior área representa uma fratura adesiva entre cimento e adesivo (A), coesiva em adesivo (A*) e coesiva em cimento (C). As regiões demarcadas estão em detalhe nas figuras b e c (1000X).

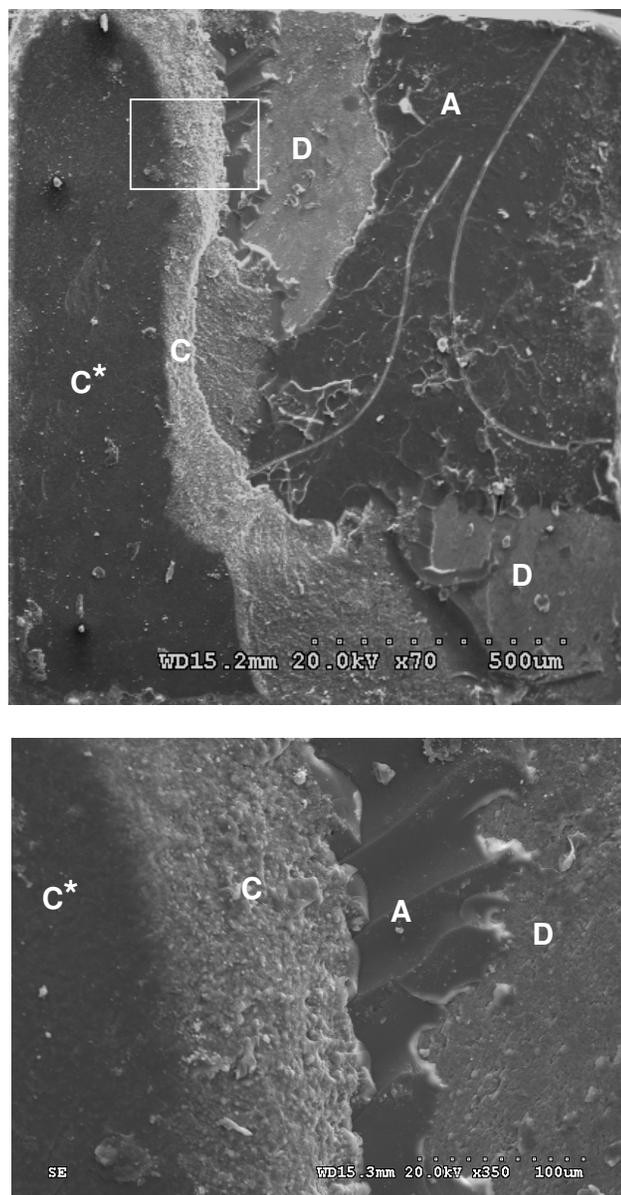


Figura 14 - Fotomicrografia obtida por MEV do lado da dentina de um corpo-de-prova representativo do grupo FG-AC, mostrando uma fratura do tipo 2 em 4 planos: adesiva entre resina e cimento (C*), coesiva em cimento (C), adesiva entre cimento e adesivo (A) e adesiva entre adesivo e dentina (D). (a) vista em menor aumento (70X). Os quatro planos podem ser visualizados em maior detalhe na figura b (350X).

5 DISCUSSÃO

5.1 Microscopia de força atômica

O emprego de restaurações estéticas indiretas, em resina ou cerâmica, pressupõe a utilização de cimentos resinosos e sistemas adesivos para sua fixação à estrutura dentária. Devido à complexidade da técnica indireta, estas restaurações requerem mais de uma sessão clínica e a colocação de restaurações provisórias se torna, na maioria dos casos, indispensável. Contudo, os materiais utilizados na fixação das restaurações provisórias podem interferir na resistência adesiva da restauração final. Diversos estudos têm demonstrado que mesmo após a limpeza da superfície dentária com instrumentos manuais e pasta de pedra-pomes e água, resíduos microscópicos de cimentos provisórios permanecem sobre o substrato dentário (XIE *et al.*, 1993; TERATA, 1993; WATANABE *et al.*, 1997; GRASSO *et al.*, 2002; BAYINDIR *et al.*, 2003). O presente estudo confirma os achados desses autores. A análise da superfície dentinária, por microscopia de força atômica (MFA), mostrou a presença de grande quantidade de resíduos de cimentos em superfícies que macroscopicamente pareciam limpas após a remoção com sonda exploradora, independentemente do tipo de cimento utilizado (com ou sem eugenol). De fato, nos grupos em que foram utilizados cimentos provisórios, observa-se que a presença de resíduos parece aumentar a espessura da *smear layer*, uma vez que nos espécimes analisados não foi possível se identificar túbulos dentinários nas imagens, diferentemente do que ocorreu com as imagens dos grupos-controle, em que não houve contaminação com cimentos provisórios. Após a limpeza com pasta de pedra-pomes e água, as imagens mostram uma redução da quantidade de resíduos sobre a dentina em todos os grupos. Porém, nos grupos com cimentos provisórios, pode-se observar que a quantidade de resíduos permanece maior que nos grupos-controle. Nestes, é possível se visualizar um maior número de túbulos dentinários.

Além da análise visual das imagens, a rugosidade superficial da *smear layer* foi mensurada por MFA como um parâmetro adicional na sua avaliação quantitativa, uma vez que essa variável parece apresentar uma correlação direta com a sua espessura e uma correlação inversa com a quantidade de túbulos dentinários expostos após a aplicação de adesivos autocondicionantes (OLIVEIRA *et al.*, 2003; KENSHIMA *et al.*, 2005). A medição da rugosidade média quadrática (Rq) foi

calculada para os grupos-controle e para os grupos com cimentos provisórios. Os resultados sugerem uma tendência de valores de Rq maiores para os grupos com cimentos provisórios em relação aos grupos controle, tanto antes como depois da limpeza com pedra-pomes e água. Porém, o emprego de pedra-pomes parece estar relacionado com uma redução da rugosidade superficial em todos os grupos. No trabalho de Oliveira *et al.* (2003), os valores de rugosidade por MFA e de espessura por MEV foram comparados para avaliação da *smear layer* e de sua influência sobre a adesão. Embora no presente trabalho os resultados de Rq não possam ser analisados do ponto de vista estatístico, uma vez que apenas um espécime de cada grupo foi examinado por MFA, a análise da rugosidade complementa a avaliação visual das imagens de MFA e fornece mais informações sobre a quantidade e qualidade da camada de *smear layer*. A partir desses dados, pode-se sugerir que os resíduos de cimentos provisórios, com ou sem eugenol, parecem alterar a *smear layer*, aumentando sua espessura e rugosidade. A limpeza com pedra-pomes e água pareceu ter sido eficaz na redução da espessura e rugosidade da *smear layer*, não sendo, todavia, capaz de eliminar os resíduos de cimentos provisórios, o que está em concordância com outros estudos na literatura (BACHMANN *et al.*, 1997; PAUL; SCHÄRER, 1997; GRASSO *et al.*, 2002; AYKENT *et al.*, 2005).

Quando a superfície dentinária foi condicionada com ácido fosfórico a 37% por 15 s, observou-se a completa remoção da camada de *smear layer* e a exposição dos túbulos dentinários. Porém, os resíduos de cimentos provisórios não foram completamente removidos, permanecendo partículas granulosas nas áreas correspondentes à dentina intertubular. Esse achado confirma os trabalhos de Terata (1993) e Watanabe *et al.* (2000) em que a superfície dentinária, após contaminação com cimentos provisórios, era analisada por MEV. Nesses estudos, os autores observaram que, mesmo após o tratamento da dentina com ácido fosfórico a 37% por 30 ou 60 segundos, as imagens de MEV mostravam a permanência de partículas granulosas sobre a superfície de dentina, tanto nos espaços intertubulares como no interior dos túbulos. A análise por espectroscopia de raios-X confirmaram que estas partículas eram provenientes dos cimentos provisórios pela presença do pico de zinco nos espectros.

As imagens de MFA, após o tratamento da superfície dentinária com o *primer* do sistema autocondicionante, sugerem que esse tratamento não pareceu ter sido capaz de remover ou dissolver completamente os resíduos de cimentos provisórios.

A quantidade de partículas residuais foi maior que a observada após o tratamento com ácido fosfórico. Esse resultado foi também semelhante ao obtido por Watanabe *et al.* (1998, 1999), por avaliação em MEV. Nesses estudos, os autores compararam a eficiência de remoção das partículas de cimento provisório pelo tratamento da dentina com ácidos orgânicos associados ou não a grupos metacrilatos, em diferentes tempos de aplicação e concentrações. Os resultados mostraram que a quantidade de cimento residual era maior quando os ácidos que continham metacrilatos eram empregados, já que estes não são removidos por lavagem após a aplicação. A redução da concentração e do tempo de aplicação também diminuiu a eficiência da remoção das partículas. No presente estudo, utilizou-se o *primer* do sistema adesivo Adper™ Prompt™, que contém um ácido orgânico poli-alcenóico associado a um grupo metacrilato (Hidroxi-etil-meta-acrilato -HEMA). Por ser um *primer* de um sistema adesivo autocondicionante, esse produto não requer lavagem após sua aplicação. Assim, as partículas de cimento que não são dissolvidas pelo ácido orgânico permaneceriam sobre a superfície de dentina. Isso explicaria a maior quantidade de resíduos observada nas imagens de MFA dos grupos em que se utilizou o sistema autocondicionante.

Os trabalhos encontrados na literatura revisada, que analisaram a presença de resíduos de cimentos provisórios sobre a dentina, utilizaram microscopia óptica ou microscopia eletrônica de varredura. No presente estudo, empregou-se, para essa finalidade, a microscopia de força atômica. Este método, embora ainda pouco explorado em odontologia, tem sido utilizado há mais de uma década na caracterização superficial de dentina (CASSINELLI; MORRA, 1994). Assim como em MEV, a microscopia de força atômica possibilita a obtenção de imagens tridimensionais de alta resolução, mas com algumas vantagens. Em MEV a superfície a ser analisada é bombardeada por um feixe de elétrons para gerar a imagem. Desse modo, para se analisar amostras biológicas como a superfície dentinária, é necessária a cobertura desta com uma camada condutora elétrica. Normalmente se utiliza metalização com ouro ou cobertura com carbono. Em MFA, a imagem é gerada a partir da interação atômica de uma sonda de silício com a amostra. A deflexão da sonda é captada por um feixe de laser, gerando a imagem topográfica da amostra. Como não há bombardeamento de elétrons, não é necessário que a amostra tenha condutibilidade elétrica para produzir a imagem. Assim, o preparo de amostras de dentina, por exemplo, é muito mais simples e

rápido que em MEV, eliminando a necessidade de processos como fixação, desidratação, secagem e metalização, o que torna a MFA uma técnica muito mais conservativa, pois elimina os riscos de alteração estrutural da dentina pelos processos físicos requeridos para análise por MEV (CASSINELLI; MORRA, 1994; PHRUKKANON *et al.*, 2000; OLIVEIRA *et al.*, 2002, 2004). Essa característica também permite a análise seqüencial de uma mesma amostra, o que torna possível observar o efeito de um determinado tratamento utilizando a amostra como sua própria referência (SILIKAS *et al.*, 1999). Essa foi a abordagem utilizada no presente estudo, quando se observou a superfície de dentina de uma mesma amostra após o polimento com lixas, após a limpeza com pasta abrasiva e após o condicionamento com ácidos. Outra grande vantagem da MFA é a possibilidade de se obter informações quantitativas sobre a superfície analisada, além de informações qualitativas a partir da imagem topográfica da superfície. Como a deflexão da sonda pode ser mensurada, a imagem tridimensional de MFA permite a obtenção de dados como a rugosidade superficial média (Ra) e quadrática (Rq) ou a medição, por exemplo, da profundidade de túbulos dentinários. Neste estudo, a medição da rugosidade superficial foi importante como um dado complementar para se avaliar a quantidade de *smear layer* antes e depois da limpeza com pasta de pedra-pomes.

5.2 Ensaio de microtração

5.2.1 Cimentos provisórios

Uma vez confirmada a permanência de resíduos de cimentos provisórios sobre a dentina, mesmo após a limpeza mecânica (sonda exploradora e pasta abrasiva) e química (condicionamento ácido), a questão que se coloca é se esses resíduos seriam capazes de interferir nos valores de resistência adesiva dos materiais resinosos à dentina. A partir dos resultados dos ensaios de RA μ T obtidos neste estudo, diversos aspectos podem ser analisados. Observa-se que os grupos nos quais o cimento provisório Temp Bond™ foi aplicado apresentaram uma redução estatisticamente significativa em relação aos grupos controle, tanto para o sistema adesivo CT como para o sistema AC. Quando o cimento provisório Freegenol™ foi utilizado, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas nos

valores de RA μ T em relação aos grupos-controle. Considerando que os resíduos microscópicos de cimento provisório foram observados em todos os grupos, independentemente do tipo de cimento e do tipo de sistema adesivo, pode-se inferir que a redução significativa da RA μ T nos grupos em que o cimento Temp Bond™ foi utilizado não pode ser atribuída à ação de barreira física ou de alteração da permeabilidade e tensão superficial da dentina causada pelos resíduos. Esse efeito estaria relacionado às propriedades inibitórias do eugenol sobre a polimerização dos materiais resinosos em virtude de sua grande afinidade por radicais livres.

Ao competir com os iniciadores de polimerização dos materiais resinosos, o eugenol impediria uma completa polimerização dos monômeros afetando as propriedades físicas tanto do sistema adesivo como do cimento resinoso, o que explicaria a redução da resistência de união destes à dentina (CIVJAN; HUGE; SIMON, 1973; GRAJOWER; HIRSCHFELD; ZALKIND, 1974; HANSEN; ASMUSSEN, 1987; ROSENSTIEL; GEGAUFF, 1988; MILLSTEIN; NATHANSON, 1992; ANUSAVICE, 1998b; FUJISAWA; KADOMA, 1997).

Os resultados do presente trabalho, no que diz respeito à influência do eugenol residual sobre a adesão dos materiais resinosos, estão em concordância com diversos outros autores (TERATA, 1993; TERATA *et al.*, 1994; MEYEROWITZ *et al.*, 1994; HOLDEREGGER *et al.*, 1997; PAUL; SCHÄRER, 1997; YAP *et al.*, 2001; BAYINDIR *et al.*, 2003). Contudo, esses resultados estão em discordância com outros estudos (GANSS; JUNG, 1998; PEUTZFELDT; ASMUSSEN, 1999, 2006; LEIRSKAR; NORDBØ, 2000; ABO-HAMAR *et al.*, 2005). Algumas razões poderiam justificar essas divergências. A grande maioria dos estudos que avaliaram a influência de cimentos provisórios sobre a adesão de materiais resinosos à dentina utilizou testes de cisalhamento ou tração convencional. No entanto, diversos trabalhos têm demonstrado que, em função do grande aumento na eficiência de adesão à dentina pelos mais recentes sistemas adesivos, os métodos tradicionais de ensaios mecânicos, sobretudo o teste de resistência ao cisalhamento, têm falhado na avaliação da resistência adesiva (DELLA BONA; VAN NOORT, 1995; PASHLEY *et al.*, 1995; SCHREINER *et al.*, 1998; CARDOSO *et al.*, 1998). Isso ocorreria porque nestes ensaios, ao utilizar uma área de superfície adesiva que varia de 7 a 12 mm², a heterogeneidade do substrato a ser testado, especialmente a dentina, implicaria numa maior ocorrência de defeitos intrínsecos na região da interface adesiva. No momento da aplicação da carga durante o ensaio, haveria uma distribuição não

uniforme da tensão, induzindo uma concentração de estresse mecânico em áreas específicas, o que resultaria na ruptura da interface. Isso explicaria a alta incidência de fraturas coesivas em dentina (até 80%) quando valores de resistência adesiva excediam 25 MPa (PASHLEY *et al.*, 1999). Como tem sido relatado que a resistência coesiva da dentina se situa entre 54 a 138 MPa (SANO *et al.*, 1994a; WATANABE; MARSHALL JR.; MARSHALL, 1996), a ocorrência de fraturas coesivas em dentina não significaria que a adesão entre resina e dentina seria superior à resistência intrínseca da dentina, mas que a concentração de estresse (podendo exceder 100 MPa) estaria gerando fissuras na dentina, que se propagariam e ocasionariam, em última instância, sua ruptura (PASHLEY *et al.*, 1995; VERSLUIS; TANTBIROJN; DOUGLAS, 1997; PHRUKKANON *et al.*, 1998a; PASHLEY *et al.*, 1999). Dessa forma, a interface adesiva não estaria efetivamente sendo testada, já que as fraturas ocorreriam não em virtude da força aplicada no ensaio, mas de uma concentração de tensão gerada pela própria biomecânica do teste (VERSLUIS; TANTBIROJN; DOUGLAS, 1997; FERNANDES, 1999).

Assim, Sano *et al.* (1994b) desenvolveram uma nova metodologia que foi denominada de microtração. Ao reduzirem a área de interface adesiva para aproximadamente 1,0 mm² (cerca de dez vezes menor que nos testes convencionais), os autores obtiveram resultados maiores de resistência adesiva com uma grande predominância de fraturas adesivas. Concluíram que ao se utilizar áreas diminutas, o substrato a ser testado é mais homogêneo e a distribuição da tensão sobre a interface seria mais uniforme, o que evitaria a concentração de estresse em determinadas áreas. Seus resultados foram confirmados por diversos outros autores que comprovaram a maior eficiência da microtração na avaliação de interfaces adesivas, com altos valores de resistência e baixa incidência de fraturas coesivas em dentina (PHRUKKANON *et al.*, 1998b; ARMSTRONG; BOYER; KELLER, 1998; CARDOSO *et al.*, 1998; CARRILHO *et al.*, 2002; ABDALLA, 2004).

O ensaio de microtração passou então a ser amplamente empregado na avaliação da resistência de união dos mais recentes sistemas adesivos à dentina. Inicialmente desenvolvido para testar a resistência adesiva de resinas de uso direto e sistemas adesivos à superfícies planas de dentina (SANO *et al.*, 1994b), diversas modificações têm sido propostas à metodologia original, de acordo com as diferentes aplicações deste ensaio: avaliação da adesão à dentina afetada por cárie (NAKAJIMA *et al.*, 1995; DOI *et al.*, 2004), à dentina esclerótica em lesões cervicais

(YOSHIYAMA *et al.*, 1998; KWONG *et al.*, 2002), à dentina em diferentes profundidades (FERNANDES, 1997, 1999; ARMSTRONG; BOYER; KELLER, 1998), avaliação da resistência de união de cerâmica a cimentos resinosos em função do tratamento superficial (MICHIDA *et al.*, 2003), avaliação da resistência adesiva à dentina intra-radicular (GORACCI *et al.*, 2004c), da adesão ao esmalte (SHONO *et al.*, 1997; AYKENT *et al.*, 2005; KERBY *et al.*, 2005) entre outras. O presente trabalho empregou o ensaio de microtração para avaliação da resistência adesiva de uma resina composta fixada à dentina plana pela técnica indireta, ou seja, com o uso de um cimento resinoso e sistemas adesivos. Esta variação é uma modificação da metodologia empregada por Mak *et al.* (2002), que utilizaram uma resina experimental fixada pelo método direto (sem cimento resinoso) e indireto.

Pelo que foi exposto, a metodologia empregada no presente estudo justificaria a divergência nos resultados obtidos por outros trabalhos que utilizaram outros tipos de ensaios para avaliar a influência dos cimentos provisórios sobre a adesão. Peutzfeldt e Asmussen (1999, 2006) avaliaram a influência de resíduos de materiais provisórios contendo eugenol sobre a adesão de sistemas de condicionamento ácido total e autocondicionantes sobre a dentina. Os resultados não mostraram qualquer influência desses materiais sobre a adesão. Porém, os autores utilizaram teste de resistência ao cisalhamento e não realizaram avaliação dos modos de fratura das interfaces. Pode-se questionar se as interfaces adesivas estariam efetivamente sendo testadas ou se a ocorrência de falhas coesivas na dentina não permitiriam que diferenças estatísticas entre os grupos fossem detectadas, uma vez que a maioria dos valores médios de resistência adesiva se situaram no intervalo de 20 a 30 MPa. O mesmo raciocínio se aplica aos resultados do trabalho de Leirskar e Nordbø (2000), que utilizaram a mesma metodologia e realizaram análise de fraturas apenas por inspeção visual, obtendo também valores médios entre 20 a 30 MPa.

O estudo de Ganss e Jung (1998) avaliou a influência de cimentos provisórios com e sem eugenol sobre a resistência adesiva, também por cisalhamento, de um sistema adesivo autocondicionante à dentina. Os resultados não mostraram haver redução significativa de nenhum dos grupos em que se utilizou cimentos provisórios. Aqui também cabem questionamentos sobre a metodologia, uma vez que os resultados mostraram valores muito baixos de resistência adesiva (6,5 a 10 MPa), bem próximos dos valores de tensão produzidos pela contração de polimerização das resinas compostas, sugerida por alguns autores como sendo de 7 a 9 MPa

(FEILZER; DE GEE; DAVIDSON, 1987). Na análise dos modos de fratura, os autores não relataram a ocorrência de fraturas coesivas em dentina, sendo a grande maioria classificada como puramente adesivas. Porém, ao utilizarem apenas microscopia óptica de pequeno aumento (6X), a classificação dos tipos de fratura pode ter sido sub-avaliada, uma vez que muitos detalhes podem passar despercebidos nesse nível de magnificação, e dificilmente se observam fraturas puramente adesivas ou coesivas quando se avalia interfaces adesivas mais complexas, que envolvem dentina, sistema adesivo, cimento resinoso e resina (FERNANDES, 1999; MAK *et al.*, 2002). Abo-Hamar *et al.* (2005) também obtiveram resultados conflitantes com o presente trabalho, não observando influência dos resíduos de cimentos provisórios com eugenol ou sem eugenol sobre a resistência de união de sistemas adesivos CT e AC e cimentos resinosos à dentina através de testes de cisalhamento. Todavia, os valores médios de resistência do sistema AC foram baixos (12,9 MPa) e estatisticamente inferiores ao sistema CT (29,5 MPa). A análise dos padrões de fratura por microscopia óptica com aumento de 40X revelou uma alta incidência de fraturas coesivas em dentina em alguns grupos com sistema adesivo CT (até 50% do total). Desse modo, é provável que tenha havido uma subestimação das médias desses grupos, já que a dentina fraturou antes que a interface adesiva fosse rompida.

Outro aspecto a ser considerado seria o tipo de material provisório empregado. A interpretação dos resultados de resistência adesiva nos estudos que avaliam a influência de materiais contendo eugenol deve ser feita de maneira diferenciada para os cimentos tipo I (cimentação de peças protéticas temporárias) e tipo III (restaurações temporárias e bases), conforme a especificação nº 30 da ADA. Os cimentos tipo I são manipulados com uma maior quantidade de líquido, apresentando uma concentração maior de eugenol que os do tipo III (GOULART *et al.*, 2004). A concentração de eugenol é um fator de importância na inibição da polimerização dos materiais resinosos (HUME, 1984; FUJISAWA; KADOMA, 1997). O trabalho de Yap *et al.* (2001) mostra que o aumento da proporção do eugenol na manipulação de um cimento provisório causa uma redução significativa da resistência ao cisalhamento de um sistema adesivo à dentina. Quando a proporção pó/líquido recomendada para um cimento do tipo III foi utilizada (10g :1g), não houve diferença estatisticamente significativa em relação ao controle. Porém, quando a proporção do líquido foi aumentada (10g : 2g), houve uma redução significativa de

resistência de união do sistema adesivo utilizado. Portanto, uma outra justificativa que explicaria a ausência de qualquer efeito dos materiais provisórios contendo eugenol sobre a resistência de união de sistemas adesivos, observada em alguns estudos (PEUTZFELDT; ASMUSSEN, 1999, 2006; LEIRSKAR; NORDBØ, 2000; GOULART *et al.*, 2004) seria a utilização, nestes trabalhos, de cimentos tipo III, que apresentam uma menor concentração de eugenol que os do tipo I, empregados neste experimento.

5.2.2 Sistemas adesivos

A comparação direta dos resultados entre estudos diferentes é tarefa difícil, e até por vezes inviável, devido à grande variabilidade de metodologias e materiais aplicados em cada situação (GANSS; JUNG, 1998; LELOUP *et al.*, 2001). Além das diferenças nos valores de resistência adesiva em função dos diferentes tipos de testes e de materiais, outras variáveis podem interferir nos resultados: a utilização de cavidades ao invés de superfícies planas de dentina, o tipo de instrumento utilizado no corte ou desgaste dos substratos dentários (BOUILLAGUET *et al.*, 2001; ÖZOK *et al.*, 2004), variações do substrato dentinário como conteúdo de água, permeabilidade e grau de mineralização (ANUSAVICE, 1998a), o meio, temperatura e tempo de armazenagem dos espécimes (PASHLEY *et al.*, 1995; LELOUP *et al.*, 2001) entre outras. Entretanto, a comparação entre trabalhos que utilizam metodologias semelhantes é válida como um parâmetro para avaliar a coerência dos resultados obtidos em um determinado estudo em relação aos demais.

No presente trabalho, os valores médios de resistência adesiva obtidos nos ensaios de microtração para o sistema adesivo Adper™ Single Bond™ 2 (45 MPa para o grupo controle) estão coerentes com os resultados de outros trabalhos que utilizaram a mesma metodologia, como por exemplo: valores médios de 34,6 MPa (CARDOSO *et al.*, 1998), 35,6 MPa (CARRILHO *et al.*, 2002), 33,26 MPa (TAVARES; CONCEIÇÃO, 2004), 40,9 MPa (JACQUES; HEBLING, 2005), 41,5 MPa (REIS *et al.*, 2005), 32,04 MPa (MONDELLI *et al.*, 2006) e 55,56 MPa (MARSON *et al.*, 2006). No caso do sistema AC Adper™ Prompt™ (32 MPa para o grupo controle), os resultados foram superiores aos de outros trabalhos que avaliaram

este sistema adesivo por microtração, como por exemplo: valores médios de 5,2 MPa (FRANKENBERGER *et al.*, 2001) e 18,2 MPa (CEBALLOS *et al.*, 2003). Essas variações de valores podem ser atribuídas às inúmeras variáveis envolvidas nos testes laboratoriais como o tempo de armazenamento das amostras, as diferentes máquinas de ensaios, a influência do próprio operador e a área de interface dos corpos-de-prova (LELOUP *et al.*, 2001). Esta última constitui uma variável importante, pois a resistência adesiva é inversamente proporcional à área de superfície adesiva nos testes de microtração (SANO *et al.*, 1994b; PHRUKKANON *et al.*, 1998a, 1998b).

A partir dos resultados do presente trabalho, constatou-se que os grupos com o sistema adesivo de condicionamento ácido total apresentaram valores de RA μ T superiores aos grupos com o sistema adesivo autocondicionante. Os trabalhos na literatura que comparam a resistência de união entre sistemas adesivos CT e AC são muito controversos. Alguns autores encontraram valores de resistência maiores para os sistemas CT (FERNANDES, 1999; FRANKENBERGER *et al.*, 2001; CEBALLOS *et al.*, 2003; KERBY *et al.*, 2005; JACQUES; HEBLING, 2005; ABO-HAMAR *et al.*, 2005) o que está em conformidade com o presente trabalho. Outros autores obtiveram resultados contrários, observando maiores valores de resistência de união para os sistemas AC (OLIVEIRA *et al.*, 2003; TAVARES; CONCEIÇÃO, 2004; ABO; UNO; SANO, 2004), enquanto alguns estudos mostram não haver diferenças estatisticamente significativas entre sistemas AC e CT (KWONG *et al.*, 2002; REIS *et al.*, 2005). Embora nesse aspecto a comparação direta de valores de resistência entre diferentes estudos seja também inconclusiva, devido à grande variedade de sistemas adesivos testados, os resultados do presente estudo confirmam a tendência de superioridade da RA μ T à dentina nos sistemas que utilizam condicionamento ácido total sobre os sistemas autocondicionantes observada na maioria dos estudos. Existem três razões que poderiam justificar esse comportamento. A primeira diz respeito à camada de *smear layer*. Os sistemas autocondicionantes não removem a *smear layer* sobre a dentina para promover a adesão. Assim, para que os monômeros resinosos possam se infiltrar até a dentina subjacente, é preciso que os componentes ácidos presentes no *primer* dissolvam parcialmente a camada de *smear layer*, alargando os microcanais existentes entre suas partículas, e alcancem a camada de dentina intacta e mineralizada (PASHLEY; CARVALHO, 1997). Como a resistência de união de um sistema adesivo é o

resultado da retenção micromecânica promovida pela formação da camada híbrida e dos prolongamentos de resina nos túbulos dentinários (PASHLEY; CARVALHO, 1997), os sistemas autocondicionantes poderiam ter sua adesão comprometida caso não fossem capazes de penetrar completamente a *smear layer* e promover uma adequada desmineralização da dentina em determinadas áreas (TAY; PASHLEY, 2001). Isso poderia ocorrer na presença de camadas mais espessas de *smear layer*, como demonstrado por Koibuch, Yasuda e Nakabayashi (2001) e sugerido por Bouillaguet *et al.* (2001), que obtiveram valores de RA μ T significativamente inferiores quando da utilização de desgaste dentário com pontas diamantadas ou com lixas de granulações maiores.

De fato, nas imagens de microscopia de força atômica obtidas no presente experimento, é possível se observar uma maior quantidade de resíduos da *smear layer* e cimento provisório após o condicionamento com o *primer* do sistema AC do que com o ácido fosfórico (Figuras 10c e 11c), o que corrobora os estudos de Watanabe *et al.* (1998, 2000), que utilizaram MEV. Apesar disso, o *primer* ácido foi capaz de desmineralizar a dentina subjacente à camada de *smear layer*, produzindo a exposição dos túbulos dentinários. Tay e Pashley (2001) demonstraram que o sistema adesivo AC utilizado neste trabalho (AdperTM PromptTM), que é considerado um sistema agressivo quanto à sua acidez, mostrou-se eficiente na completa dissolução de camadas de *smear layer* de diferentes espessuras e na formação de camada híbrida de 2,5 a 5 μ m de espessura em análise por microscopia eletrônica de transmissão. Porém, os autores utilizaram uma versão anterior desse sistema adesivo, desenvolvida inicialmente para utilização em associação com compômeros. Essa versão apresentava uma maior acidez (pH de 1,0) em comparação à versão atual, indicada também para resinas compostas, que apresenta uma acidez menor (pH de 1,8, segundo KERBY *et al.*, 2005). Contudo, pelos resultados obtidos neste estudo, não é possível estabelecer uma correlação entre os valores de RA μ T e a espessura e rugosidade da *smear layer*, uma vez que a amostra analisada não apresentou representatividade estatística.

A segunda razão para a diferença de RA μ T entre o sistema CT e o sistema AC seria o modo de aplicação desse último, conforme recomendado pelo fabricante e empregado no presente estudo. Em virtude de sua baixa viscosidade, o procedimento de remoção com ar do excesso de água usada como solvente ocasionaria a formação de áreas em que a camada de adesivo ficaria tão delgada

que não seria suficiente para uma completa polimerização por luz devido à inibição por oxigênio. Essas áreas atuam como zonas de fragilidade da interface adesiva resultando em uma diminuição da resistência adesiva total. Essa hipótese é defendida por Frankenberger *et al.* (2001), Ceballos *et al.* (2003) e Özok *et al.* (2004). Segundo estes autores, a aplicação de múltiplas camadas do sistema adesivo poderia contornar esse problema, o que foi confirmado pelo aumento significativo da resistência de união do sistema adesivo Adper™ Prompt™ quando foram aplicadas camadas adicionais do adesivo, diferentemente do protocolo sugerido pelo fabricante.

A terceira explicação para os menores valores de RA_μT nos grupos com o sistema AC estaria relacionada ao seu grau de acidez. Sanares *et al.* (2001) avaliaram quatro sistemas adesivos CT simplificados (de frasco único) quando utilizados em associação com resinas compostas fotoativadas e de ativação química. Os resultados dos ensaios de microtração e análise por MEV mostraram uma redução significativa, de até 90,8%, na resistência adesiva em todos os grupos quando as resinas de polimerização química foram utilizadas. Foi observada também uma correlação positiva significativa entre o pH do sistema adesivo e os valores de resistência de união. Os autores sugeriram que os componentes ácidos presentes nos sistemas adesivos CT simplificados interagem com o sistema peróxido-amina das resinas de polimerização química. Os monômeros ácidos residuais presentes na camada superficial do adesivo, cuja polimerização é inibida pelo oxigênio ambiente, atuam sobre as aminas terciárias, que são alcalinas, através de uma reação ácido-base. Dessa forma, as aminas seriam neutralizadas e perderiam sua capacidade redutora, que é essencial na iniciação da polimerização das resinas de presa química, cujo mecanismo se baseia em reações de oxidação e redução. Por analogia, os sistemas adesivos autocondicionantes, que possuem um grau de acidez maior que os sistemas CT, teriam um efeito ainda mais deletério sobre as resinas de presa química.

No presente estudo, o agente cimentante utilizado (RelyX™ ARC) é um cimento resinoso de dupla polimerização que também apresenta o sistema peróxido-amina em sua composição. Enquanto o sistema adesivo Adper™ Single Bond2™ apresenta pH de 3,6 (SANARES *et al.*, 2001), o sistema Adper™ Prompt™ tem pH de 1,8 (KERBY *et al.*, 2005). Portanto, é lícito se supor que os valores de resistência de união dos grupos em que se utilizou o sistema adesivo AC poderiam ser menores

que os grupos com o sistema CT, o que se confirmou nos resultados do presente trabalho. Porém, os valores médios de resistência adesiva do sistema AC encontrados neste trabalho (32 MPa no grupo controle), embora inferiores ao sistema CT, mostram uma união eficiente desse sistema adesivo à dentina e ao cimento resinoso, superando o patamar de 20 MPa sugerido por alguns autores como indicativo de uma adesão aceitável, em estudos *in vitro* (PASHLEY *et al.*, 1995; PASHLEY; CARVALHO, 1997; ANUSAVICE, 1998a; GORACCI *et al.*, 2004b). Esses valores são superiores aos resultados de outros trabalhos que utilizaram o mesmo sistema adesivo e a mesma metodologia (microtração), mas com resinas fotopolimerizáveis (FRANKENBERGER *et al.*, 2001; CEBALLOS *et al.*, 2003) e são similares aos resultados de um estudo que utilizou o mesmo cimento resinoso associado a sistemas adesivos CT (MAK *et al.*, 2002).

Embora alguns fabricantes tenham desenvolvido adesivos autocondicionantes que contêm sistemas de oxidação-redução ternários, o que contornaria a possível interação ácido-base com os cimentos resinosos de dupla polimerização, os resultados de RA μ T desses sistemas foram muito semelhantes aos do presente estudo (25,3 a 33,8 MPa, segundo CARVALHO *et al.*, 2004) e bem inferiores quando avaliados por teste de resistência ao cisalhamento (8,7 a 12,9 MPa, segundo ABO-HAMAR *et al.*, 2005). Portanto, no presente experimento, a interação ácido-base do sistema AC com o cimento resinoso não parece ter comprometido sua adesão à dentina ou ao cimento. Possivelmente, o tempo de contato dos componentes ácidos do sistema adesivo com o cimento resinoso antes da fotopolimerização (cinco minutos) não tenha sido suficiente para permitir a reação ácido-base em um grau significativo, uma vez que Tay *et al.* (2003a) demonstraram que a fotoativação tardia dos cimentos de dupla polimerização (vinte minutos) está relacionada a uma maior redução dos valores de resistência de união dos sistemas adesivos autocondicionantes. Além disso, a adesão da porção fotopolimerizável do cimento, que seria menos susceptível à interação com os componentes ácidos do adesivo, pode ter sobrepulado o efeito adverso sobre a porção de presa química, mantendo a resistência adesiva em um nível aceitável. Este achado corrobora os estudos *in vitro* e *in vivo* que têm demonstrado que a redução da resistência de união dos sistemas adesivos simplificados, tanto os de condicionamento ácido total como os autocondicionantes, estaria mais relacionada à absorção de água pelos monômeros resinosos hidrofílicos do que às reações ácido-base mencionadas. (TAY *et al.*, 2002,

2003a, 2003b, 2004; CARVALHO *et al.*, 2004; KERBY *et al.*, 2005). Segundo esses autores, estes sistemas adesivos atuariam como membranas permeáveis à difusão de água. Como carecem de uma camada de resina hidrofóbica que funcionaria como impermeabilizante, esses adesivos permitiriam uma contínua absorção de fluidos tanto a partir da dentina hidratada subjacente como do meio oral, mesmo após polimerização, o que ocasionaria uma degradação hidrolítica da interface adesiva. Isso explicaria o melhor desempenho do sistema adesivo CT de três passos (Scotchbond multi-purpose plusTM), nos estudos que analisaram a resistência adesiva após imersão em água por períodos prolongados (KATO; NAKABAYASHI, 1998; REIS *et al.*, 2005).

5.2.3 Metodologia

A microtração é um ensaio mecânico relativamente recente, tendo sido desenvolvido há pouco mais de uma década (SANO *et al.*, 1994b). Todavia, sua aplicação tem se ampliado muito devido às suas vantagens em relação aos métodos tradicionais de tração e cisalhamento, como por exemplo: a possibilidade de se obter múltiplos corpos-de-prova a partir de um único dente, sua grande versatilidade na mensuração de resistência adesiva em diferentes regiões do dente e sua suposta capacidade de distribuir a tensão sobre a interface de maneira mais uniforme, evitando a concentração de estresse e minimizando a ocorrência de fraturas coesivas em dentina (PASHLEY *et al.*, 1999; FERNANDES, 1999), conforme explicado no sub-item 5.2.1.

Apesar da ampla aceitação da metodologia de microtração na avaliação de interfaces adesivas, respaldada pelos resultados favoráveis obtidos nos estudos citados, causa estranheza a constatação de que poucos trabalhos *in vitro*, que avaliaram a influência de cimentos provisórios sobre a adesão de materiais resinosos, tenham utilizado a microtração como o método de mensuração da resistência adesiva. Considerando apenas a última década, a grande maioria dos estudos revisados utilizou testes de resistência ao cisalhamento (HOLDEREGGER *et al.*, 1997; BACHMANN *et al.*, 1997; GANSS; JUNG, 1998; JUNG; GANSS; SENGER, 1998; PEUTZFELDT; ASMUSSEN, 1999, 2006; LEIRSKAR; NORDBØ,

2000; YAP *et al.*, 2001; DAGOSTIN; FERRARI, 2002; ABO-HAMAR *et al.*, 2005; KANAKURI; KAWAMOTO; MATSUMURA, 2005) ou tração convencional (TERATA *et al.*, 1996; WATANABE *et al.*, 1998, 1999, 2000; BAYINDIR *et al.*, 2003). Apenas os trabalhos de Goulart *et al.* (2004), Fonseca *et al.* (2005) e Aykent *et al.* (2005) empregaram o ensaio de microtração, embora com uma abordagem diferente do presente trabalho. Portanto, é pertinente se ressaltar a importância deste estudo por utilizar uma metodologia considerada mais fidedigna para avaliar o efeito dos resíduos de cimentos provisórios sobre a resistência de união de sistemas adesivos mais recentes.

No presente trabalho, empregou-se a técnica *non-trimming* para o preparo dos corpos-de-prova (PASHLEY *et al.*, 1999). Esse método consiste na obtenção de CPs em forma de “palitos” retangulares com áreas de interface de 0,7 a 1,2 mm². Estudos têm demonstrado que essa técnica está relacionada a uma menor indução de estresse sobre os CPs no momento do corte, o que resultaria em um menor percentual de perda prematura de CPs e maiores valores de resistência adesiva que a técnica *trimming* da metodologia original. Nesta última, os espécimes, em forma de fatias, eram desgastados com pontas diamantadas ou discos abrasivos para promover um estreitamento na região da interface adesiva, produzindo CPs em forma de ampulheta. Esse procedimento induziria um estresse adicional na interface adesiva, o que explicaria a maior ocorrência de perda prematura dos CPs (GORACCI *et al.*, 2004a; SADEK *et al.*, 2004). No presente experimento, o percentual de perda prematura de CPs, ou seja, o rompimento da interface adesiva durante os procedimentos de corte, variou de 18% (grupo FG-CT) a 57% (grupo FG-AC). Nos grupos em que o sistema adesivo CT foi utilizado, houve uma perda média de 22,6%, enquanto nos grupos com o sistema AC, a perda média foi de 47,6%. Essa quantidade de perda prematura de CPs, para o sistema CT, foi superior aos resultados encontrados em alguns estudos, como a ausência de perdas no trabalho de Mak *et al.* (2002) e percentuais de perda de 4,5 a 8,1% nos estudos de Sadek *et al.* (2004) e Goracci *et al.* (2004a). Foram, porém, semelhantes aos percentuais encontrados por Carrilho *et al.* (2002) (6 a 25%), Özok *et al.* (2004) (27%) e Jacques e Hebling (2005) (34% em um dos grupos). Com relação aos grupos com o sistema AC, a maioria dos estudos não menciona os resultados de perda de CPs (FRANKENBERGER *et al.*, 2001; KWONG *et al.*, 2002; CEBALLOS *et al.*, 2003; DOI *et al.*, 2004; ABO; UNO; SANO, 2004), enquanto outros obtiveram valores ainda

maiores de perdas prematuras (59% segundo GUZMÁN-RUIZ *et al.*, 2001; 97% segundo ÖZOK *et al.*, 2004).

A ocorrência de perdas prematuras em microtração, embora indesejável, é bastante comum em virtude da dificuldade em se manipular espécimes de dimensões tão diminutas. De fato, o preparo dos espécimes para microtração é um procedimento laborioso e sensível à técnica, requerendo equipamentos específicos e destreza do pesquisador, o que constitui uma das principais desvantagens dessa metodologia (PASHLEY *et al.*, 1995; FERRARI *et al.*, 2002). As fraturas prematuras dos CPs podem ser atribuídas a duas principais causas. A primeira seria a existência de falhas intrínsecas tanto no substrato dentário como nos materiais resinosos. Defeitos como bolhas de ar na resina, microfissuras em dentina e esmalte, diferenças de rugosidade, separação de fases e diferenças de espessura na camada de adesivo poderiam reduzir drasticamente a resistência adesiva nos CPs em que estas falhas estivessem presentes, ocasionando sua fratura prematura durante os cortes seriados (PASHLEY *et al.*, 1995; CARRILHO *et al.*, 2002). A segunda causa seria a indução de estresse mecânico à interface adesiva causada pelos cortes seqüenciais durante o preparo dos CPs. Os discos de corte ou as pontas diamantadas utilizadas transmitiriam vibração à interface adesiva podendo gerar microfraturas que se propagariam e resultariam na ruptura dos CPs (FERRARI *et al.*, 2002). Esse efeito seria aumentado caso os dispositivos de corte apresentassem irregularidades que alterariam sua concentricidade (PASHLEY *et al.*, 1995).

As duas possíveis causas das fraturas prematuras foram evidenciadas pelos resultados da análise por MEV conduzida por Ferrari *et al.* (2002). Ao examinar os espécimes após os procedimentos de corte, os autores observaram a existência de defeitos estruturais em todos eles. Estas falhas envolviam tanto os substratos resinosos como os substratos dentários, como bolhas de ar na resina composta, fendas na intimidade da camada híbrida e micro-fissuras na dentina e esmalte ao nível da camada híbrida. Além desses defeitos considerados intrínsecos, ou seja, já existentes antes do procedimento adesivo, os autores observaram microfissuras externas na superfície de esmalte e dentina que sugeriam ter sido produzidas após o procedimento adesivo, ou seja, durante os procedimentos de corte.

No presente trabalho, além da presença dessas falhas inerentes ao procedimento adesivo, algumas razões poderiam justificar o percentual relativamente alto de

perdas prematuras. A inclusão de um quarto substrato, que seria o cimento resinoso, pode ter aumentado a ocorrência de defeitos intrínsecos na interface, sobretudo bolhas de ar nos substratos resinosos. Além disso, a manipulação e polimerização da resina composta, feita sob pressão atmosférica, pode ter contribuído para uma maior incorporação de bolhas de ar, o que não ocorreria com a manipulação a vácuo utilizada por Mak *et al.* (2002) e que poderia explicar a ausência de fraturas prematuras naquele estudo. Outra justificativa seria a observação de uma pequena variação da concentricidade dos discos diamantados utilizados nos cortes para o preparo dos CPs. Embora tenham sido testados três discos diferentes, todos eles apresentavam algum grau de excentricidade, o que pode ter causado um aumento da vibração transmitida à interface adesiva. Uma terceira razão que poderia justificar a ocorrência de uma maior incidência de fraturas prematuras seria a área de interface adesiva dos CPs. A utilização de áreas menores que 1,0 mm tem sido associada a uma maior incidência de perdas prematuras (PHRUKKANON; BURROW; TYAS, 1998b; SADEK *et al.*, 2004). Devido à considerável variabilidade das áreas no presente trabalho (0,7 a 1,2 mm²), muitos CPs com áreas de interface menores podem ter sido fraturados prematuramente devido à sua maior fragilidade no momento do corte.

A comparação entre o percentual de perdas prematuras nos grupos com sistema adesivo CT e nos grupos com sistema adesivo AC mostrou uma diferença estatisticamente significativa ($p < 0,0001$). Essa diferença parece estar relacionada com a forte correlação encontrada entre o percentual de perda e os valores de resistência adesiva ($p = 0,0008$). Os mesmos argumentos alegados para justificar a diferença significativa da resistência adesiva entre os grupos com o sistema CT e o sistema AC podem ser aplicados também para explicar essa diferença no percentual de perda prematura de CPs, em virtude da correlação entre essas variáveis. Esse achado corrobora os resultados obtidos por Bouillaguet *et al.* (2001) e Eckert e Platt, (2007) que encontraram valores menores de resistência adesiva nos grupos com maior percentagem de perda de CPs. Além dessa correlação mencionada, os resultados do presente estudo mostraram a existência de uma forte correlação negativa entre o percentual de perda de CPs e a variabilidade dos valores de RA μ T em todos os grupos ($p < 0,0001$). Esse dado não foi relatado na literatura revisada e sua significância ainda não está clara. Contudo, considerando a evidência estatística de que os valores médios de RA μ T dos CPs efetivamente testados foram menores

nos grupos com maior percentual de perda de CPs, é válido supor que as médias de RA μ T destes grupos poderiam estar sendo superestimadas, pois os espécimes que fraturaram prematuramente apresentaram uma resistência adesiva inferior aos que resistiram aos procedimentos de corte. Por outro lado, a inclusão das fraturas prematuras nos resultados de RA μ T como “valor zero”, como sugerido por Shono *et al.* (1999), implicaria em um viés nos resultados com uma subestimação das médias. A abordagem proposta por Bouillaguet *et al.* (2001), Carrilho *et al.* (2002) e Eckert e Platt, (2007) e também adotada pelo presente estudo, consiste em descartar as fraturas prematuras para efeito dos resultados de RA μ T e relatar o percentual de perda de cada grupo, correlacionando-o com os valores médios de RA μ T. A mensuração da influência do percentual de perda sobre as médias de resistência adesiva e sobre a variabilidade desses valores deverá ser objeto de investigação estatística em futuros estudos.

No tocante à comparação da variabilidade dos valores de RA μ T entre os vários CPs obtidos a partir de diferentes regiões de um mesmo dente (intradentes) e a variabilidade entre os diferentes dentes de um mesmo grupo (interdentes), os resultados obtidos indicaram uma maior variabilidade interdentes em apenas um grupo (TB-CT), enquanto nos demais não se observaram diferenças estatisticamente significativas. Devido à heterogeneidade do substrato dentinário, a utilização de múltiplos CPs a partir de um único dente tem sido considerada estatisticamente válida, assumindo que a variabilidade regional da dentina poderia ser semelhante ou até superior à variabilidade entre dentes diferentes (PASHLEY *et al.*, 1999). Os resultados obtidos no presente experimento confirmam essa hipótese, uma vez que em cinco dos seis grupos estudados a variabilidade dos valores de RA μ T intradentes e interdentes não apresentou diferença estatisticamente significativa. Somente um grupo (TB-CT) apresentou variabilidade interdentes superior à intradentes, com significância estatística. O estudo de Eckert e Platt (2007) corrobora esses resultados ao identificar a existência de uma correlação estatisticamente significativa entre os diferentes CPs de um mesmo dente, o que implicaria na redução de sua variabilidade. Portanto, segundo estes autores, seria recomendável utilizar o maior número de CPs por dente e o maior número de dentes por grupo (ou seja, maior tamanho amostral) de forma a minimizar o efeito da correlação intradentes e evitar uma superestimação da significância estatística dos resultados. No presente estudo, a utilização de 4 (quatro) dentes por grupo parece ter sido adequada, haja vista que

em cinco dos seis grupos estudados a variabilidade intradentes e interdentes não apresentou diferenças estatisticamente significativas.

5.3 Análise fractográfica

A análise do padrão de fratura dos espécimes no presente estudo foi realizada por meio de microscopia óptica digital com aumento de 100X e com microscopia eletrônica de varredura. Assim, foi possível se visualizar em maior magnitude os elementos que formam a interface adesiva e determinar os eventos que levaram à sua ruptura, sendo estas informações consideradas fundamentais na interpretação dos resultados de resistência adesiva. Quando uma interface adesiva é submetida a uma carga, as tensões são distribuídas por todos os elementos que a compõem e a ruptura irá se iniciar, teoricamente, no ponto mais fraco, quer seja na interface entre os elementos (fratura adesiva) ou na intimidade de um deles (fratura coesiva) (FERNANDES, 1999). No presente estudo, a interface adesiva compreende quatro substratos: dentina, sistema adesivo, cimento resinoso e resina composta. Este tipo de interface complexa normalmente resulta em uma menor proporção de fraturas puramente adesivas ou coesivas, uma vez que a propagação da falha inicial se alastra através dos elementos adjacentes ao ponto inicial da fratura, cuja localização exata é muito difícil de determinar (LELOUP *et al.*, 2001). Isto pode ser observado nos resultados deste estudo, em que 72% das fraturas foram mistas. A classificação das fraturas foi feita levando em consideração a fração da área em que se observou a presença de dentina exposta (fratura adesiva entre o sistema adesivo e a dentina) sobre a área total de cada espécime analisado. Diferentemente do trabalho de Mak *et al.* (2002), em que um programa de computador específico foi empregado para o cálculo dessas áreas, no presente trabalho, essa estimativa foi feita visualmente (FERNANDES, 1999). Ao se dividir a área da imagem em quadrantes, foi possível classificar as fraturas de acordo com os percentis da área ocupada pela dentina. Embora a precisão não seja a mesma obtida pela utilização de um sistema informatizado, esse tipo de classificação permite uma análise mais minuciosa de fraturas que normalmente seriam classificadas apenas como mistas.

A distribuição dos tipos de fratura não ocorreu de maneira uniforme em todos os grupos. Nos grupos em que foi utilizado o sistema adesivo de condicionamento ácido total, cerca de dois terços das fraturas (66%) ocorreram com envolvimento apenas dos substratos resinosos (tipos 3, 4 e 5), permanecendo intacta a interface entre adesivo e dentina. As fraturas com envolvimento de dentina (tipo 2) ocorreram em cerca de um terço dos corpos de prova (34%). Nos grupos com o sistema adesivo autocondicionante, essa proporção praticamente se inverteu, sendo 37% para as fraturas envolvendo apenas os substratos resinosos e 63% para as fraturas com envolvimento de dentina. Esses dados sugerem a existência de uma correlação entre os maiores valores de RA μ T, obtidos nos grupos com o sistema CT, e uma menor ocorrência de fraturas adesivas na interface adesivo-dentina nesses grupos. Resultados semelhantes foram obtidos no estudo de Fernandes (1999), em que foram avaliados um sistema CT e um sistema AC quanto à RA μ T em dentina superficial e profunda, mostrando que o sistema CT apresentou valores maiores de RA μ T e menor ocorrência de fraturas adesivas na interface adesivo-dentina. Isso pode ser explicado pelo fato de que a força de adesão do sistema CT à dentina é de tal magnitude que a tensão induzida pelo ensaio não foi capaz de rompê-la na maioria dos CPs. Assim, como a ruptura se inicia na região de maior fragilidade da interface, pode-se supor que esta área estaria localizada nos substratos resinosos ou na interface entre eles.

Os resultados do presente trabalho corroboram os estudos de Shortall *et al.* (1996) e Mak *et al.* (2002), que sugerem que a união entre os componentes resinosos, especialmente entre resinas de uso indireto e cimentos resinosos, constitui o elo mais fraco em restaurações adesivas indiretas. Porém, estes autores obtiveram uma percentagem de 72% das fraturas entre cimento resinoso e resina, enquanto no presente estudo essa incidência foi de 43% nos grupos com o sistema adesivo CT. É possível que a utilização de polimerização por luz, calor e pressão em uma atmosfera de nitrogênio tenha produzido um alto grau de conversão da resina composta utilizada naquele estudo. A ausência da camada superficial não-polimerizada possivelmente reduziu a resistência de união entre a resina indireta e o cimento resinoso, o que explica a alta percentagem de falha adesiva entre esses substratos. Neste experimento, foi utilizada uma resina indicada para uso direto (Filtek Z 250TM), que foi polimerizada apenas por luz e tratada com silano antes da cimentação, já que um alto grau de conversão da resina não seria interessante, pois

o intuito do experimento não seria avaliar a interface entre resina e cimento, mas, sobretudo, a interface entre sistema adesivo e dentina. Todavia, a alta incidência de fraturas nos substratos resinosos com o sistema CT permite supor que os valores médios de RA μ T nos grupos com o sistema CT poderiam estar sendo subestimados, já que a interface adesivo-dentina não estaria sendo testada até a ruptura, uma vez que as fraturas ocorreram majoritariamente nos substratos resinosos, permanecendo a interface adesivo-dentina intacta. Esta hipótese é consonante com os resultados de Mak *et al.* (2002), em que o mesmo sistema adesivo CT (AdperTM Single Bond2TM) foi utilizado em associação com uma restauração de resina direta e com uma resina indireta. Os valores médios de RA μ T foram estatisticamente superiores com as restaurações diretas.

Nos grupos em que o sistema adesivo autocondicionante foi utilizado, observa-se que a maioria das fraturas foram mistas com envolvimento de dentina (tipo 2). Como a classificação das fraturas no presente trabalho foi feita utilizando uma estimativa expressa em percentis de área ao invés de valores percentuais exatos, não é possível se afirmar que nesses grupos houve predominância de fraturas adesivas entre adesivo e dentina. Contudo, em comparação com os grupos do sistema adesivo CT, a ocorrência dessas fraturas foi nitidamente maior, com uma consistente significância estatística ($p= 0,0001$). Esse resultado leva à interpretação de que a união entre o sistema adesivo AdperTM PromptTM e a dentina não foi superior à resistência coesiva dos demais substratos resinosos ou à resistência adesiva entre eles, uma vez que as fraturas ocorreram indistintamente entre esses elementos, diferentemente do que se observou para o sistema CT. Quando observamos a distribuição dos tipos de fraturas em que apenas os substratos resinosos foram envolvidos (tipos 3, 4 e 5), existe uma clara diferença nos grupos com o sistema CT em comparação com o sistema AC. Enquanto nos primeiros houve uma incidência média de 43% de fratura entre resina composta e cimento resinoso (tipo 5), nos grupos com o sistema AC menos de 3% das fraturas foram desse tipo. Dentre os substratos resinosos, a maioria das fraturas envolveram o cimento resinoso e o sistema adesivo. Esse dado pode ser interpretado à luz da possível interação entre o sistema adesivo AdperTM PromptTM e o cimento resinoso de dupla polimerização que pode ter afetado a união entre esses dois substratos, conforme discutido no sub-item 5.2.2. Todavia, essa interação não parece ter sido relevante a ponto de comprometer a adesão da interface dentina-resina como um todo, pois, se assim o

fosse, a maioria das fraturas observadas teriam ocorrido entre o cimento resinoso e o sistema adesivo (tipo 4), o que não se confirmou.

Em relação à influência dos cimentos provisórios sobre os tipos de fratura, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas nem entre os dois tipos de cimentos (Temp Bond™ ou Freegenol™) nem entre eles e os grupos-controle. Apesar dos resultados de RAμT terem evidenciado uma redução estatisticamente significativa do cimento com eugenol sobre os dois sistemas adesivos, essa influência não se confirmou quando se analisou os modos de fratura. Segundo Sano *et al.* (1999), os valores de resistência adesiva nem sempre estão relacionados aos modos de fratura.

5.4 Considerações finais

Os estudos *in vivo* controlados constituem a melhor maneira de se avaliar a efetividade de biomateriais em situações clínicas. Porém, a avaliação da eficiência adesiva de materiais resinosos à estrutura dentária torna-se extremamente difícil por meio de estudos clínicos, haja vista que seria praticamente impossível se distinguir entre os fatores inerentes ao material e os inúmeros parâmetros do meio bucal que influenciam tanto a qualidade como a longevidade de uma restauração (LELOUP *et al.*, 2001). Assim, os ensaios mecânicos *in vitro* representam a melhor maneira de avaliar a resistência de união de um sistema adesivo aos substratos dentários sem a interferência das variáveis clínicas de difícil controle, sendo ferramentas muito úteis quando se deseja investigar comparativamente o desempenho de materiais em um curto espaço de tempo (MANDIKOS *et al.*, 2001; BRAGA; MEZZOMO; SUZUKI, 2004). Contudo, os resultados de estudos *in vitro* devem ser interpretados com cautela quanto à sua aplicabilidade clínica (VAN NOORT, 1994; LELOUP *et al.*, 2001).

O presente trabalho avaliou a influência de dois tipos de cimentos provisórios sobre os valores de resistência adesiva de dois sistemas adesivos resinosos à dentina através de ensaio de microtração e análise microscópica dos padrões de fratura. Os resultados indicam que apenas o cimento provisório com eugenol reduziu significativamente a resistência de união dos dois sistemas adesivos à dentina.

Quanto aos modos de fratura, os cimentos provisórios não influenciaram os tipos de fratura observados. Estes resultados contradizem os trabalhos mais recentes que têm sugerido que os sistemas adesivos da atual geração não seriam afetados pela presença de resíduos de cimentos provisórios, independentemente de conter ou não eugenol. Entretanto, é válido salientar alguns aspectos que diferenciam o presente trabalho:

- O emprego da metodologia de microtração ao invés dos ensaios tradicionais de tração e cisalhamento. Esta metodologia tem se mostrado mais fidedigna na avaliação da resistência de união dos atuais sistemas adesivos;
- A análise microscópica dos resíduos de cimentos provisórios e a medição da rugosidade superficial da *smear layer* por microscopia de força atômica, fornecendo mais informações sobre a contaminação do substrato dentinário;
- A análise fractográfica mais extensa, correlacionando estatisticamente os tipos de fratura com os resultados de resistência adesiva em função dos cimentos provisórios e dos sistemas adesivos utilizados e fornecendo mais subsídios à interpretação dos valores de RA μ T;
- A análise estatística mais pormenorizada que incluiu testes de correlação entre as perdas prematuras e resistência adesiva e a análise comparativa de variância entre os valores de RA μ T intra-dentes e intra-grupos.

Portanto, os resultados obtidos podem ser considerados consistentes e dão suporte à sugestão de diversos outros trabalhos que recomendam evitar a utilização de cimentos que contém eugenol na fixação de restaurações provisórias indiretas previamente à colocação de restaurações adesivas. Quanto à comparação entre os dois sistemas adesivos utilizados, os resultados apresentaram uma consistente superioridade dos valores de resistência de união do sistema de condicionamento ácido total sobre o sistema autocondicionante. Entretanto, é pertinente destacar que tanto os valores nominais de resistência adesiva nos grupos em que o cimento com eugenol foi utilizado, como os valores inferiores obtidos para o sistema adesivo autocondicionante situaram-se em um patamar compatível com uma adequada eficiência adesiva. A contra-indicação desses materiais para o uso clínico não se justifica simplesmente com base nesses resultados, até porque ainda não se

determinou qual seria o valor mínimo de resistência adesiva exigido para que um determinado sistema apresentasse um desempenho clínico satisfatório a longo prazo. Essas questões devem ser mais profundamente investigadas em futuros trabalhos, preferencialmente através de estudos clínicos que permitam avaliar o desempenho destes materiais no meio bucal.

6 CONCLUSÕES

Fundamentados nos resultados obtidos com a metodologia empregada e respaldados pela análise estatística aplicada, pode-se concluir que:

1. Resíduos microscópicos de cimentos provisórios permanecem sobre a superfície dentinária mesmo após limpeza mecânica e condicionamento com ácidos;
2. Apenas o cimento provisório com eugenol reduziu significativamente a resistência de união dos sistemas adesivos Adper Single Bond2TM e Adper PromptTM. Esse efeito não foi observado com a utilização do cimento sem eugenol;
3. O sistema adesivo Adper Single Bond2TM apresentou valores médios de resistência adesiva superiores aos valores obtidos com o sistema Adper PromptTM, tanto na presença como na ausência de contaminação da dentina com cimentos provisórios;
4. Os modos de fratura apresentaram diferenças apenas em função do tipo de sistema adesivo empregado, não sendo influenciados pelos cimentos provisórios;

A hipótese nula previamente estipulada deve ser parcialmente aceita, pois apenas um dos cimentos provisórios influenciou a resistência de união dos dois sistemas adesivos.

REFERÊNCIAS

3M ESPE Adper™ Prompt™ L Pop™ and Adper™ Prompt™ self-etch adhesives Technical product profile. Disponível em: <<http://www.3m.com/intl/br/espe/links2372.html?link=catalogos>> Acesso em 24 Oct. 2006.

3M ESPE Adper™ Single Bond Plus™ Adhesive. Technical product profile. Disponível em: <<http://www.3m.com/intl/br/espe/links2372.html?link=catalogos>> Acesso em 24 Oct. 2006.

3M ESPE RelyX™ ARC Adhesive resin cement system. Technical product profile. Disponível em: <<http://www.3m.com/intl/br/espe/links2372.html?link=catalogos>> Acesso em 24 Feb. 2007.

ABDALLA, A. I. Microtensile and tensile bond strength of single-bottle adhesives: a new test method. **J. Oral Rehab.**, v. 31, n. 4, p. 379-384, 2004.

ABO-HAMAR, S. E.; FEDERLIN, M.; HILLER, K. A.; FRIEDL, K. H.; SCHMALZ, G. Effect of temporary cements on the bond strength of ceramic luted to dentin. **Dent. Mater.**, v. 21, n. 9, p.794-803, 2005.

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.**, v. 112, n. 3, p. 286-292, 2004.

ANUSAVICE, K. J. Adesão. In: _____. **Materiais dentários de Phillips**. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998. p. 178-192.

ANUSAVICE, K. J. Cimentos odontológicos para restaurações e proteção pulpar. In: _____. **Materiais dentários de Phillips**. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998. p. 309-327.

ARMSTRONG, S. R.; BOYER, D. B.; KELLER, J. C. Microtensile bond strength testing and failure analysis of two dentin adhesives. **Dent. Mater.**, v. 14, n. 1, p. 44-50, 1998.

AYKENT, F.; USUMEZ, A.; OZTURK, A. N.; YUCELI, M. T. Effect of provisional restorations on the final bond strengths of porcelain laminate veneers. **J. Oral Rehabil.**, v. 32, n. 1, p. 46-50, 2005.

BACHMANN, M.; PAUL, S. J.; LUTHY, H.; SCHÄRER, P. Effect of cleaning dentine with soap and pumice on shear bond strength of dentine-bonding agents. **J. Oral Rehabil.**, v. 24, n. 6, p. 433-438, 1997.

BAIER, R. E. Principles of adhesion. **Oper. Dent.**, suppl. 5, p.1-9, 1992.

BALDISSARA, P.; COMIN, G.; MARTONE, F.; SCOTTI, R. Comparative study of the marginal microleakage of six cements in fixed provisional crowns. **J. Prosthet. Dent.**, v. 80, n. 4, p. 417-422, 1998.

BAYINDIR, F.; AKYIL, M. S.; BAYINDIR, Y. Z. Effect of eugenol and non-eugenol containing temporary cement on permanent cement retention and microhardness of cured composite resin. **Dent. Mater. J.**, v. 22, n. 4, p. 592-599, 2003.

BOUILLAGUET, S.; CIUCCHI, B.; JACOBY, T.; WATAHA, J. C.; PASHLEY, D. Bonding characteristics to dentin walls of class II cavities, *in vitro*. **Dent. Mater.**, v. 17, n. 4, p. 316-321, 2001.

BRAGA, C.; MEZZOMO, E.; SUZUKI, R. M. Resistência à fratura de três sistemas de prótese parcial fixa livres de metal, *in vitro*. **Rev. Ibero-am. Protes. Clin. Lab.**, v. 6, n. 31, p. 249-261, 2004.

BUONOCORE, M. G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. **J. Dent. Res.**, v. 34, n. 6, p. 849-853, 1955.

BURROW, M. F.; SATOH, M.; TAGAMI, J. Dentin bond durability after three years using a dentin bonding agent with and without priming. **Dent. Mater.**, v. 12, n. 5, p. 302-307, 1996.

CARDOSO, P. E. C.; BRAGA, R. R.; CARRILHO, M. R. O. Evaluation of micro-tensile, shear and tensile tests determining the bond strength of three adhesive systems. **Dent. Mater.**, v. 14, n. 6, p. 394-398, 1998.

CARRILHO, M. R. O.; REIS, A.; LOGUERCIO, A. D.; RODRIGUES, L. E. Resistência de união à dentina de quatro sistemas adesivos. **Pesqui. Odontol. Bras.**, v. 16, n. 3, p. 251-256, 2002.

CARVALHO, R. M.; PEGORARO, T. A.; TAY, F. R.; PEGORARO, L. F.; SILVA, N. R.; PASHLEY, D. H. Adhesive permeability affects coupling of resin cements that utilise self-etching primers to dentine. **J. Dent.**, v. 32, n. 1, p. 55-65, 2004.

CASSINELLI, C.; MORRA, M. Atomic force microscopy studies of the interaction of a dentin adhesive with tooth hard tissue. **J. Biomed. Mater. Res.**, v. 28, n.12, p.1427-31, 1994.

CEBALLOS, L.; CAMEJO, D. G.; FUENTES, V. M.; OSORIO, R.; TOLEDANO, M.; CARVALHO, R. M.; PASHLEY, D. H. Microtensile bond strength of total-etch and self-etching adhesives to caries-affected dentine. **J. Dent.**, v. 31, n. 7, p. 469-477, 2003.

CHAIN, M. C.; BARATIERI, L. N. Restaurações indiretas de resina composta em dentes posteriores. In: _____. **Restaurações estéticas com resinas compostas em dentes posteriores**. São Paulo: Artes Médicas, 1998. p. 133-165.

CHAPPELL R.; SCHREINER, R.; GLAROS, A.; EICK, J. Pilot study to determine sample size for micro-tensile testing. **J. Dent. Res.**, v. 76, p. 38, 1997.

CIVJAN, S.; HUGET, E. F.; DE SIMON, L. B. Compatibility of resin composites with varnishes, liners and bases. **J. Dent. Res.**, v. 52, p. 65, 1973. Special issue.

CONCEIÇÃO, E. N. Restaurações estéticas indiretas em dentes posteriores. In: _____. **Dentística: saúde e estética**. Porto Alegre: Artmed, 2000. p.263-281.

DAGOSTIN, A.; FERRARI, M. Effect of resins sealing of dentin on the bond strength of ceramic restorations. **Dent. Mater.**, v.18, n. 4, p. 304-310, 2002.

DELLA BONA, A.; VAN NOORT, R. Shear vs. tensile bond strength of resin composite bonded to ceramic. **J. Dent. Res.**, v. 74, n. 9, p.1591-1596, 1995.

DIETSCHI, D.; SPREAFICO, R. Classification of techniques and restorative strategies. In: _____. **Adhesive metal-free restorations: current concepts for the esthetic treatment of posterior teeth**. Chicago: Quintessence, 1997. p. 61-77.

DIETSCHI, D.; SPREAFICO, R. Indirect techniques. In: _____. **Adhesive metal-free restorations: current concepts for the esthetic treatment of posterior teeth**. Chicago: Quintessence, 1997. p. 139-167.

DOI, J.; ITOTA, T.; TORII, Y.; NAKABO, S.; YOSHIYAMA, M. Micro-tensile bond strength of self-etching primer adhesive systems to human coronal carious dentin. **J. Oral Rehabil.**, v. 31, n.10, p.1023-1028, 2004.

ECKERT, G. J.; PLATT, J. A. A statistical evaluation of microtensile bond strength methodology for dental adhesives. **Dent. Mater.**, v. 23, n. 3, p. 385-391, 2007.

EICK, J. D.; GWINNETT, A. J.; PASHLEY, D. H.; ROBINSON, S. J. Current concepts on adhesion to dentin. **Crit. Rev. Oral Biol. Med.**, v. 8, n. 3, p. 306-335,1997.

FEILZER, A. J.; DE GEE, A. J.; DAVIDSON, C. L. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. **J. Dent. Res.**, v. 66, n.11, p.1636-1639, 1987.

FERRARI, M.; GORACCI, C.; SADEK, F.; CARDOSO, P.E.C. Microtensile bond strength tests: scanning electron microscopy evaluation of sample integrity before testing. **Eur. J. Oral Sci.**, v. 110, n. 5, p. 385-391, 2002.

FERNANDES, C. A. O. **Avaliação da influência da profundidade do substrato dentinário na resistência adesiva de dois novos sistemas adesivos resinosos.**

Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Odontologia de Bauru, São Paulo, 1997.

FERNANDES, C. A. O. **Estudo comparativo da resistência adesiva à dentina superficial e profunda testada simultaneamente empregando-se dois sistemas adesivos.**

Tese (Doutorado) - Faculdade de Odontologia de Bauru, São Paulo, 1999.

FONSECA, R. B.; MARTINS, L. R.; QUAGLIATTO, P. S.; SOARES, C. J. Influence of provisional cements on ultimate bond strength of indirect composite restorations to dentin. **J. Adhes. Dent.**, v. 7, n. 3, p. 225-230, 2005.

FRANKENBERGER, R.; PERDIGÃO, J.; ROSA, B. T.; LOPES, M. "No-bottle" vs "multi-bottle" dentin adhesives - a microtensile bond strength and morphological study. **Dent. Mater.**, v. 17, n. 5, p. 373-380, 2001.

FUJISAWA, S.; KADOMA, Y. Action of eugenol as a retarder against polymerization of methyl methacrylate by benzoyl peroxide. **Biomaterials**, v. 18, n. 9, p. 701-703, 1997.

GANSS, C.; JUNG, M. Effect of eugenol-containing temporary cements on bond strength of composite to dentin. **Oper. Dent.**, v. 23, n. 2, p. 55-62, 1998.

GORACCI, C.; SADEK, F. T.; MONTICELLI, F.; CARDOSO, P. E.; FERRARI, M. Influence of substrate, shape, and thickness on microtensile specimens' structural integrity and their measured bond strengths. **Dent. Mater.**, v. 20, n. 7, p. 643-654, 2004.

GORACCI, C.; SADEK, F. T.; MONTICELLI, F.; CARDOSO, P. E.; FERRARI, M. Microtensile bond strength of self-etching adhesives to enamel and dentin. **J. Adhes. Dent.**, v. 6, n. 4, p. 313-318, 2004.

GORACCI, C.; TAVARES, A. U.; FABIANELLI, A.; MONTICELLI, F.; RAFFAELLI, O.; CARDOSO, P. C.; TAY, F.; FERRARI, M. The adhesion between fiber posts and root canal walls: comparison between microtensile and push-out bond strength measurements. **Eur. J. Oral Sci.**, v. 112, n. 4, p. 353-361, 2004.

GOULART, D. O.; KLEIN Jr, C. A.; SOUZA, F. H. C.; CAMPOS, L. M.; LOGUERCIO, A. D. Avaliação da contaminação com eugenol na resistência de união por microtração entre resina e dentina. **Rev. Ibero-am. Odontol. Estet. Dent.**, v. 3, n. 9, p. 61-68, 2004.

GRAJOWER, R.; HIRSCHFELD, Z.; ZALKIND, M. Compatibility of a composite resin with pulp insulating materials. A scanning electron microscope study. **J. Prosthet. Dent.**, v. 32, n.1, p. 70-77, 1974.

GRASSO, C. A.; CALUORI, D. M.; GOLDSTEIN, G. R.; HITTELMAN, E. *In vivo* evaluation of three cleansing techniques for prepared abutment teeth. **J. Prosthet. Dent.**, v. 88, n. 4, p. 437-441, 2002.

GUZMAN-RUIZ, S.; ARMSTRONG, S. R.; COBB, D. S.; VARGAS, M. A. Association between microtensile bond strength and leakage in the indirect resin composite/dentin adhesively bonded joint. **J. Dent.**, v. 29, n. 2, p. 145-153, 2001.

HANSEN, E. K.; ASMUSSEN, E. Influence of temporary filling materials on effect of dentin-bonding agents. **Scand. J. Dent. Res.**, v. 95, n. 6, p. 516-520, 1987.

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.**, v. 79, n. 6, p.1385-1391, 2000.

HOLDEREGGER, C.; PAUL, S. J.; LUTHY, H.; SCHÄRER, P. Bond strength of one-bottle dentin bonding agents on human dentin. **Am. J. Dent.**, v. 10, n. 2, p. 71-76, 1997.

HUME, W. R. An analysis of the release and the diffusion through dentin of eugenol from zinc oxide-eugenol mixtures. **J. Dent. Res.**, v. 63, n. 6, p. 881-884, 1984.

IRIE, M.; SUZUKI, K.; WATTS, D. C. Immediate performance of self-etching versus system adhesives with multiple light-activated restoratives. **Dent. Mater.**, v. 20, n. 9, p. 873-880, 2004.

JACQUES, P.; HEBLING, J. Effect of dentin conditioners on the microtensile bond strength of a conventional and a self-etching primer adhesive system. **Dent. Mater.**, v. 21, n. 2, p.103-109, 2005.

JOYNT, R. B.; DAVIS, E. L.; WIECZKOWSKI JR, G.; YU, X. Y. Dentin bonding agents and the smear layer. **Oper. Dent.**, v. 16, n. 5, p. 186-191, 1991.

JUNG, M.; GANSS, C.; SENGER, S. Effect of eugenol-containing temporary cements on bond strength of composite to enamel. **Oper. Dent.**, v. 23, n. 2, p. 63-68, 1998.

KANAKURI, K.; KAWAMOTO, Y.; MATSUMURA, H. Influence of temporary cement remnant and surface cleaning method on bond strength to dentin of a composite luting system. **J. Oral. Sci.**, v. 47, n. 1, p. 9-13, 2005.

KATO, G.; NAKABAYASHI, N.. The durability of adhesion to phosphoric acid etched, wet dentin substrates. **Dent. Mater.**, v. 14, n. 5, p. 347-352, 1998.

KELSEY III, W. P.; LATTA, M. A.; BLANKENAU, R. J. Effect of provisional restorations on dentin bond strenghts of resin cements. **Am. J. Dent.**, v. 11, n. 2, p. 67-70, 1998.

KENSHIMA, S.; REIS, A.; UCEDA-GOMEZ, N.; TANCREDO, L.; RODRIGUES FILHO, L. E.; NOGUEIRA, F. N.; LOGUERCIO, A. D. Effect of smear layer thickness and pH of self-etching adhesive systems on the bond strength and gap formation to dentin. **J. Adhes. Dent.**, v. 7, n. 2, p.117-126, 2005.

KERBY, R. E.; KNOBLOCH, L. A.; CLELLAND, N.; LILLEY, H.; SEGHI, R. Microtensile bond strengths of one-step and self-etching adhesive systems. **Oper. Dent.**, v. 30, n. 2, p.195-200, 2005.

KOIBUCHI, H.; YASUDA, N.; NAKABAYASHI, N. Bonding to dentin with a self-etching primer: the effect of smear layers. **Dent. Mater.**, v. 17, n. 2, p.122-126, 2001.

KWONG, S. M.; CHEUNG, G. S.; KEI, L. H.; ITTHAGARUN, A.; SMALES, R. J.; TAY, F. R.; PASHLEY, D. H. Micro-tensile bond strengths to sclerotic dentin using a self-etching and a total-etching technique. **Dent. Mater.**, v. 18, n. 5, p. 359-369, 2002.

LEIRSKAR, J.; NORDBØ, H. The effect of zinc oxide-eugenol on the shear bond strength of a commonly used bonding system. **Endod. Dent. Traumatol.**, v. 16, n. 6, p. 265-268, 2000.

LELOUP, G.; D'HOORE, W.; BOUTER, D.; DEGRANGE, M.; VREVEN, J. Meta-analytical review of factors involved in dentin adherence. **J. Dent. Res.**, v. 80, n. 7, p.1605-1614, 2001.

MAK, Y. F.; LAI, S. C.; CHEUNG, G. S.; CHAN, A. W.; TAY, F. R.; PASHLEY, D. H. Micro-tensile bond testing of resin cements to dentin and an indirect resin composite. **Dent. Mater.**, v. 18, n. 8, p. 609-621, 2002.

MANDIKOS, M. N.; McGIVNEY, G. P.; DAVIS, E.; BUSH, P. J.; CARTER, J. M. A comparison of the wear resistance and hardness of indirect composite resins. **J. Prosthet. Dent.**, v. 85, n. 4, p. 386-395, 2001.

MARSON, F. C.; SENSI, L. G.; MATOS, R. C.; ZANIVAN, E. B; VIEIRA, L. C. C.; ANDRADE, M. A. C. Influência da umidade dentinária e do tipo de solvente na resistência adesiva à microtração entre resina composta e dentina. **Rev. Ibero-am. Odontol. Estet. Dent.**, v. 5, n. 8, p.185-190, 2006.

MEYEROWITZ, J. M.; ROSEN, M.; COHEN, J.; BECKER, P. J. The effect of eugenol containing and non-eugenol temporary cements on the resin-dentin bond. **J. Dent. Assoc. S. Afr.**, v. 49, n. 8, p. 389-392, 1994.

MICHIDA, S. M. A.; VALANDRO, L. F.; YOSHIGA, S.; ANDREATTA FILHO, O. D.; BALDUCCI, I.; BOTTINO, M. A. Efeito do tratamento de superfície de uma cerâmica aluminizada infiltrada de vidro sobre a resistência à microtração. **J. Appl. Oral Sci.**, v.11, n. 4, p. 361-366, 2003.

MILLSTEIN, P. L.; NATHANSON, D. Effects of temporary cementation on permanent cement retention to composite resin cores. **J. Prosthet. Dent.**, v. 67, n. 6, p. 856-859, 1992.

MITCHELL, C. A.; ABBARIKI, M.; ORR, J. F. The influence of luting cement on the probabilities of survival and modes of failure of cast full-coverage crowns. **Dent. Mater.**, v. 16, n. 3, p.198-206, 2000.

MIYASAKA, K.; NAKABAYASHI, N. Effect of Phenyl-P/HEMA acetone primer on wet bonding to EDTA-conditioned dentin. **Dent. Mater.**, v. 17, n. 6, p. 499-503, 2001.

MONDELLI, J. Limpeza das cavidades. In: _____. **Proteção do complexo dentino-pulpar**. São Paulo: Artes Médicas, 1998. p. 64-94.

MONDELLI, R. F. L.; SANTOS, M. J. M. C.; ISHIKIRIAMA, A.; FRANCO, E. B. Resistência de união à dentina de sistemas adesivos com resinas compostas de alta densidade através de ensaios de microtração. **Rev. Ibero-am. Odontol. Estet. Dent.**,v. 5, n. 18, p. 170-175, 2006.

NAKABAYASHI, N.; KOJIMA, K.; MASUHARA, E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. **J. Biomed. Mater. Res.**, v. 16, n. 3, p. 265-273,1982.

NAKAJIMA, M.; SANO, H.; BURROW, M. F.; TAGAMI, J.; YOSHIYAMA, M.; EBISU, S.; CIUCCHI, B.; RUSSELL, C. M.; PASHLEY, D. H. Tensile bond strength and SEM

evaluation of caries-affected dentin using dentin adhesives. **J. Dent. Res.**, v. 74, n. 10, p. 1679-1688, 1995.

OLIVEIRA, S. S.; MARSHALL, S. J.; HABELITZ, S.; GANSKY, S. A.; WILSON, R. S.; MARSHALL Jr, G. W. The effect of a self-etching primer on the continuous demineralization of dentin. **Eur. J. Oral Sci.**, v. 112, n. 4, p. 376-383, 2004.

OLIVEIRA, S. S.; MARSHALL, S. J.; HILTON, J. F.; MARSHALL, G. W. Etching kinetics of a self-etching primer. **Biomaterials**, v. 23, n. 20, p. 4105-4112, 2002.

OLIVEIRA, S. S.; PUGACH, M. K.; HILTON, J. F.; WATANABE, L. G.; MARSHALL, S. J.; MARSHALL, G. W., Jr. The influence of the dentin *smear layer* on adhesion: a self-etching primer vs. a total-etch system. **Dent. Mater.**, v. 19, n. 8, p.758-767, 2003.

ÖZOK, A. R.; WU, M. K.; DE GEE, A. J.; WESSELINK, P. R. Effect of dentin perfusion on the sealing ability and microtensile bond strengths of a total-etch versus an all-in-one adhesive. **Dent. Mater.**, v. 20, n. 5, p. 479-486, 2004.

PASHLEY, D. H.; CARVALHO, R. M. Dentine permeability and dentine adhesion. **J. Dent.**, v. 25, n. 5, p. 355-372, 1997.

PASHLEY, D. H.; CARVALHO, R. M.; SANO, H.; NAKAJIMA, M.; YOSHIYAMA, M.; SHONO, Y.; FERNANDES, C. A.; TAY, F. The microtensile bond test: a review. **J. Adhes. Dent.**, v. 1, n. 4, p. 299-309, 1999.

PASHLEY, D. H.; SANO, H.; CIUCHI, B.; YOSHIYAMA, M.; CARVALHO, R. M. Adhesion testing of dentin bonding agents: a review. **Dent. Mater.** , v. 11, n. 2, p. 117-125, 1995.

PAUL, S. J.; SCHÄRER, P. Effect of provisional cements on the bond strength of various adhesive bonding systems on dentine. **J. Oral Rehabil.**, v. 24, n.1, p. 8-14, 1997.

PEGORARO, L. F. Coroas provisórias. In: PEGORARO, L. F. *et al.* **Prótese fixa**. São Paulo: Artes Médicas, 1998. p. 113-148.

PEUTZFELDT, A.; ASMUSSEN, E. Influence of eugenol-containing temporary cement on efficacy of dentin-bonding systems. **Eur. J. Oral Sci.**, v. 107, n.1, p. 65-69, 1999.

PEUTZFELDT, A.; ASMUSSEN, E. Influence of eugenol-containing temporary cement on bonding of self-etching adhesives to dentin. **J. Adhes. Dent.**, v. 8, n. 1, p. 31-34, 2006.

PHRUKKANON, S.; BURROW, M. F.; HARTLEY, P. G.; TYAS, M. J. The influence of the modification of etched bovine dentin on bond strengths. **Dent. Mater.**, v. 16, n. 4, p. 255-265, 2000.

PHRUKKANON, S.; BURROW, M. F.; TYAS, M. J. Effect of cross-sectional surface area on bond strengths between resin and dentin. **Dent. Mater.**, v. 14, n. 2, p. 120-128, 1998.

PHRUKKANON, S.; BURROW, M. F.; TYAS, M. J. The influence of cross-sectional shape and surface area on the microtensile bond test. **Dent. Mater.**, v. 14, n. 3, p. 212-221, 1998.

REIS, A.; GRANDI, V.; CARLOTTO, L.; BORTOLI, G.; PATZLAFF, R.; ACCORINTE, M. L. R.; LOGUERCIO, A. D. Effect of smear layer thickness and acidity of self-etching solutions on early and long-term bond strength to dentin. **J. Dent.**, v. 33, n. 7, p. 549-559, 2005.

ROSENSTIEL, S. F.; GEGAUFF, A. G. Effect of provisional cementing agents on provisional resins. **J. Prosthet. Dent.**, v. 59, n. 1, p. 29-33, 1988.

ROSENSTIEL, S. F.; LAND, M. F.; CRISPIN, B. J. Dental luting agents: A review of the current literature. **J. Prosthet. Dent.**, v. 80, n. 3, p. 280-301, 1998.

SADEK, F. T.; GORACCI, C.; MONTICELLI, F.; FERRARI, M.; CAPEL, P. E. C. Influência da geometria dos espécimes em dentina e esmalte no teste de microtração: análise da resistência de união e microscopia eletrônica de varredura.

Rev Ibero-am Odontol. Estet. Dent., v. 3, n. 9, p. 81-93, 2004.

SANARES, A. M.; ITTHAGARUN, A.; KING, N. M.; TAY, F. R.; PASHLEY, D. H. Adverse surface interactions between one-bottle light-cured adhesives and chemical-cured composites. **Dent. Mater.**, v. 17, n. 6, p. 542-556, 2001.

SANO, H.; CIUCCHI, B.; MATTHEWS, W. G.; PASHLEY, D. H. Tensile properties of mineralized and demineralized human and bovine dentin. **J. Dent. Res.**, v. 73, n. 6, p.1205-1211, 1994.

SANO, H.; SONODA, H.; SHONO, J.; TAKATSU, T.; CIUCHI, B.; CARVALHO, R.M. *et al.* Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength – evaluation of a microtensile bond test. **Dent. Mater.**, v. 10, n. 4, p. 236-240, 1994.

SANO, H.; YOSHIKAWA, T.; PEREIRA, P. N.; KANEMURA, N.; MORIGAMI, M.; TAGAMI, J.; PASHLEY, D. H. Long-term durability of dentin bonds made with a self-etching primer, *in vivo*. **J. Dent. Res.**, v. 78, n. 4, p. 906-911, 1999.

SCHREINER, R. F.; CHAPPELL, R. P.; GLAROS, A. G.; EICK, J. D. Microtensile testing of dentin adhesives. **Dent. Mater.**, v. 14, n. 3, p.194-201, 1998.

SCHULZE, K. A.; OLIVEIRA, S. A.; WILSON, R. S.; GANSKY, S. A.; MARSHALL, G. W.; MARSHALL, S. J. Effect of hydration variability on hybrid layer properties of a self-etching versus an acid-etching system. **Biomaterials**, v. 26, n. 9, p. 1011-1018, 2005.

SCHWARTZ, R.; DAVIS, R.; HILTON, T. J. Effect of temporary cements on the bond strength of a resin cement. **Am. J. Dent.**, v. 5, n. 3, p.147-150, 1992.

SHONO, Y.; OGAWA, T.; TERASHITA, M.; CARVALHO, R. M.; PASHLEY, E. L.; PASHLEY, D. H. Regional measurement of resin-dentin bonding as an array. **J. Dent. Res.**, v. 78, n. 2, p. 699-705, 1999.

SHONO, Y.; TERASHITA, M.; PASHLEY, E. L.; BREWER, P. D.; PASHLEY, D. H. Effects of cross-sectional area on resin-enamel tensile bond strength. **Dent. Mater.**, v. 13, n. 5, p. 290-296, 1997.

SHORTALL, A. C.; BAYLIS, R. L.; WILSON, H. J. Composite inlay/luting resin bond strength--surface treatment effects. **J. Dent.**, v. 24, n. 1/2, p.129-135, 1996.

SILIKAS, N.; WATTS, D. C.; ENGLAND, K. E.; JANDT, K. D. Surface fine structure of treated dentine investigated with tapping mode atomic force microscopy (TMAFM). **J. Dent.**, v. 27, n. 2, p. 137-144, 1999.

SPENCER, P.; WANG, Y.; WALKER, M. P.; WIELICZKA, D. M.; SWAFFORD, J. R. Interfacial chemistry of the dentin/adhesive bond. **J. Dent. Res.**, v. 79, n. 7, p.1458-1463, July 2000.

TAVARES, J. G.; CONCEIÇÃO, E. N. Resistência à microtração de três sistemas adesivos à dentina. **J. Bras. Clin. Odontol. Int.**, v. 8, n. 44, p. 153-156, 2004.

TAY, F. R.; FRANKENBERGER, R.; KREJCI, I.; BOUILLAGUET, S.; PASHLEY, D. H.; CARVALHO, R. M.; LAI, C. N. Single-bottle adhesives behave as permeable membranes after polymerization. I. *In vivo* evidence. **J. Dent.**, v. 32, n. 8, p. 611-621, 2004.

TAY, F. R.; PASHLEY, D. H. Aggressiveness of contemporary self-etching systems. I: Depth of penetration beyond dentin smear layers. **Dent. Mater.**, v. 17, n. 4, p. 296-308, 2001.

TAY, F. R.; PASHLEY, D. H.; SUH, B. I.; CARVALHO, R. M.; ITTHAGARUN, A. Single-step adhesives are permeable membranes. **J. Dent.**, v. 30, n. 7/8, p. 371-382, 2002.

TAY, F. R.; PASHLEY, D. H.; YIU, C. K.; SANARES, A. M.; WEI, S. H. Factors contributing to the incompatibility between simplified-step adhesives and chemically-cured or dual-cured composites. Part I. Single-step self-etching adhesive. **J. Adhes. Dent.**, v. 5, n. 1, p. 27-40, 2003.

TAY, F. R.; PASHLEY, D. H.; YOSHIYAMA, M. Two modes of nanoleakage expression in single-step adhesives. **J. Dent. Res.**, v. 81, n. 7, p. 472-476, 2002.

TAY, F. R.; SUH, B. I.; PASHLEY, D. H.; PRATI, C.; CHUANG, S. F.; LI, F. Factors contributing to the incompatibility between simplified-step adhesives and self-cured or dual-cured composites. Part II. Single-bottle, total-etch adhesive. **J. Adhes. Dent.**, v. 5, n. 2, p. 91-105, 2003.

TERATA, R. Characterization of enamel and dentin surfaces after removal of temporary cement - study on removal of temporary cement. **Dent. Mater. J.**, v.12, n. 1, p.18-28, 1993.

TERATA, R.; NAKASHIMA, K.; OBARA, M.; KUBOTA, M. Characterization of enamel and dentin surfaces after removal of temporary cement - effect of temporary cement on tensile bond strength of resin luting cement. **Dent. Mater. J.**, v.13, n. 2, p.148-154, 1994.

TERATA, R.; YOSHINAKA, S.; NAKASHIMA, K.; KUBOTA, M. Effect of resinous temporary material on tensile bond strength of resin luting cement to tooth substrate. **Dent. Mater. J.**, v. 15, n. 1, p. 45-50, 1996.

TORRES, A. C. M.; TORRES, C. R. G.; PAGANI, C.; ARAÚJO, M. A. M. Resinas compostas e a restituição dos contatos proximais em dentes posteriores. Estudo *in vitro*. **J. Bras. Clin. Odont. Int.**, Curitiba, v. 5, n. 28, p. 331-337, 2001. 1 CD-ROM.

TOUATI, B.; AIDAN, N. Second generation laboratory composite resins for indirect restorations. **J. Esthet. Dent.**, v. 9, n. 3, p.108-118, 1997.

UNO, S.; FINGER W. J. Effects of acidic conditioners on dentine demineralization and dimension of hybrid layers. **J. Dent.**, v. 24, n. 3, p. 211-216, 1996.

VAN MEERBEEK, B.; INOKOSHI, S.; BRAEM, M.; LAMBRECHTS, P.; VANHERLE, G. Morphological aspects of the resin-dentin interdiffusion zone with different dentin adhesive systems. **J. Dent. Res.**, v. 71, n. 8, p.1530-1540, 1992.

VAN NOORT, R. Clinical relevance of laboratory studies on dental materials: strength determination – a personal view. **J. Dent.**, v. 22, suppl.1, p.S4-S8, 1994.

VERSLUIS, A.; TANTBIROJN, D.; DOUGLAS, W. H. Why do shear bond tests pull out dentin? **J. Dent. Res.**, v. 76, n. 6, p.1298-1307, 1997.

WANG, Y.; SPENCER, P. Hybridization efficiency of the adhesive/dentin interface with wet bonding. **J. Dent. Res.**, v. 82, n. 2, p.141-145, 2003.

WATANABE, E. K.; YAMASHITA, A.; IMAI, M.; YATANI, H.; ISHIKAWA, K.; SUZUKI, K. Improvement in the tensile bond strength between resin cement and dentin surfaces after temporary cement application. **Int. J. Prosthodont.**, v. 11, n. 3, p. 203-11, 1998.

WATANABE, E. K.; YAMASHITA, A.; IMAI, M.; YATANI, H.; SUZUKI, K. Temporary cement remnants as an adhesion inhibiting factor in the interface between resin cements and bovine dentin. **Int. J. Prosthodont.**, v. 10, n. 5, p. 440-452, 1997.

WATANABE, E. K.; YATANI, H.; ISHIKAWA, K.; SUZUKI, K.; YAMASHITA, A. Pilot study of conditioner/primer effects on resin-dentin bonding after provisional cement contamination using SEM, energy dispersive x-ray spectroscopy, and bond strength evaluation measures. **J.Prosthet. Dent.**, v. 83, n. 3, p. 349-355, 2000.

WATANABE, E. K.; YATANI, H.; YAMASHITA, A.; ISHIKAWA, K.; SUZUKI, K. Effects of thermocycling on the tensile bond strength between resin cement and dentin surfaces after temporary cement application **Int. J. Prosthodont.**, v. 12, n. 3, p. 230-235, 1999.

WATANABE, L. G.; MARSHALL Jr, G. W.; MARSHALL, S. J. Dentin shear strength: effects of tubule orientation and intratooth location. **Dent. Mater.**, v. 12, n. 2, p.109-115, Mar. 1996.

XIE, J.; POWERS, J. M. *In vitro* bond strength of two adhesives to enamel and dentin under normal and contaminated conditions. **Dent. Mater.**, v. 9, n. 5, p.295-259, 1993.

YANG, B.; ADELUNG, R.; LUDWIG, K.; BOSSMANN, K.; PASHLEY, D. H.; KERN, M. Effect of structural change of collagen fibrils on the durability of dentin bonding. **Biomaterials**, v. 26, n. 24, p. 5021-5031, 2005.

YAP, A. U.; SHAH, K. C.; LOH, E. T.; SIM, S. S.; TAN, C. C. Influence of eugenol-containing temporary restorations on bond strength of composite to dentin. **Oper. Dent.**, v. 26, n. 6, p. 556-561, 2001.

YOSHIYAMA, M.; MATSUO, T.; EBISU, S.; PASHLEY, D. Regional bond strengths of self-etching/self-priming adhesive systems. **J. Dent.**, v. 26, n. 7, p. 609-616, 1998.

APÊNDICE A

Curitiba, 03 de Janeiro de 2007.

José Carlos Viana Ribeiro
Carlos Augusto de Oliveira Fernandes

Ref: Aprovação de artigo para publicação

Prezados Drs;

Informamos que o artigo **Influência de cimentos provisórios sobre a adesão entre materiais resinosos e substrato dental - revisão de literatura** encaminhado ao Corpo Científico, recebeu parecer favorável para publicação na revista **JBC - Jornal Brasileiro de Clínica Odontológica Integrada & Saúde Bucal Coletiva**, em espaço e data a serem definidos, conforme critérios editoriais. Adiantamos que quando o artigo for publicado, a Editora DTI encaminhará um exemplar para cada autor, da respectiva edição.

Agradecemos a deferência pela escolha de nossa Editora para envio de seu trabalho, ressaltando que nos sentiremos honrados em receber outros artigos, para futuras publicações.

Atenciosamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'M. Queitsch'.

Markus Queitsch
Diretoria Editorial

Influência de cimentos provisórios sobre a adesão entre materiais resinosos e substrato dental – Revisão da literatura.

Influence of temporary cements on the bond strength between resinous materials and dental substrate – a review.

José Carlos Viana Ribeiro

Mestrando em Odontologia, Área de Dentística, FFOE – Universidade Federal do Ceará (UFC); Orientador-clínico do estágio de Clínica Integrada da FFOE-UFC; Especialista em Prótese Dental pela EAP-ABO-CE.

Rua Senador Pompeu, 2508 – Bl. A1 – 701, Benfica, CEP 60025-002 – Fortaleza – CE

jcarlosvr@gmail.com

Carlos Augusto de Oliveira Fernandes

Professor Adjunto de Dentística da FFOE – Universidade Federal do Ceará (UFC);

Mestre e Doutor em Dentística pela FOB-USP

Influência de cimentos provisórios sobre a adesão entre materiais resinosos e substrato dental – Revisão da literatura.

Influence of temporary cements on the bond strength between resinous materials and dental substrate – a review.

A evolução dos sistemas adesivos tem contribuído para o aumento da utilização de restaurações estéticas adesivas indiretas. Todavia, a necessidade de se interpor uma restauração provisória sobre o substrato dental que irá receber a restauração adesiva representa um risco potencial de contaminação da superfície dental com resíduos de materiais provisórios. Diversos estudos que abordam este assunto têm obtido resultados conflitantes sobre os efeitos dos cimentos provisórios na resistência adesiva de materiais resinosos, sobretudo quando estes cimentos contêm eugenol em sua composição. O presente trabalho de revisão da literatura tem o objetivo de investigar, à luz dos resultados e conclusões dos principais estudos, a influência dos cimentos provisórios com e sem eugenol sobre a adesão entre os materiais resinosos e o substrato dental.

PALAVRAS-CHAVE: Restauração dentária temporária; eugenol; adesivos dentinários.

INTRODUÇÃO

A evolução da Odontologia Adesiva, cujo advento se deu há mais de cinquenta anos com a introdução da técnica de condicionamento ácido do esmalte, inicialmente proposta por Buonocore em 1955, possibilitou o desenvolvimento de novos materiais que, ao longo dos anos, vêm sendo sempre aperfeiçoados. Atualmente, o estágio de desenvolvimento dos sistemas adesivos permite sua aplicação em quase todas as áreas da Odontologia. O uso de resinas compostas associadas aos sistemas adesivos tem aumentado vertiginosamente nos últimos anos. Isso se deve, entre outros fatores, ao aperfeiçoamento dos materiais

disponíveis, à simplificação da técnica adesiva, ao aumento da exigência estética pelos pacientes e ao declínio do uso de amálgama dental, tanto por razões estéticas como pelo receio, por parte de pacientes e profissionais, quanto à possível toxicidade do mercúrio (1). As restaurações diretas com resinas compostas apresentam, como principais limitações, contração de polimerização, infiltração marginal, baixa resistência ao desgaste e sensibilidade da técnica, o que restringe sua aplicação em amplas cavidades de classe II e em dentes com grande destruição coronária (2, 3). Nessas situações, as restaurações estéticas indiretas, em resina ou cerâmica, são mais bem indicadas por apresentarem vantagens como menor contração de polimerização (restrita ao cimento resinoso), melhores propriedades mecânicas, melhor contato e contorno proximais, excelente morfologia oclusal e maiores recursos estéticos (4, 5). Porém, a exigência de maior tempo clínico e a necessidade das restaurações indiretas serem confeccionadas em laboratório torna imperiosa a colocação de uma restauração provisória sobre o substrato dental. As restaurações provisórias têm como importantes finalidades a manutenção ou restabelecimento da estética e função, a proteção pulpar, a manutenção da saúde periodontal e o planejamento da restauração final (6, 7). Todavia, a utilização de materiais provisórios previamente às restaurações adesivas representa um desafio à adesão de materiais resinosos ao substrato dental. De acordo com alguns trabalhos, a remoção mecânica dos cimentos provisórios não é totalmente eficiente, e mesmo superfícies macroscopicamente limpas podem apresentar resíduos microscópicos que afetariam a união da resina com dentina e/ou esmalte (8, 9, 10).

Existem divergências na literatura acerca do efeito dos resíduos de cimentos provisórios sobre a união dos sistemas adesivos ao esmalte ou dentina. Alguns trabalhos mostram que os cimentos provisórios reduzem a resistência adesiva dos materiais resinosos, independentemente de conter ou não eugenol em sua composição (11, 12, 13). Outros autores sugerem que apenas os cimentos que contêm eugenol parecem influenciar a resistência adesiva de materiais resinosos, enquanto os cimentos sem eugenol não afetariam a qualidade da adesão (1, 14, 15,16). Há também estudos que demonstram que os resíduos de cimentos provisórios com ou sem eugenol, quando adequadamente removidos por limpeza mecânica e condicionamento do substrato dental com os sistemas adesivos mais recentes, não interferem na resistência adesiva dos materiais resinosos (17, 18, 19).

O presente trabalho tem como objetivo investigar, por meio de revisão da literatura, a influência de cimentos provisórios, com e sem eugenol, sobre a resistência adesiva de restaurações indiretas ao substrato dental, enfatizando aspectos como os tipos de cimentos provisórios, a avaliação da resistência adesiva e os tratamentos de superfície dental prévios aos procedimentos adesivos.

REVISÃO DE LITERATURA

O presente trabalho foi realizado por meio de pesquisa em bases de dados eletrônicas *Medline-PubMed* e *Lilacs*, de 1985 a 2005. Como critérios de seleção foram incluídos artigos de estudos *in vitro* e clínicos com ênfase nos seguintes aspectos:

- Avaliação de resistência adesiva de restaurações diretas e indiretas;
- Comparação entre o efeito de cimentos provisórios com e sem eugenol sobre esmalte e dentina;
- Tratamentos físico-químicos sobre a superfície dos substratos dentários.

Foram excluídos desta pesquisa os estudos *in vitro* sobre microinfiltração, uma vez que o objetivo do trabalho é investigar o efeito dos cimentos sobre a resistência adesiva, que, por sua vez, não apresenta correlação estabelecida com a microinfiltração (20). Os trabalhos que avaliaram a adesão exclusivamente em esmalte ou em dentina radicular foram também excluídos deste estudo.

A presença de resíduos de cimentos provisórios sobre o substrato dental preparado para uma restauração indireta representa um risco de contaminação da superfície para a adesão do cimento resinoso. Partículas de material provisório ficariam retidas nas irregularidades criadas pelo desgaste dental com pontas diamantadas, o que afetaria adversamente a adesão, uma vez que o mecanismo de ação dos sistemas adesivos atuais se baseia fundamentalmente na retenção micro mecânica (7). O cimento provisório residual poderia alterar a eficiência da união resina-dentina através dos seguintes mecanismos (8, 20):

- Impedimento mecânico pelas partículas de cimento, dificultando a difusão do sistema adesivo;

- Alteração na tensão superficial e permeabilidade dentinária, reduzindo a “molhabilidade” da dentina;
- Penetração intratubular de componentes e inibição química da polimerização de materiais resinosos (cimentos com eugenol).

No caso de cimentos contendo eugenol, além do impedimento mecânico das partículas residuais do material, haveria o efeito químico de inibição da polimerização dos materiais resinosos pelo eugenol, substância derivada do fenol, conhecida por sua grande afinidade por radicais livres. O eugenol atua, quando em excesso, competindo com os monômeros resinosos pela união aos iniciadores da reação de polimerização. Pode se difundir na dentina, penetrando até 2 mm nos túbulos dentinários (17, 21).

Todavia, os trabalhos na literatura que avaliam a influência dos resíduos de cimentos provisórios sobre a adesão à dentina são contraditórios. Diversos estudos confirmam que, após o contato com cimentos provisórios com ou sem eugenol, partículas microscópicas de cimento permanecem sobre a superfície mesmo após cuidadosa remoção com instrumentos manuais. Terata (9) comparou a limpeza manual e o condicionamento com ácido fosfórico a 37% por 60 segundos quanto à eficácia de remoção dos resíduos de cimentos com e sem eugenol sobre esmalte e dentina por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Os resultados mostraram que os resíduos permaneciam sobre as superfícies após a limpeza manual, mas o condicionamento ácido removeu completamente o cimento residual sobre o esmalte, mas não em dentina. Esses resultados foram confirmados por Watanabe *et al.* (12), que utilizaram MEV e Espectroscopia de Emissão de Raios X (EDS) para detectar a presença de cimento provisório residual sobre dentina bovina. Mesmo após remoção cuidadosa dos resíduos de cimentos provisórios sem eugenol com instrumentos manuais e spray de ar e água, obtendo-se uma superfície de dentina macroscopicamente limpa, os resíduos microscópicos de cimento eram observados nas imagens de MEV e a presença de zinco era detectada no exame de EDS.

O estudo de Grasso *et al.* (8) comparou, *in vivo*, a eficiência de três técnicas de limpeza na remoção de resíduos de cimento provisório: pasta de pedra-pomes e água, remoção mecânica com sonda exploradora seguida de spray de ar e água, e solução de clorexidina 0,12% aplicada com bolinhas de algodão. A análise da permanência de cimento residual foi feita por microscópio de luz, intra-oralmente, e revelou que o uso de pedra-pomes e água foi mais eficiente na remoção do cimento

provisório residual, embora não tenha sido suficiente para remover totalmente os resíduos, confirmando os resultados de outros autores (22), que indicavam esta técnica de limpeza como mais eficaz para esse propósito.

Considerando a suposição de que os resíduos de cimento provisório permaneceriam sobre a dentina, mesmo após as técnicas de limpeza usuais, vários estudos têm sido desenvolvidos no intuito de avaliar se estes resíduos eram suficientes para influenciar a resistência de união da interface entre os sistemas adesivos e o esmalte ou dentina, apresentando também, resultados conflitantes. Xie *et al.* (13) avaliaram a resistência à tração de dois sistemas adesivos de condicionamento ácido total ao esmalte e dentina contaminados com cimentos provisórios com e sem eugenol antes e após o re-condicionamento ácido por 10 segundos. Os resultados mostraram que a redução na resistência adesiva após a contaminação foi muito acentuada tanto em esmalte como em dentina. Porém, após a repetição do condicionamento ácido, os valores de resistência à tração foram restabelecidos, não apresentando diferença estatística em relação ao controle. O tipo de cimento, com ou sem eugenol, não influenciou os resultados.

Terata *et al.* (11) avaliaram cimentos provisórios com e sem eugenol quanto à sua influência sobre a resistência à tração de cinco sistemas adesivos ao esmalte e dentina. Os resultados obtidos revelaram que, em esmalte, houve redução da resistência à tração com alguns sistemas adesivos, independentemente do cimento provisório utilizado. Porém, em dentina, a redução da resistência adesiva foi bastante significativa em quatro dos cinco sistemas adesivos avaliados. Os autores recomendaram evitar o uso de cimentos provisórios antes de restaurações adesivas.

Paul e Schärer (23) avaliaram *in vitro* o efeito de três materiais provisórios, um com eugenol e dois sem eugenol, sobre a resistência ao cisalhamento de três diferentes cimentos resinosos e um cimento ionomérico. Os resultados mostraram uma redução significativa de resistência adesiva nos grupos com cimento provisório com eugenol. Nos grupos com cimentos sem eugenol, os resultados foram confusos, sem diferenças significativas com relação ao controle. Um outro estudo semelhante (15) confirmou estes resultados. Os autores concluíram que os cimentos provisórios com eugenol devem ser evitados antes de restaurações adesivas, corroborando as recomendações de outros autores (16).

Ganss, Jung (20, 24) avaliaram a influência da contaminação do substrato dental com cimentos provisórios com e sem eugenol sobre a resistência adesiva ao cisalhamento de um sistema adesivo de condicionamento ácido total (*total-etch bonding*) e um sistema autocondicionante (*self-etch primer*) ao esmalte à dentina. Os autores concluíram que, dentro das limitações dos estudos, não houve redução da resistência adesiva pela contaminação com cimentos provisórios com ou sem eugenol.

Peutzfeldt e Asmussen (17) compararam, em um estudo *in vitro*, a influência de dois cimentos provisórios, um com eugenol e outro sem eugenol, sobre a resistência adesiva ao cisalhamento e a formação de fenda marginal, utilizando dois sistemas adesivos de condicionamento ácido total (*total-etch*), e concluíram não haver diferenças estatísticas entre os grupos e o controle. Segundo os autores, a ação do condicionamento total do substrato dental com ácido fosfórico de 20% a 35% por 15 a 30 segundos, removeria qualquer resíduo de material provisório ou esmalte e dentina contaminados, uma vez que aproximadamente 10µm de esmalte e 10 a 15µm de dentina são removidos com o condicionamento ácido (25).

Abo-Hamar *et al.* (19) avaliaram a influência de resíduos de cimentos provisórios com e sem eugenol sobre a resistência adesiva ao cisalhamento de restaurações cerâmicas à dentina, utilizando um sistema adesivo *total-etch* e um sistema *self-etch* e dois cimentos resinosos. Após limpeza da superfície com instrumento manual ou jateamento com óxido de alumínio, os resultados não mostraram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos e o controle. Os autores concluíram que, independentemente da técnica de limpeza empregada (manual ou jateamento), a presença de resíduos de cimentos provisórios, contendo ou não eugenol, não altera a resistência adesiva de restaurações cerâmicas à dentina. Os resultados deste trabalho confirmam alguns estudos anteriores (6, 26, 27), embora estejam em discordância com outros (1, 14).

DISCUSSÃO

A incompatibilidade entre materiais resinosos e produtos contendo eugenol parece ser um senso comum na prática clínica odontológica. O eugenol, uma substância de origem fenólica, sabidamente inibe a formação de radicais livres durante o processo de polimerização inicial das resinas compostas, alterando suas

propriedades. Este é o principal motivo da contra-indicação de materiais que contêm eugenol como base de restaurações de resina composta. Porém, o efeito do eugenol presente em resíduos de cimentos provisórios sobre a adesão ao esmalte e dentina não está estabelecido.

Parece lícito afirmar que após a fixação de uma restauração provisória com cimentos, o substrato dental permanece contaminado com resíduos do material provisório utilizado, mesmo após a remoção mecânica com instrumentos manuais ou com pasta de pedra pomes. Os estudos que utilizaram MEV e Espectroscopia de Raios X confirmaram a presença de partículas microscópicas desses materiais sobre a superfície de esmalte e dentina (9, 10, 12). Mesmo o tratamento químico do substrato dental com condicionadores ácidos não é capaz de eliminar esses resíduos, ainda que presentes apenas como traços, detectados pela presença do pico de zinco no espectro de dispersão de raios X (18). Porém, é questionável se a presença de partículas microscópicas desses resíduos possa afetar significativamente a adesão de materiais resinosos à dentina (20).

A maioria dos cimentos provisórios utilizados clinicamente apresenta em sua composição o óxido de zinco, associado ou não ao eugenol. Os resultados divergentes com relação à influência dos resíduos de materiais provisórios podem ser parcialmente explicados pela grande variabilidade de materiais – especialmente sistemas adesivos e cimentos resinosos – e metodologias desses estudos. A influência dos cimentos contendo eugenol deve ser entendida diferentemente para os cimentos tipo I (cimentação de peças protéticas temporárias) e tipo III (restaurações temporárias e bases), conforme a especificação nº 30 da ADA. Os cimentos tipo I são manipulados com uma maior quantidade de líquido, apresentando uma concentração maior de eugenol que os do tipo III (26). A concentração de eugenol é um fator de importância na inibição da polimerização dos materiais resinosos (21). O trabalho de Yap *et al.* (1), mostra que o aumento da proporção do eugenol na manipulação de um cimento provisório causa uma redução significativa da resistência ao cisalhamento de um sistema adesivo à dentina. Porém, neste mesmo estudo, os valores de resistência adesiva entre os grupos com cimento sem eugenol e com eugenol numa proporção aumentada não apresentaram diferença estatisticamente significativa, sendo ambos inferiores ao grupo controle. Esse dado parece importante, sobretudo se analisado em conjunto com os resultados de diversos outros estudos que também demonstram que a redução na

resistência adesiva causada por resíduos de cimentos provisórios não apresenta relação com a presença ou ausência de eugenol (6, 11, 17, 23, 26, 27). Segundo Ganss e Jung (20), a concentração de eugenol livre na interface entre o cimento provisório e a dentina seria de apenas 10^{-2} mols. Esse valor seria ainda menor após a remoção da restauração provisória e limpeza dos resíduos de cimento. Os autores questionam se uma concentração tão baixa de eugenol poderia causar qualquer efeito adverso sobre os sistemas adesivos resinosos. Seus resultados reforçam a percepção de que a influência dos resíduos de cimentos provisórios sobre a adesão de materiais resinosos se deve principalmente ao impedimento físico que as partículas dos cimentos causariam, alterando a tensão superficial e a permeabilidade do substrato dental, sobretudo em dentina, dificultando a difusão dos componentes do sistema adesivo. Esse efeito, portanto, estaria presente quando da utilização de cimentos com ou sem eugenol, inclusive com materiais provisórios resinosos (28). A inibição química da polimerização causada pela presença de eugenol não parece ser significativa, pelos resultados observados. Possivelmente a concentração do eugenol residual não seria suficiente para alterar as propriedades do sistema adesivo. Contudo, os resíduos de cimentos provisórios ocasionaram, conforme observado pelos resultados da maioria dos trabalhos, uma redução significativa sobre a resistência adesiva, independentemente do mecanismo, se físico ou químico, que teria levado a esse efeito.

Embora os resultados dos estudos tenham mostrado que as técnicas de limpeza usuais não removem completamente os resíduos, alguns trabalhos revelaram que o condicionamento químico com ácidos pode neutralizar o efeito desses resíduos sobre a resistência adesiva. De acordo com o sistema adesivo utilizado e o tipo de tratamento da *smear layer*, esses resíduos, mesmo que presentes como traços, não afetariam a interface adesiva (18, 27). Os sistemas adesivos de condicionamento ácido total (*total-etch*), por removerem completamente a *smear layer*, atuariam de forma mais eficiente na remoção dos resíduos de cimentos provisórios, neutralizando seu efeito negativo sobre a interface adesiva (12, 17, 18). Os mais recentes sistemas adesivos autocondicionantes (*self-etch*) utilizam primers ácidos que modificam a *smear layer*, dissolvendo-a parcialmente, mas sem removê-la (29). Assim, partículas de contaminantes, como cimentos provisórios, ficariam retidas na interface adesiva, o que poderia interferir na qualidade da adesão (20). Enquanto os resultados de alguns trabalhos suportariam essa hipótese (12, 23, 27), o estudo

recente de Abo-Hamar *et al.* (19) não encontrou diferenças estatísticas na resistência adesiva de restaurações cerâmicas cimentadas com sistemas adesivos *total-etch* e *self-etch*, após contaminação com cimentos provisórios contendo ou não eugenol. Porém, os valores de resistência ao cisalhamento foram estatisticamente menores nos grupos em que foi utilizado o sistema adesivo autocondicionante. Além disso, apenas uma marca comercial de cada tipo de adesivo foi testada, o que não permite fazer inferências para os demais sistemas, sobretudo porque estes resultados estão em discordância com outros trabalhos anteriores (1, 12, 14).

Os resultados dos estudos experimentais, embora careçam de uma maior relevância científica pela falta de comprovação por estudos clínicos, devem ser levados em consideração na prática clínica. O fato de se constatar a presença de resíduos microscópicos de cimentos provisórios, mesmo após cuidadosa limpeza mecânica de superfícies dentárias planificadas e altamente polidas, permite inferir que numa situação clínica, a remoção destes resíduos seria bem mais crítica em virtude das irregularidades da superfície, ângulos cavitários e dificuldade de acesso. O profissional clínico deve, portanto, estar atento para minimizar os possíveis efeitos desses resíduos sobre a adesão estabelecendo uma cuidadosa limpeza mecânica da superfície dentinária. As divergências na literatura não permitem estabelecer conclusões sobre o tipo de sistema adesivo – *total-etch* ou *self-etch* – mais adequado para cimentação de restaurações estéticas indiretas, após a contaminação do substrato dental com cimentos provisórios. Entretanto, os estudos mais recentes indicam que a limpeza superficial com instrumentos manuais e abrasivos, como pedra-pomes, associada ao condicionamento ácido da dentina, inerente ao próprio sistema adesivo, pode reduzir ou até neutralizar o efeito negativo dos resíduos de cimento provisório. É importante que se investigue com maior profundidade este assunto, sobretudo com estudos clínicos longitudinais. A recomendação sugerida por alguns autores (11) de se evitar o uso de restaurações provisórias antes de cimentação adesiva não parece ser aceitável, uma vez que estas são indispensáveis para a manutenção da estética, função e saúde dos tecidos pulpar e periodontal em restaurações indiretas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos resultados obtidos pelos diversos estudos consultados no presente trabalho permite que se estabeleçam algumas conclusões:

1. Os cimentos provisórios deixam resíduos sobre a superfície dentinária que, mesmo após os métodos usuais de limpeza mecânica, não são completamente removidos. Esses resíduos podem atuar como uma barreira física à difusão do sistema adesivo na dentina.
2. Os condicionadores ácidos presentes nos sistemas adesivos removem ou dissolvem parcialmente os resíduos de cimentos provisórios, com ou sem eugenol, reduzindo os possíveis efeitos negativos sobre a resistência adesiva de restaurações indiretas. Todavia, é importante que o profissional clínico minimize a quantidade de resíduos sobre a superfície dental por meio de cuidadosa limpeza mecânica.

The growing demand for esthetics and the advances in adhesive materials have contributed to the massive increase in utilization of indirect adhesive restorations. Despite the advantages of the indirect technique, one of its disadvantages is the need of interposing a temporary material between clinical sessions. This could contaminate the tooth substrate and interfere in the adhesion of the resinous materials to enamel and dentin. Several authors have been dealing with this question, but the results are still controversial, especially when temporary cements containing eugenol are employed. The present work aims to review the literature about this matter in order to clarify, by the analysis of the results of the main studies, the influence of temporary cements on the interface between dental bonding systems and tooth substrates.

KEYWORDS: Dental Restoration, temporary; Eugenol; Dentin-bonding agents.

REFERÊNCIAS

1. Yap AU, Shah KC, Loh ET, Sim SS, Tan CC. Influence of eugenol-containing temporary restorations on bond strength of composite to dentin. *Oper Dent* 2001;26(6):556-61.
2. Dietschi D, Spreafico R. Adhesive metal-free restorations: current concepts for the esthetic treatment of posterior teeth. Chicago: Quintessence, 1997.
3. Chain MC, Baratieri LN. Restaurações estéticas com resinas compostas em dentes posteriores. São Paulo: Artes Médicas, 1998.
4. Braga C, Mezzomo E, Suzuki RM. Resistência à fratura de três sistemas de prótese parcial fixa livres de metal, *in vitro*. *PCL* 6: 31: 249-261, 2004.
5. Touati B, Aidan N. Second generation laboratory composite resins for indirect restorations. *J Esthet Dent* 1997;9(3):108-18.
6. Aykent F, Usumez A, Ozturk AN, Yucel MT. Effect of provisional restorations on the final bond strengths of porcelain laminate veneers. *J Oral Rehabil* 2005;32(1):46-50.
7. Pegoraro LF *et al*. Prótese Fixa. São Paulo: Artes Médicas, 1998;
8. Grasso CA, Caluori DM, Goldstein GR, Hittelman E. In vivo evaluation of three cleansing techniques for prepared abutment teeth. *J Prosthet Dent* 2002;88(4):437-41.
9. Terata R. Characterization of enamel and dentin surfaces after removal of temporary cement--study on removal of temporary cement. *Dent Mater J* 1993;12(1):18-28.
10. Watanabe EK, Yamashita A, Imai M, Yatani H, Suzuki K. Temporary cement remnants as an adhesion inhibiting factor in the interface between resin cements and bovine dentin. *Int J Prosthodont* 1997;10(5):440-52.
11. Terata R, Nakashima K, Obara M, Kubota M. Characterization of enamel and dentin surfaces after removal of temporary cement--effect of temporary cement on tensile bond strength of resin luting cement. *Dent Mater J* 1994;13(2):148-54.
12. Watanabe EK, Yamashita A, Yatani H, Ishikawa K, Suzuki K. Improvement in the tensile bond strength between resin cement and dentin surfaces after temporary cement application. *Int J Prosthodont* 1998;11(3):203-11.
13. Xie J, Powers JM, McGuckin RS. In vitro bond strength of two adhesives to enamel and dentin under normal and contaminated conditions. *Dent Mater* 1993;9(5):295-9.
14. Bayindir F, Akyil MS, Bayindir YZ. Effect of eugenol and non-eugenol containing temporary cement on permanent cement retention and microhardness of cured composite resin. *Dent Mater J* 2003;22(4):592-9.
15. Holderegger C, Paul SJ, Luthy H, Scharer P. Bond strength of one-bottle dentin bonding agents on human dentin. *Am J Dent* 1997;10(2):71-6.
16. Meyerowitz JM, Rosen M, Cohen J, Becker PJ. The effect of eugenol containing and non-eugenol temporary cements on the resin-enamel bond. *J Dent Assoc S Afr* 1994;49(8):389-92.
17. Peutzfeldt A, Asmussen E. Influence of eugenol-containing temporary cement on efficacy of dentin-bonding systems. *Eur J Oral Sci* 1999;107(1):65-9.
18. Watanabe EK, Yatani H, Ishikawa K, Suzuki K, Yamashita A. Pilot study of conditioner/primer effects on resin-dentin bonding after provisional cement contamination using SEM, energy dispersive x-ray spectroscopy, and bond strength evaluation measures. *J Prosthet Dent* 2000;83(3):349-55.

19. Abo-Hamar AC, Federlin M, Hiller KA, Friedl KH Schmalz G. Effect of temporary cements on the bond strength of ceramic luted to dentin. *Dent Mater* 2005;21(9):794-803.
20. Ganss C, Jung M. Effect of eugenol-containing temporary cements on bond strength of composite to dentin. *Oper Dent* 1998;23(2):55-62.
21. Fujisawa S, Kadoma Y. Action of eugenol as a retarder against polymerization of methyl methacrylate by benzoyl peroxide. *Biomaterials* 1997;18(9):701-3.
22. Bachmann M, Paul SJ, Luthy H, Scharer P. Effect of cleaning dentine with soap and pumice on shear bond strength of dentine-bonding agents. *J Oral Rehabil* 1997;24(6):433-8.
23. Paul SJ, Scharer P. Effect of provisional cements on the bond strength of various adhesive bonding systems on dentine. *J Oral Rehabil* 1997;24(1):8-14.
24. Jung M, Ganss C, Senger S. Effect of eugenol-containing temporary cements on bond strength of composite to enamel. *Oper Dent* 1998;23(2):63-8.
25. Uno S, Finger WJ. Effects of acidic conditioners on dentine demineralization and dimension of hybrid layers. *J Dent* 1996;24(3):211-6.
26. Goulart DO, Klein Jr CA, De Souza FHC, Campos LM, Loguercio AD. Avaliação da contaminação com eugenol na resistência de união por microtração entre resina e dentina. *Rev Ibero-am Odontol Estet Dent* 2004; 3(9) : 61-68.
27. Watanabe EK, Yatani H, Yamashita A, Ishikawa K, Suzuki K. Effects of thermocycling on the tensile bond strength between resin cement and dentin surfaces after temporary cement application. *Int J Prosthodont* 1999;12(3):230-5.
28. Terata R, Yoshinaka S, Nakashima K, Kubota M. Effect of resinous temporary material on tensile bond strength of resin luting cement to tooth substrate. *Dent Mater J* 1996;15(1):45-50.
29. Jacques P, Hebling J. Effect of dentin conditioners on the microtensile bond strength of a conventional and a self-etching primer adhesive system. *Dent Mater* 2005;21(2):103-9.

APÊNDICE B



Curitiba, 13 de Julho de 2006.

JOSÉ CARLOS VIANA RIBEIRO
CARLOS AUGUSTO DE O. FERNANDES
MÔNICA SAMPAIO DO VALE

Ref.: Aprovação de artigo para publicação

Prezados Senhores,

Informamos que o artigo **ENSAIO DE MICROTRAÇÃO NA AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA ADESIVA - FUNDAMENTOS E APLICAÇÃO** tendo sido encaminhado ao Corpo Científico recebeu parecer favorável para publicação **JBC – Jornal Brasileiro de Clínica Odontológica Integrada & Saúde Bucal Coletiva**, em espaço e data a serem definidos. Adiantamos que quando o artigo for publicado, a Editora DTI encaminhará um aviso da publicação e posteriormente um exemplar para cada autor da referida edição.

Agradecemos a deferência pela escolha de nossa Editora para envio de seu trabalho, ressaltando que nos sentiremos honrados em receber outros, para futuras publicações.

Atenciosamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Marli Caetano'.

Marli Caetano
Diretoria Editorial

CAIXA POSTAL: 167 CEP: 80011-970
www.dtibrasil.com.br

**Ensaio de Microtração na avaliação da resistência adesiva –
Fundamentos e aplicações**

The microtensile test in bond strength evaluation – fundamentals and applications.

José Carlos Viana Ribeiro

Mestrando em Odontologia, Área de Dentística, FFOE – Universidade Federal do Ceará (UFC);

Orientador-clínico do estágio de Clínica Integrada da FFOE-UFC;

Especialista em Prótese Dental pela EAP-ABO-CE.

Rua Senador Pompeu, 2508 – Bl.A1 – 701, Benfica, CEP 60025-002 – Fortaleza –
CE

jcarlosvr@gmail.com

Carlos Augusto de Oliveira Fernandes

Professor Adjunto de Dentística da FFOE – Universidade Federal do Ceará (UFC);

Mestre e Doutor em Dentística pela FOB-USP

Mônica Sampaio do Vale

Professora Adjunta de Endodontia da FFOE – UFC;

Mestre e Doutora em Endodontia pela FOB-USP

Ensaio de Microtração na avaliação da resistência adesiva – Fundamentos e aplicações

The microtensile test in bond strength evaluation – fundamentals and applications.

Os estudos *in vitro* que avaliam as propriedades mecânicas de materiais odontológicos são ferramentas de grande utilidade em Odontologia, pois auxiliam na previsibilidade do comportamento destes materiais em condições bucais e permitem a elaboração de diretrizes para a prática clínica. O ensaio de microtração constitui-se uma metodologia relativamente recente de ensaio mecânico, que consiste basicamente na divisão do espécime a ser avaliado em corpos-de-prova de dimensões menores, com área transversal de interface adesiva diminuta. Assim, obtêm-se uma área mais homogênea, propiciando uma distribuição de estresse mais uniforme, reduzindo a ocorrência de fraturas coesivas e possibilitando uma mensuração mais fidedigna da resistência adesiva real dos substratos que estão sendo testados, em relação aos ensaios convencionais de tração e cisalhamento. O presente estudo apresenta uma revisão da literatura sobre a metodologia do ensaio de microtração, enfatizando seu mecanismo e principais características, suas vantagens, desvantagens, limitações e aplicações em Odontologia.

PALAVRAS-CHAVE: Adesivos dentinários; Resistência à tração; Dentina.

INTRODUÇÃO

Os ensaios mecânicos são utilizados com o objetivo de avaliar as propriedades e prever o comportamento de materiais odontológicos, simulando-se condições biológicas reais e fornecendo aos pesquisadores princípios a serem estudados posteriormente. Embora não exista ainda uma metodologia de ensaio mecânico capaz de simular com exatidão todas as variáveis clínicas existentes no meio bucal,

os estudos *in vitro* permitem avaliar comparativamente o desempenho de diferentes materiais em um curto espaço de tempo, sendo muito úteis na elaboração de diretrizes para a prática clínica, sobretudo se considerarmos a extrema dificuldade em se executar estudos clínicos de resistência à fratura de materiais (Mandikos *et al*, 2001; Braga *et al*, 2004). Nesse contexto, a microtração tem sido cada vez mais utilizada nos últimos anos para a mensuração da resistência de interfaces adesivas entre materiais resinosos e substratos dentários. Esta metodologia relativamente recente tem sido considerada por diversos autores como capaz de solucionar algumas limitações dos tradicionais testes de cisalhamento e tração, utilizados para avaliação de interfaces adesivas, nos quais freqüentemente ocorrem fraturas coesivas, o que dificulta a obtenção de valores reais de resistência adesiva, sobretudo quando esta resistência ultrapassa 25 MPa (Sadek *et al*, 2004). O presente trabalho de revisão de literatura tem o objetivo de estudar a metodologia de microtração de forma a compreender melhor o mecanismo do ensaio, suas diversas variações, suas características, vantagens e aplicações em Odontologia, confrontando os trabalhos que apresentam as desvantagens, limitações e questionam suas propriedades.

REVISÃO DA LITERATURA

Muitas pesquisas *in vitro* utilizam ensaios mecânicos de resistência à fratura para avaliação comparativa de materiais e para investigar a influência de variáveis experimentais sobre a resistência adesiva de interfaces entre materiais resinosos e o substrato dental. Os testes mais utilizados para esta finalidade, até o final da década de 90 eram os de resistência ao cisalhamento e resistência à tração. Porém, desde o final da década de 80, suas metodologias já eram questionadas na literatura. Van Noort *et al* (1989) discutiam a necessidade de controle e padronização dos testes e, através de um estudo com análise do elemento finito, avaliaram o efeito do tamanho dos corpos-de-prova (CPs) e das condições de carregamento de força sobre a distribuição de estresse em ensaios de resistência ao cisalhamento. Os resultados mostraram que a distribuição das forças sobre a superfície adesiva não é homogênea, mesmo com uma carga uniforme. Observou-se uma concentração de estresse na superfície da restauração e não na interface adesiva, o que dificultaria a

previsão de onde a fratura se inicia. Este estresse se concentrava mais ao centro do corpo-de-prova à medida que sua área era reduzida.

Em 1995, Della Bona & Van Noort questionaram a validade dos testes de resistência adesiva que utilizam forças de cisalhamento. Neste estudo, foram realizados testes de resistência ao cisalhamento e de resistência à tração entre superfícies de cerâmica e resina fixadas com adesivo e cimento resinosos. Utilizou-se duas configurações dos CPs: uma base cilíndrica fixa de cerâmica unida a um cilindro de resina e o inverso, ou seja, uma base fixa de resina unida a um cilindro de cerâmica. Os autores observaram, através de análise de elemento finito, que mesmo variando-se as posições dos CPs, no teste de resistência ao cisalhamento a concentração de estresse ocorria sempre fora da área da interface adesiva, no interior das bases, o que se confirmou pela maior percentagem de fraturas coesivas nas bases fixas. O teste de resistência à tração mostrou que todas as fraturas foram adesivas. Os autores concluíram que este último seria mais apropriado para avaliar a adesão entre resinas e cerâmicas.

Sano *et al* (1994) desenvolveram um novo método de ensaio ao qual denominaram microtração. Dois sistemas adesivos foram aplicados sobre superfícies planas de dentina obtidas de terceiros molares humanos e os dentes foram fatiados em cortes seriados em direção ao seu longo eixo, sendo cada fatia reduzida na área da interface adesiva, obtendo-se CPs em forma de ampulheta (Figura 1) com áreas adesivas variando de 0,25 a 11 mm². Os espécimes foram submetidos ao teste de tração em máquina de ensaios universal e os modos de fratura foram analisados por microscopia óptica. Os resultados mostraram uma relação inversa entre a resistência adesiva e a área da interface, com os dois sistemas adesivos. A observação dos padrões de fratura revelou que quanto menor a área da interface, menor a ocorrência de fraturas coesivas em dentina, sobretudo com áreas menores que 2,31mm², onde todas as fraturas foram adesivas. Os autores concluíram que a redução da área adesiva mostrou influência sobre a resistência à tração e reduziu a ocorrência de falhas coesivas, sendo, portanto, a microtração uma metodologia adequada e vantajosa para avaliação de interfaces adesivas.

PASHLEY *et al*, em 1995, apresentaram uma revisão da literatura sobre os tipos de testes de resistência adesiva e a validade dos valores obtidos com os mesmos. Considerando que a maioria dos sistemas adesivos recentes passava a desenvolver valores altos de resistência adesiva (da ordem de 20 a 30 MPa) implicando em um

aumento da ocorrência de falhas coesivas em dentina, os autores questionaram se os métodos usuais de teste de resistência eram confiáveis. O método de microtração passou a ser considerado como uma possível solução para avaliar adesões sob condições clinicamente relevantes pois permite analisar valores de união de até 70 MPa com uma menor porcentagem de falhas coesivas. Os autores destacaram como vantagens da microtração a maior porcentagem de falhas adesivas do que coesivas; possibilidade de mensuração de valores de adesão bem maiores que os testes convencionais; mensuração de resistências de união regionais; possibilidade de cálculo da média e desvio-padrão em um único dente; possibilidade de testar áreas muito pequenas e facilidade de exame em microscopia eletrônica de varredura (MEV). Como desvantagens, citaram a dificuldade em preparar os espécimes, a necessidade de equipamentos especiais para cortes e a dificuldade em se mensurar valores de resistência inferiores a 5 MPa.

É importante compreender que as fraturas coesivas em dentina observadas com maior frequência nos testes de resistência adesiva por tração convencional e cisalhamento (até 80% de falhas coesivas quando as resistências adesivas alcançavam 25 MPa, segundo Pashley *et al*, 1999) não significavam que a adesão entre a resina e o substrato dentinário eram fortes o suficiente para superar a resistência coesiva da dentina, já que esta se situa em torno de 100 MPa (Pashley *et al*, 1999). Segundo estes autores, a forma com que a adesão era testada gerava concentração de tensões em regiões localizadas na dentina, que ultrapassavam 100 MPa, causando a ruptura coesiva, ainda que a resistência média calculada se situasse em torno de 25 MPa. Na verdade, a interface adesiva não estava sendo testada quanto à sua resistência à ruptura, porque antes que ela se rompesse, a dentina sofria a falha coesiva em função da propagação de tensões concentradas.

Este aspecto foi bem evidenciado pelo trabalho de Phrukkanon *et al* (1998) em que foi avaliada a resistência à tração de 4 sistemas adesivos à dentina em função da área da interface adesiva e da geometria dos CPs. Os autores compararam áreas de interface que variavam de 1,1 a 3,1 mm² com CPs cilíndricos ou retangulares, em forma de ampulheta, e analisaram a distribuição de tensões por elemento finito. Os resultados mostraram que a resistência adesiva foi superior nos CPs com áreas de interface adesiva menores e que nestes a análise por elemento finito mostrou uma distribuição mais homogênea das tensões sobre a interface adesiva, sem áreas de concentração de tensões sobre a dentina ou a resina. Os autores citam os estudos

de Griffith de 1920, que afirmam que a resistência de sólidos homogêneos é afetada pela quantidade de defeitos intrínsecos do material. Quando submetido a uma carga, ocorre uma concentração de tensão nestes defeitos e a conseqüente iniciação das fraturas. Assim, quanto maior o tamanho do espécime, maior o número de defeitos e concentração de tensões, o que ficou comprovado pelos resultados do estudo. Naqueles com áreas em torno de $1,0 \text{ mm}^2$, os valores de resistência adesiva foram maiores e não houve ocorrência de fraturas coesivas, confirmando a suspeita de que as falhas coesivas eram resultados de concentração de tensões geradas sobre a dentina.

A partir destes estudos, outros autores procuraram investigar as supostas vantagens da microtração sobre os ensaios convencionais. Schreiner *et al* (1998) compararam o teste de resistência à microtração e resistência ao cisalhamento de cinco sistemas adesivos à dentina humana. Pelo ensaio de cisalhamento, todos os valores de resistência adesiva foram estatisticamente inferiores aos valores obtidos por microtração e não ultrapassaram o valor de 25MPa ($p < 0,001$). Além disso, a ocorrência de fraturas coesivas foi de 11% no teste de microtração e 48% no teste de cisalhamento. Os resultados obtidos nesse estudo indicaram que, pelo teste de cisalhamento, os cinco sistemas adesivos avaliados não mostraram diferença estatisticamente significativa de resistência adesiva. Porém, pelo ensaio de microtração, um dos sistemas adesivos, mostrou uma resistência adesiva estatisticamente superior aos demais. Essa diferença não foi detectada pelo teste de cisalhamento. Os autores concluíram que a microtração mostrou superioridade sobre o cisalhamento na avaliação comparativa de resistência de sistemas adesivos dentários.

Contrariamente, Cardoso *et al* (1998) compararam os testes de microtração, cisalhamento e tração convencional para avaliar a resistência adesiva entre dentina e três sistemas adesivos e não encontraram diferenças estatisticamente significativas. Armstrong *et al* (1998) avaliaram dois sistemas adesivos em dentina quanto à resistência adesiva à microtração e a análise dos padrões de fratura e não observaram predomínio de falhas adesivas por MEV.

Desde a introdução do ensaio de microtração em Odontologia, por Sano *et al* (1994), muitas modificações têm sido propostas à metodologia original. A maioria delas consiste em variações na obtenção dos CPs, em função das diferentes áreas da superfície dental que se deseja avaliar. Os CPs para os testes de microtração

normalmente variam de 0,25 mm² a 1,5 mm² de área na interface adesiva, embora alguns autores sugiram que essa área deve estar entre 0,8 e 1,0 mm² (Pashley *et al*, 1999). A geometria dos espécimes varia em função da técnica utilizada para o recorte. Basicamente, existem duas formas de obtenção dos CPs: a técnica *trimming*, em que se faz um “estrangulamento” da interface adesiva, produzindo CPs em forma de ampulheta; e a técnica *non-trimming*, em que não se desgasta a região da interface adesiva, produzindo CPs em forma de “palitos” cilíndricos ou retangulares (Figura 2). Sadek *et al* (2004) realizaram um estudo para verificar a influência da geometria dos espécimes em dentina e esmalte no teste de microtração. Avaliando os parâmetros tamanho de área adesiva (0,25 mm² ou 1,0 mm²), formato dos CPs (“palito” ou “ampulheta”) e substrato dental (dentina ou esmalte), eles observaram que os CPs em forma de palito apresentaram valores médios maiores de resistência adesiva que em forma de ampulheta e com um percentual menor de fraturas prematuras. Essa diferença ocorreu de forma mais expressiva em esmalte que em dentina. Os autores concluíram que os CPs em forma de ampulheta (técnica *trimming*) são sujeitos a um estresse maior na interface adesiva durante o desgaste (“estrangulamento”), o que produz trincas visualizadas em MEV, reduzindo a resistência adesiva. A técnica *non-trimming* deve ser preferida, sobretudo em esmalte, e a área transversal dos CPs deve se situar preferencialmente entre 0,5 e 1,0mm².

A técnica de microtração tem sido empregada para avaliação de resistência adesiva em diversos substratos dentários: em esmalte (Shono *et al*, 1997 – Figura 3), em dentina superficial e profunda (Fernandes & Carvalho, 1999 – Figura 4), em dentina esclerótica (Kwong *et al*, 2003 – Figura 5) em dentina cariada (Doi *et al*, 2004 – Figura 6), em dentina radicular (Goracci *et al*, 2004 – Figura 7) e entre cerâmica e resina (Michida *et al*, 2003). Os resultados desses estudos mostraram que a microtração apresenta uma grande versatilidade de aplicações e confirmam as vantagens desta metodologia citadas anteriormente.

Porém, existem também desvantagens e limitações desta metodologia. Uma das principais desvantagens da microtração é a dificuldade de obtenção dos espécimes, que requer equipamentos específicos e demanda maior tempo que os testes convencionais (Pashley *et al*, 1999). Carrilho *et al* (2003) questionaram se a variabilidade regional da dentina seria responsável pela ocorrência de falhas prematuras de CPs e recomendam que o percentual dessas falhas seja mencionado

nos resultados dos trabalhos e não somente os valores nominais de resistência. Segundo Abdalla (2004), a técnica de preparo dos espécimes é altamente sensível e requer uma manipulação cuidadosa dos CPs durante sua fixação e recorte, de forma a evitar sua perda prematura. Por isso, o autor preconiza uma modificação da técnica em que utiliza uma fita adesiva que limita a área da interface a $1,0 \text{ mm}^2$, evitando assim a necessidade dos recortes (Figura 8). Os resultados encontrados demonstraram uma significativa superioridade nos valores de resistência dessa técnica em relação à tração convencional, além de uma menor ocorrência de falhas coesivas. Goracci *et al* (2004) utilizaram a técnica de microtração para avaliar a resistência adesiva de pinos de fibra cimentados intracanal. Os resultados obtidos revelaram uma alta percentagem de fraturas prematuras dos CPs antes que pudessem ser submetidos ao ensaio de tração, e valores baixos de resistência adesiva ($< 17 \text{ MPa}$). Os autores concluíram que a metodologia de microtração não seria a mais indicada para avaliação de adesão à dentina intra-radicular pois, nas condições do estudo, os valores de adesão eram muito baixos para resistir às tensões induzidas à interface nos procedimentos de corte dos espécimes. El Zohairy *et al* (2004) observaram, por análise do elemento finito, que o modo de fixação dos CPs nos ensaios de microtração seria determinante para a obtenção de valores maiores de resistência adesiva, e que os dispositivos de fixação empregados nos testes atuais, como por exemplo o Bencor Multi-T (figura 9) ocasionaria uma distribuição de tensão não-uniforme sobre a interface, o que resultaria em uma diminuição dos valores de resistência com o aumento da espessura do CP. Estes autores sugerem que a fixação dos CPs aos dispositivos seja feita pelas extremidades e não lateralmente, de forma a se evitar a indução de componentes laterais de força que poderiam gerar concentração de tensões que resultariam em fraturas precoces na interface.

DISCUSSÃO

O ensaio de microtração tem alcançado destaque nos últimos anos em estudos que avaliam resistência adesiva de materiais, uma vez que supostamente permitiria resolver alguns problemas dos tradicionais ensaios de cisalhamento e tração, sobretudo no que diz respeito à redução da ocorrência de falhas coesivas que dificultariam a mensuração de valores reais de resistência adesiva. De fato, a

literatura mostra de forma evidente que a ocorrência de fraturas coesivas é significativamente menor com a microtração, sobretudo quando comparada com os testes de cisalhamento. Este aspecto é extremamente importante quando se deseja mensurar a resistência adesiva de materiais, pois as fraturas coesivas em dentina ocorrem de forma prematura, antes que se atinja a força máxima necessária para provocar a ruptura da interface adesiva. Isso é bem evidenciado no trabalho de Schreiner *et al* (1998), que mostra de forma clara que o ensaio de microtração possibilitou a detecção de uma diferença na resistência adesiva de um dos sistemas em relação aos demais que não foi possível se identificar pelo ensaio de cisalhamento. Essa maior sensibilidade da metodologia pode ser explicada por sua capacidade em mensurar valores mais altos de resistência, já que a ruptura ocorre, em sua maioria, na interface adesiva, e não prematuramente como falha coesiva, que é mais freqüente no teste de cisalhamento. Portanto, a metodologia de microtração pode ser considerada mais fidedigna na avaliação de resistência adesiva de interfaces, sobretudo quando os valores são superiores a 25 MPa.

Segundo Zohairy *et al* (2004), os valores de resistência adesiva expressos em MPa são calculados a partir da força aplicada no momento da ruptura sobre a área da interface (força/área). Portanto, é de se esperar que, reduzindo-se a área, que é o denominador da fração, mesmo que a força aplicada seja a mesma, o valor final de resistência adesiva será maior. Assim, é preciso interpretar com cautela os resultados de estudos que citam os valores maiores de resistência obtidos por microtração como uma vantagem da metodologia em relação a outros testes, como cisalhamento e tração, uma vez que nestes, a área da interface avaliada é sempre maior. Seria recomendável que os estudos que comparam estas metodologias incluíssem nos resultados os valores da força aplicada no momento da ruptura, e não apenas a tensão (MPa). Assim, a comparação entre valores seria mais válida.

Mais relevante que o valor nominal da resistência adesiva seria o padrão de fratura observado. A menor ocorrência de fraturas coesivas no teste de microtração confirma que a distribuição de estresse sobre a interface é mais uniforme, o que permite a mensuração mais próxima da realidade na resistência intrínseca da interface à ruptura, sem interferência de uma concentração de estresse que poderia causar a propagação de uma fratura (Pashley *et al*, 1995; Phrukkanon *et al*, 1998; Pashley *et al*, 1999). Dessa forma, a análise dos tipos de fratura existentes deve complementar a mensuração da resistência adesiva nos estudos dessa natureza.

Outro aspecto que merece consideração é o problema das perdas prematuras de corpos-de-prova. Antes que os espécimes de microtração sejam obtidos pelos cortes seriados, o procedimento adesivo é realizado sobre uma extensa área de dentina planificada. Supõe-se que nessa área haverá defeitos intrínsecos da dentina que, ao ser cortada, produzirá espécimes sem defeito algum e outros com defeitos que poderão representar quase a totalidade da área de interface. Estes poderão se fraturar antes mesmo que o ensaio mecânico seja realizado, durante o procedimento de corte (Carrilho *et al*, 2002). Os estudos não consideram estas perdas precoces no cálculo dos valores médios de resistência adesiva. Mas é importante que seja apresentado nos resultados o percentual de falhas precoces, pois essa informação pode ser muito relevante quando se deseja comparar a eficiência de sistemas adesivos, uma vez que um determinado produto pode ser mais sensível que outros às variações regionais da dentina, sendo o percentual de perdas precoces um bom indicativo dessa eficiência.

Considerando a crescente utilização da metodologia de microtração e a quantidade de estudos que demonstram sua versatilidade, é importante destacar as limitações deste teste. A preparação de espécimes tão diminutos, com área de secção transversal de até $0,25 \text{ mm}^2$ é bastante laboriosa e requer equipamentos especiais de corte e uma cuidadosa manipulação dos corpos-de-prova. Além disso, existe sempre a indução de estresse adicional sobre a interface durante os cortes (Abdalla, 2004). Dessa forma, a microtração não constitui o ensaio mais adequado para se avaliar interfaces adesivas que apresentem valores baixos de resistência de união, pois nessa situação, a própria preparação dos espécimes poderia ser suficiente para causar a ruptura adesiva. Pashley *et al* (1999) sugerem que valores iguais ou superiores a 5 MPa podem ser avaliados por microtração, mas os resultados de estudos posteriores não apóiam essa afirmação. Gusmán-Ruiz *et al* (2001) obtiveram 60% de perdas prematuras de espécimes na avaliação de interfaces adesivas com valores de resistência de união inferiores a 10MPa. Goracci *et al* (2004), avaliando a resistência adesiva à dentina intra-radicular, observaram um percentual de até 27,5% de perdas precoces com valores inferiores a 20 MPa e um alto coeficiente de variação. Deve-se considerar que a utilização de materiais adesivos no interior de condutos radiculares é bastante crítica pela dificuldade de se controlar as diversas variáveis neste sítio (preparo, limpeza, umidade e aplicação dos materiais), podendo resultar em interfaces adesivas de

baixa qualidade e com valores reduzidos de resistência de união. Isso poderia explicar o alto índice de perdas e a grande variabilidade dos resultados obtidos neste estudo com a metodologia de microtração. A técnica de obtenção de espécimes em forma de ampulheta (*trimming*) demonstra ser a mais susceptível à indução de tensões durante o preparo, produzindo um maior percentual de perdas precoces de espécimes, maior variabilidade e menores valores de resistência adesiva (Sadek *et al*, 2004; Goracci *et al*, 2004). Portanto, seria prudente utilizar espécimes em forma de palitos e com áreas adesivas entre 0,5 e 1,0 mm² e evitar a utilização da microtração quando se deseja avaliar interfaces adesivas com valores de resistência inferiores a 20MPa. A alternativa proposta por Abdalla (2004), que limita a área da interface a ser testada através de uma fita adesiva, tem a vantagem de evitar a indução de tensões sobre a interface pelos procedimentos de corte. De fato, os resultados obtidos mostram um desempenho superior com relação ao teste de tração convencional, com ausência de perdas precoces dos corpos-de-prova. Todavia, esta técnica prescinde de uma das maiores vantagens da microtração que é exatamente a possibilidade de se obter múltiplos corpos-de-prova a partir de um único dente, reduzindo a variabilidade e aumentando o tamanho amostral.

Finalmente, uma questão muito pouco citada nos estudos diz respeito ao aspecto estatístico do ensaio de microtração. Apenas um estudo-piloto, publicado como resumo, aborda a questão do tamanho amostral para microtração. Segundo este trabalho, deve-se utilizar um mínimo de 27 corpos de prova por grupo de estudo para este ensaio (Chappel *et al*, 1997). Porém, a validade da utilização de múltiplos espécimes a partir de um único dente é questionável. Pashley *et al* (1999) afirmaram que a variabilidade interna da superfície dental pode ser maior que as variações entre dentes diferentes. Mas essa afirmação não é fundamentada por estudos estatísticos. Portanto, seria importante que outros estudos fossem realizados no intuito de se comparar estatisticamente a diferença de variabilidade entre dentes diferentes e espécimes obtidos de regiões diferentes de um mesmo dente de forma a se determinar o tamanho amostral ideal para os ensaios de microtração.

CONCLUSÃO

A microtração como ensaio mecânico de avaliação de resistência adesiva constitui a metodologia mais indicada para interfaces que apresentem valores de

resistência de união superiores a 20 MPa, pois permite uma mensuração mais próxima da realidade da força de união na interface, com a mínima interferência de concentração de tensões e menor ocorrência de falhas coesivas comprovada pelos resultados *in vitro* e por análise de elemento finito. Todavia, para valores inferiores a 20 MPa, este ensaio deve ser utilizado com cautela pois o preparo dos espécimes é laborioso e pode induzir estresse sobre a interface e causar fraturas prematuras que podem resultar em valores inconsistentes. Recomenda-se, por este motivo, evitar a técnica de preparo que utiliza o estrangulamento dos espécimes (*trimming*) pois gera maior indução de tensão sobre a interface. São necessários mais estudos que determinem estatisticamente a validade da utilização de poucos dentes por amostra e o tamanho amostral mais adequado.

In vitro researches which evaluate mechanical properties of dental materials are valuable tools in Dentistry since they help to make predictions for clinical practice. The microtensile bond test is a relatively recent mechanical method whose essence is the division of the resin-bonded teeth into diminutive slabs that are trimmed in such a manner that tensile force will be concentrated on the bonded interface during testing, allowing a more uniform stress distribution on the surface and reducing the occurrence of cohesive failures. This work presents a review in the literature focusing the major characteristics, advantages, applications and limitations of microtensile testing in Dentistry.

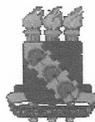
KEYWORDS: Dentin; Tensile strength; Dental bonding.

REFERÊNCIAS

- Abdalla AI. Microtensile and tensile bond strength of single-bottle adhesives: a new test method. *J Oral Rehab* 2004; 31: 379-384.
- Armstrong SR, Boyer DB, Keller JC. Microtensile bond strength testing and failure analysis of two dentin adhesives. *Dent Mater* 1998; 14: 44-50.
- Braga C, Mezzomo E, Suzuki RM. Resistência à fratura de três sistemas de prótese parcial fixa livres de metal, *in vitro*. *PCL* 2004; 6(31): 249-261.
- Cardoso PEC, Braga RR, Carrilho MRO. Evaluation of micro-tensile, shear and tensile tests determining the bond strength of three adhesive systems. *Dent Mater* 1998; 14: 394-398.

- Carrilho MRO, Reis A, Loguercio AD, Filho LER. Resistência de união à dentina de quatro sistemas adesivos. *Pesqui Odontol Bras* 2002; 16(3): 251-256.
- Della Bona A, Van Noort R. Shear vs. tensile bond strength of resin composite bonded to ceramic. *J Dent Res* 1995; 74(9): 1591-1596.
- Doi J, Itota T, Torii T, Nakabo S, Yoshiyama M. Micro-tensile bond strength of self-etching primer adhesive systems to human coronal carious dentin. *J Oral Rehab* 2004; 31: 1023-1028.
- El Zohairy AA, Gee AJ, Jager N, van Ruijven LJ, Feilzer AJ. The influence of specimen attachment and dimension on microtensile strength. *J Dent Res* 2004; 83(5): 420-424.
- Fernandes CAO, Carvalho RM. Avaliação da influência da profundidade do substrato dentinário na resistência adesiva de dois novos sistemas adesivos resinosos. [Dissertação de mestrado], Bauru: Faculdade de Odontologia de Bauru, 1997.
- Fernandes CAO, Carvalho RM. Estudo comparativo da resistência adesiva à dentina superficial e profunda testada simultaneamente empregando-se dois sistemas adesivos. [Tese de doutorado], Bauru: Faculdade de Odontologia de Bauru, 1999.
- Goracci C, Sadek FT, Monticelli F, Cardoso PEC, Ferrari M. Influence of substrate, shape and thickness on microtensile specimens' structural integrity and their measured bond strengths. *Dent Mater* 2004;20: 643-654.
- Goracci C, Tavares AU, Fabianelli A, Monticelli F, Raffaelli O, Cardoso PEC *et al.* The adhesion between fiber posts and root canal walls: comparison between microtensile and push-out bond strength measurements. *Eur J Oral Sci* 2004; 112: 353-361.
- Guzman-Ruiz, S. *et al.* Association between microtensile bond strength and leakage in the indirect resin composite/dentin adhesively bonded joint. *J Dent*, 2001, 29: 145-153.
- Kwong SM, Cheung GSP, Kei, LH, Itthagaran A, Smales RJ, Tay, FR *et al.* Micro-tensile bond strengths to sclerotic dentin using a self-etching and a total-etching technique. *Dent Mater* 2002; 18: 359-369.
- Mandikos MN, McGivney GP, Davis E, Bush PJ, Carter JM. A comparison of the wear resistance and hardness of indirect composite resins. *J Prosthet Dent* 2001; 85: 386-395.
- Michida SMA, Valandro LF, Yoshiga S, Andreatta Filho OD, Balducci I, Bottino MA. Efeito do tratamento de superfície de uma cerâmica aluminizada infiltrada de vidro sobre a resistência à microtração. *J Appl Oral Sci* 2003; 11(4): 361-366.
- 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, Ciuchi B, Yoshiyama M, Carvalho RM. Adhesion testing of dentin bonding agents: a review. *Dent Mater* 1995; 11(2): 117-125.
- Phrukkanon S, Burrow MF, Tyas MJ. Effect of cross-sectional surface area on bond strengths between resin and dentin. *Dent Mater* 1998; 14: 120-128.
- Phrukkanon S, Burrow MF, Tyas MJ. The influence of cross-sectional shape and surface area on the microtensile bond test. *Dent Mater* 1998; 14: 212-221.
- Sadek FT, Goracci C, Monticelli F, Ferrari M, Capel PEC. Influência da geometria dos espécimes em dentina e esmalte no teste de microtração: análise da resistência de união e microscopia eletrônica de varredura. *Rev Ibero-am Odontol Estet Dent* 2004; 3(9): 81-93.
- Sano H, Sonoda H, Shono J, Takatsu T, Ciuchi B, Carvalho RM *et al.* Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength – evaluation of a microtensile bond test. *Dent Mater* 1994; 10:236-240.
- Schreiner RF, Chappell RP, Glaros AG, Eick JD. Microtensile testing of dentin adhesives. *Dent Mater* 1998; 14: 194-201.
- Van Noort R, Noroozi S, Cardew GE, Howard IC. A critique of bond strength measurements. *J Dent* 1989; 17: 61-67.

ANEXO A



Universidade Federal do Ceará
Comitê de Ética em Pesquisa

Of. N° 253/05

Fortaleza, 29 de abril de 2005

Protocolo COMEPE n° 89/05

Pesquisador responsável: José Carlos Viana Ribeiro

Dept°./Serviço: Departamento de Clínica Odontológica/UFC

Título do Projeto: "Avaliação da influência de resíduos de cimento provisório e de procedimentos de limpeza sobre a resistência adesiva de restaurações de resina utilizando-se dois sistemas adesivos resinosos"

Levamos ao conhecimento de V.S^a. que o Comitê de Ética em Pesquisa e do Complexo Hospitalar da Universidade Federal do Ceará – COMEPE, dentro das normas que regulamentam a pesquisa em seres humanos, do Conselho Nacional de Saúde – Ministério da Saúde, Resolução n°196 de 10 de outubro de 1996 e Resolução n° 251 de 07 de agosto de 1997, publicadas no Diário Oficial, em 16 de outubro de 1996 e 23 de setembro de 1997, respectivamente, aprovou o projeto supracitado na reunião do dia 28 de abril de 2005.

Outrossim, informamos, que o pesquisador deverá se comprometer a enviar o relatório parcial e final do referido projeto.

Atenciosamente,

Prof. Dr. Fernando A. Frota Bezerra
Coordenador Adjunto do Comitê
de Ética em Pesquisa
COMEPE/HUWC/UFC

ANEXO B

Valores nominais de resistência adesiva (tensão de ruptura) e área de interface adesiva dos corpos-de-prova (CP) obtidos pelo ensaio de microtração

GRUPO	DENTE	CP	TENSÃO DE RUPTURA (MPa)	ÁREA (mm ²)
C-CT	1	1	16,86	0,99
C-CT	1	2	51,86	0,92
C-CT	1	3	27,41	0,89
C-CT	1	4	41,40	0,83
C-CT	1	5	57,35	0,99
C-CT	1	6	36,16	0,88
C-CT	1	7	27,97	1,01
C-CT	1	8	70,63	0,97
C-CT	1	9	20,80	1,04
C-CT	1	10	56,75	0,98
C-CT	1	11	53,31	0,96
C-CT	1	12	41,36	0,97
C-CT	1	13	47,22	1,08
C-CT	1	14	36,75	1,03
C-CT	1	15	26,03	0,81
C-CT	1	16	44,67	0,75
C-CT	1	17	44,64	0,83
C-CT	1	18	45,49	0,90
C-CT	1	19	40,01	0,80
C-CT	2	1	36,20	0,98
C-CT	2	2	41,34	0,81
C-CT	2	3	47,83	0,74
C-CT	2	4	49,54	1,04
C-CT	2	5	24,85	0,86
C-CT	2	6	57,12	0,96
C-CT	2	7	50,82	0,89
C-CT	2	8	45,76	0,92
C-CT	2	9	37,86	0,88
C-CT	2	10	39,20	0,88
C-CT	2	11	25,77	0,97
C-CT	2	12	75,55	0,89
C-CT	2	13	45,79	0,83
C-CT	2	14	15,33	0,93
C-CT	2	15	24,49	0,79
C-CT	2	16	52,58	0,87
C-CT	2	17	43,68	0,97
C-CT	3	1	33,50	0,92
C-CT	3	2	47,34	0,89
C-CT	3	3	45,96	0,99
C-CT	3	4	78,98	1,01
C-CT	3	5	17,53	0,87
C-CT	3	6	48,59	1,03

GRUPO	DENTE	CP	TENSÃO DE RUPTURA (MPa)	ÁREA (mm ²)
C-CT	3	7	62,40	0,98
C-CT	3	8	42,40	0,86
C-CT	3	9	49,57	0,99
C-CT	3	10	44,26	0,96
C-CT	3	11	71,87	0,89
C-CT	3	12	66,44	0,98
C-CT	4	1	20,03	0,82
C-CT	4	2	61,50	0,85
C-CT	4	3	35,13	0,88
C-CT	4	4	16,75	0,92
C-CT	4	5	39,82	0,97
C-CT	4	6	44,21	0,93
C-CT	4	7	47,11	1,00
C-CT	4	8	48,46	0,81
C-CT	4	9	62,82	0,91
C-CT	4	10	64,03	0,89
C-CT	4	11	47,74	0,88
C-CT	4	12	13,83	0,82
C-CT	4	13	49,83	0,79
C-CT	4	14	46,37	0,83
C-CT	4	15	53,52	0,81
C-CT	4	16	36,11	0,92
C-CT	4	17	67,46	0,89
C-CT	4	18	54,26	1,00
C-CT	4	19	41,18	0,81
C-CT	4	20	81,64	0,92
C-CT	4	21	59,18	0,90
		MÉDIA	44,93	0,91
TB-CT	1	1	40,46	0,79
TB-CT	1	2	49,39	0,81
TB-CT	1	3	25,95	0,81
TB-CT	1	4	31,57	0,83
TB-CT	1	5	33,73	0,86
TB-CT	1	6	53,94	0,77
TB-CT	1	7	42,86	0,81
TB-CT	1	8	45,20	0,89
TB-CT	1	9	32,46	0,93
TB-CT	1	10	53,92	0,83
TB-CT	1	11	45,57	0,92
TB-CT	1	12	48,66	1,02
TB-CT	1	13	55,93	0,93
TB-CT	1	14	36,16	0,88
TB-CT	1	15	49,76	0,86
TB-CT	1	16	54,12	0,86
TB-CT	1	17	84,02	0,94
TB-CT	1	18	32,49	0,92
TB-CT	1	19	49,11	0,82
TB-CT	1	20	44,45	0,83
TB-CT	1	21	50,16	0,90

GRUPO	DENTE	CP	TENSÃO DE RUPTURA (MPa)	ÁREA (mm ²)
TB-CT	1	22	50,44	0,81
TB-CT	1	23	44,81	0,84
TB-CT	2	1	14,76	0,90
TB-CT	2	2	29,87	0,92
TB-CT	2	3	26,82	0,84
TB-CT	2	4	10,94	0,94
TB-CT	2	5	21,24	0,84
TB-CT	2	6	44,93	0,83
TB-CT	2	7	43,44	0,86
TB-CT	2	8	26,33	0,81
TB-CT	2	9	27,28	0,90
TB-CT	2	10	25,65	0,88
TB-CT	2	11	34,54	0,84
TB-CT	2	12	31,29	0,86
TB-CT	2	13	27,89	0,88
TB-CT	2	14	24,67	0,88
TB-CT	2	15	20,93	0,81
TB-CT	2	16	44,94	0,84
TB-CT	2	17	28,68	0,94
TB-CT	3	1	17,12	1,04
TB-CT	3	2	52,42	0,92
TB-CT	3	3	29,86	1,08
TB-CT	3	4	8,46	0,99
TB-CT	3	5	26,35	1,02
TB-CT	3	6	29,97	1,04
TB-CT	3	7	19,68	1,13
TB-CT	3	8	13,74	1,18
TB-CT	3	9	45,15	0,95
TB-CT	3	10	30,94	0,83
TB-CT	3	11	61,43	0,90
TB-CT	3	12	58,48	1,00
TB-CT	3	13	27,76	1,23
TB-CT	3	14	25,60	1,03
TB-CT	3	15	45,37	0,84
TB-CT	4	1	28,64	1,01
TB-CT	4	2	63,92	0,87
TB-CT	4	3	24,11	0,88
TB-CT	4	4	50,67	0,81
TB-CT	4	5	56,00	0,81
TB-CT	4	6	41,53	0,94
TB-CT	4	7	27,77	1,13
TB-CT	4	8	66,78	0,84
TB-CT	4	9	26,95	0,79
TB-CT	4	10	47,18	0,88
TB-CT	4	11	34,55	0,96
TB-CT	4	12	28,75	0,90
TB-CT	4	13	41,21	0,95
TB-CT	4	14	43,95	0,79
TB-CT	4	15	46,85	0,98
TB-CT	4	16	40,30	1,15

GRUPO	DENTE	CP	TENSÃO DE RUPTURA (MPa)	ÁREA (mm ²)
TB-CT	4	17	32,05	0,86
TB-CT	4	18	31,72	0,84
TB-CT	4	19	64,32	0,84
TB-CT	4	20	77,84	0,81
TB-CT	4	21	80,32	0,92
TB-CT	4	22	45,01	0,94
		MÉDIA	39,38	0,91
FG-CT	1	1	26,24	0,88
FG-CT	1	2	21,94	0,90
FG-CT	1	3	16,93	1,00
FG-CT	1	4	43,35	0,90
FG-CT	1	5	42,02	1,00
FG-CT	1	6	37,97	0,88
FG-CT	1	7	29,37	0,86
FG-CT	1	8	52,42	1,00
FG-CT	1	9	75,72	0,88
FG-CT	1	10	22,33	0,94
FG-CT	1	11	67,63	0,90
FG-CT	1	12	43,43	0,83
FG-CT	1	13	52,56	0,90
FG-CT	1	14	38,59	0,79
FG-CT	1	15	27,33	1,00
FG-CT	1	16	57,65	1,00
FG-CT	1	17	87,73	0,86
FG-CT	1	18	47,77	0,90
FG-CT	1	19	17,52	0,90
FG-CT	1	20	31,46	1,00
FG-CT	1	21	45,76	0,88
FG-CT	1	22	22,40	0,98
FG-CT	1	23	42,15	0,79
FG-CT	1	24	42,25	0,81
FG-CT	1	25	40,72	0,81
FG-CT	1	26	23,04	0,81
FG-CT	2	1	42,86	0,89
FG-CT	2	2	43,41	0,75
FG-CT	2	3	50,04	0,75
FG-CT	2	4	45,45	0,86
FG-CT	2	5	50,11	1,01
FG-CT	2	6	59,98	0,89
FG-CT	2	7	51,23	0,74
FG-CT	2	8	44,25	0,94
FG-CT	2	9	39,76	0,98
FG-CT	2	10	26,73	1,04
FG-CT	2	11	27,06	1,04
FG-CT	2	12	79,33	0,75
FG-CT	2	13	31,46	0,77
FG-CT	2	14	40,11	0,79
FG-CT	3	1	11,25	1,14
FG-CT	3	2	38,94	0,81

GRUPO	DENTE	CP	TENSÃO DE RUPTURA (MPa)	ÁREA (mm ²)
FG-CT	3	3	43,24	0,69
FG-CT	3	4	22,44	1,10
FG-CT	3	5	50,20	0,81
FG-CT	3	6	36,44	0,85
FG-CT	3	7	31,38	0,72
FG-CT	3	8	50,89	0,88
FG-CT	3	9	65,96	0,92
FG-CT	3	10	67,23	0,69
FG-CT	3	11	90,94	1,12
FG-CT	3	12	23,39	0,70
FG-CT	3	13	74,71	0,72
FG-CT	3	14	39,36	0,83
FG-CT	3	15	71,71	0,70
FG-CT	3	16	62,47	0,87
FG-CT	3	17	24,65	0,84
FG-CT	3	18	42,72	0,70
FG-CT	3	19	31,15	0,70
FG-CT	3	20	60,78	1,08
FG-CT	3	21	24,26	1,02
FG-CT	3	22	52,79	0,85
FG-CT	3	23	62,13	0,93
FG-CT	3	24	74,86	0,93
FG-CT	3	25	70,52	1,12
FG-CT	3	26	50,02	0,87
FG-CT	3	27	38,38	0,85
FG-CT	3	28	55,38	0,89
FG-CT	3	29	42,38	0,89
FG-CT	3	30	74,77	0,87
FG-CT	3	31	81,96	0,89
FG-CT	3	32	27,51	0,69
FG-CT	4	1	50,28	0,94
FG-CT	4	2	95,95	0,95
FG-CT	4	3	60,22	0,68
FG-CT	4	4	48,26	1,18
FG-CT	4	5	56,04	0,93
FG-CT	4	6	45,12	1,18
FG-CT	4	7	52,00	1,13
FG-CT	4	8	45,23	1,19
FG-CT	4	9	48,59	1,15
FG-CT	4	10	85,78	0,93
FG-CT	4	11	70,08	0,83
FG-CT	4	12	37,00	0,93
FG-CT	4	13	54,30	1,03
FG-CT	4	14	29,58	0,81
FG-CT	4	15	78,93	0,73
FG-CT	4	16	32,43	1,23
		MÉDIA	47,42	0,90
C-AC	1	1	31,06	0,88
C-AC	1	2	21,01	0,87
C-AC	1	3	33,20	0,93

GRUPO	DENTE	CP	TENSÃO DE RUPTURA (MPa)	ÁREA (mm ²)
C-AC	1	4	50,62	0,92
C-AC	1	5	33,39	0,87
C-AC	1	6	42,57	0,90
C-AC	1	7	34,95	0,89
C-AC	1	8	39,21	0,85
C-AC	1	9	32,90	0,93
C-AC	1	10	36,74	0,86
C-AC	1	11	23,06	0,88
C-AC	1	12	15,72	0,90
C-AC	1	13	34,73	0,88
C-AC	1	14	39,23	0,81
C-AC	1	15	43,76	0,97
C-AC	2	1	31,93	0,87
C-AC	2	2	34,26	0,98
C-AC	2	3	26,84	1,01
C-AC	2	4	49,12	0,95
C-AC	2	5	18,32	0,89
C-AC	2	6	39,18	0,93
C-AC	2	7	27,69	0,86
C-AC	2	8	33,54	0,91
C-AC	2	9	39,12	0,86
C-AC	3	1	23,59	0,99
C-AC	3	2	28,66	1,03
C-AC	3	3	19,94	0,84
C-AC	3	4	31,62	0,90
C-AC	3	5	29,00	1,02
C-AC	3	6	44,18	0,90
C-AC	3	7	13,41	0,86
C-AC	3	8	35,34	1,00
C-AC	3	9	59,44	0,99
C-AC	3	10	12,93	1,02
C-AC	4	1	30,39	0,87
C-AC	4	2	37,98	0,97
C-AC	4	3	42,87	0,88
C-AC	4	4	35,27	0,81
C-AC	4	5	15,15	0,79
C-AC	4	6	34,60	0,83
C-AC	4	7	57,93	0,82
C-AC	4	8	19,36	0,91
C-AC	4	9	29,67	0,81
C-AC	4	10	23,72	0,83
C-AC	4	11	32,69	0,79
C-AC	4	12	9,83	0,99
C-AC	4	13	39,12	0,82
C-AC	4	14	43,21	0,78
C-AC	4	15	19,45	1,02
C-AC	4	16	33,91	0,88
C-AC	4	17	36,47	0,91
C-AC	4	18	31,98	0,97
		MÉDIA	32,38	0,90

GRUPO	DENTE	CP	TENSÃO DE RUPTURA (MPa)	ÁREA (mm ²)
TB-AC	1	1	17,33	1,01
TB-AC	1	2	17,44	0,91
TB-AC	1	3	25,81	0,81
TB-AC	1	4	58,08	0,86
TB-AC	1	5	23,36	0,88
TB-AC	1	6	11,97	0,88
TB-AC	1	7	22,89	0,86
TB-AC	1	8	13,48	0,90
TB-AC	1	9	40,99	0,75
TB-AC	1	10	30,62	0,84
TB-AC	1	11	19,22	0,75
TB-AC	1	12	31,97	0,75
TB-AC	1	13	30,17	0,83
TB-AC	1	14	12,00	0,79
TB-AC	1	15	12,47	0,85
TB-AC	2	1	22,80	0,84
TB-AC	2	2	26,69	0,93
TB-AC	2	3	15,40	0,95
TB-AC	2	4	32,68	0,80
TB-AC	2	5	14,91	0,83
TB-AC	2	6	15,01	0,88
TB-AC	3	1	51,58	1,14
TB-AC	3	2	20,45	0,96
TB-AC	3	3	16,58	1,30
TB-AC	3	4	26,35	1,16
TB-AC	3	5	17,03	0,97
TB-AC	3	6	36,82	1,16
TB-AC	3	7	51,53	0,97
TB-AC	3	8	13,68	1,27
TB-AC	3	9	49,54	0,93
TB-AC	3	10	54,70	1,16
TB-AC	3	11	54,37	1,04
TB-AC	3	12	23,95	1,14
TB-AC	3	13	29,57	1,12
TB-AC	3	14	34,13	1,14
TB-AC	3	15	40,94	0,98
TB-AC	3	16	23,47	1,09
TB-AC	3	17	25,48	1,00
TB-AC	3	18	25,09	1,03
TB-AC	3	19	25,78	1,09
TB-AC	4	1	10,30	1,01
TB-AC	4	2	31,65	0,90
TB-AC	4	3	35,68	1,17
TB-AC	4	4	29,39	1,51
TB-AC	4	5	17,19	1,53
TB-AC	4	6	25,84	1,08
TB-AC	4	7	20,20	1,51
TB-AC	4	8	19,27	1,53
TB-AC	4	9	16,16	1,11
TB-AC	4	10	44,92	1,51

GRUPO	DENTE	CP	TENSÃO DE RUPTURA (MPa)	ÁREA (mm ²)
TB-AC	4	11	24,27	1,51
TB-AC	4	12	17,72	1,44
TB-AC	4	13	27,51	1,13
TB-AC	4	14	28,77	1,46
TB-AC	4	15	43,63	1,51
		MÉDIA	27,43	1,06
FG-AC	1	1	47,94	0,81
FG-AC	1	2	49,22	0,75
FG-AC	1	3	45,59	0,88
FG-AC	1	4	32,11	0,79
FG-AC	1	5	29,37	0,91
FG-AC	1	6	31,68	0,79
FG-AC	2	1	28,41	0,84
FG-AC	2	2	17,73	0,86
FG-AC	2	3	14,20	0,86
FG-AC	2	4	47,24	0,84
FG-AC	2	5	28,43	0,90
FG-AC	2	6	27,53	0,81
FG-AC	2	7	61,70	0,88
FG-AC	2	8	51,56	1,01
FG-AC	2	9	27,40	0,84
FG-AC	2	10	42,85	0,98
FG-AC	2	11	19,06	0,81
FG-AC	2	12	18,86	0,88
FG-AC	2	13	47,86	0,90
FG-AC	2	14	32,04	0,92
FG-AC	2	15	50,32	0,84
FG-AC	2	16	40,41	1,00
FG-AC	2	17	19,98	0,84
FG-AC	2	18	20,86	0,92
FG-AC	3	1	22,69	0,92
FG-AC	3	2	26,77	0,83
FG-AC	3	3	13,65	0,86
FG-AC	3	4	16,10	0,94
FG-AC	3	5	24,17	0,88
FG-AC	3	6	16,72	0,96
FG-AC	3	7	24,96	0,89
FG-AC	3	8	33,98	0,81
FG-AC	3	9	15,20	1,00
FG-AC	3	10	48,71	0,83
FG-AC	3	11	37,84	0,83
FG-AC	4	1	19,21	0,79
FG-AC	4	2	22,77	0,79
FG-AC	4	3	27,10	0,89
		MÉDIA	31,11	0,87

ANEXO C

Análise estatística – tabelas e gráficos

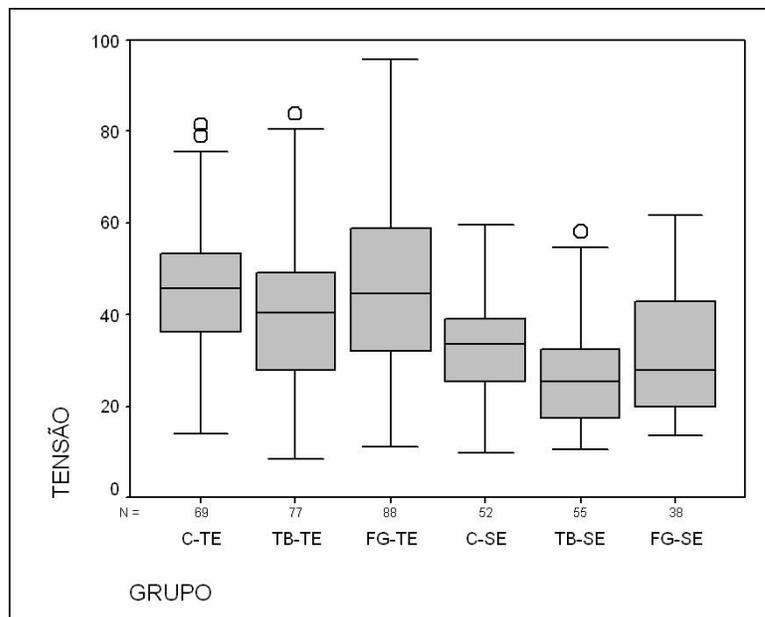


Gráfico 1 - Distribuição das tensões em relação ao sistema adesivo e cimento, por grupo.

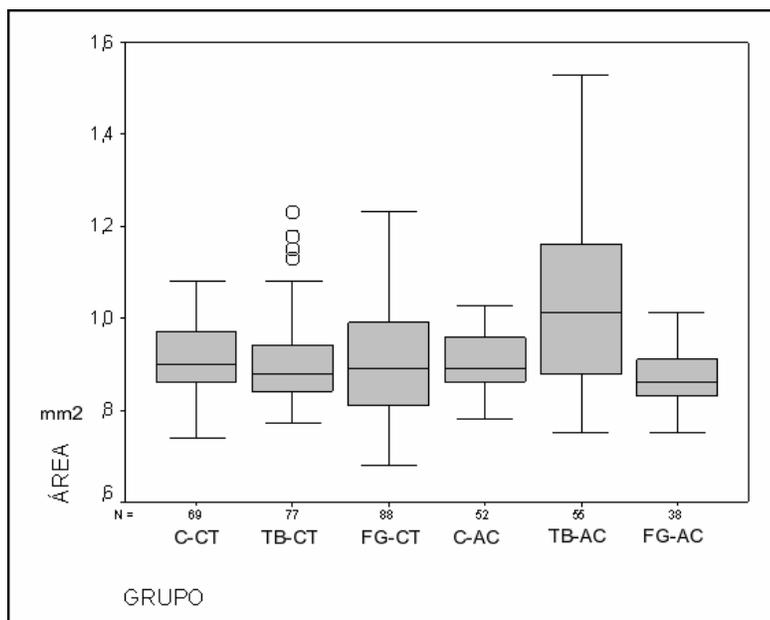


Gráfico 2 - Distribuição das áreas em relação ao sistema adesivo utilizado e cimento, por grupo

Tabela 1.1 - Estatísticas das áreas pelo sistema adesivo utilizado e cimento

adesivo	cimento	n	média	desvio-padrão	mínimo	mediana	máximo	signif.
CT	controle	69	0,910	0,077	0,74	0,90	1,08	0,4289
	TB	77	0,905	0,098	0,77	0,88	1,23	0,2386
	FG	88	0,899	0,132	0,68	0,89	1,23	0,1250
AC	controle	52	0,901	0,068	0,78	0,89	1,03	0,6816
	TB	55	1,063	0,236	0,75	1,01	1,53	0,5520
	FG	38	0,871	0,065	0,75	0,86	1,01	0,3555

Nota: significância apresentada no teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov

Tabela 1.2 - Estatísticas das tensões pelo sistema adesivo utilizado e cimento

adesivo	Cimento	n	média	desvio-padrão	mínimo	mediana	máximo	signif.
CT	controle	69	45	15,55	13,8	45,8	81,6	0,8665
	com eugenol	77	39	15,58	8,5	40,3	84,0	0,2856
	sem eugenol	88	47	18,78	11,3	44,7	96,0	0,4469
AC	controle	52	32	10,76	9,8	33,3	59,4	0,8018
	com eugenol	55	27	12,34	10,3	25,5	58,1	0,3662
	sem eugenol	38	31	12,84	13,7	28,0	61,7	0,4896

Nota: significância apresentada no teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov

Tabela 2.1 - Análise de variância dos valores de Área por grupo de dentes

GRUPO	especificação	soma de quadrados	g.l.	quadrado médio	F	Sig.
C-CT	entre grupos	0,0419	3	0,0140	2,488	0,0682
	dentro dos grupos	0,3644	65	0,0056		
	Total	0,4063	68	--		
TB-CT	entre grupos	0,2340	3	0,0780	11,466	0,0000
	dentro dos grupos	0,4965	73	0,0068		
	Total	0,7305	76	--		
FG-CT	entre grupos	0,1772	3	0,0591	3,683	0,0152
	dentro dos grupos	1,3473	84	0,0160		
	Total	1,5246	87	--		
C-AC	entre grupos	0,0498	3	0,0166	4,251	0,0096
	dentro dos grupos	0,1875	48	0,0039		
	Total	0,2373	51	--		
TB-AC	entre grupos	1,9936	3	0,6645	33,286	0,0000
	dentro dos grupos	1,0182	51	0,0200		
	Total	3,0117	54	--		
FG-AC	entre grupos	0,0275	3	0,0092	2,456	0,0798
	dentro dos grupos	0,1271	34	0,0037		
	Total	0,1546	37	--		

Tabela 2.2 - Análise de variância dos valores de tensão por grupo de dentes

GRUPO	especificação	soma de quadrados	g.l.	quadrado médio	F	Sig.
C-CT	entre grupos	896	3	299	1,248	0,2997
	dentro dos grupos	15555	65	239		
	Total	16451	68	--		
TB-CT	entre grupos	4451631	3	1483877	7,737	0,0000
	dentro dos grupos	14001327	73	191799		
	Total	18452958	76	--		
FG-CT	entre grupos	2534440	3	844813	2,522	0,0630
	dentro dos grupos	28138450	84	334982		
	Total	30672890	87	--		
C-AC	entre grupos	126	3	42	0,347	0,7912
	dentro dos grupos	5784	48	121		
	Total	5910	51	--		
TB-AC	entre grupos	905187	3	301729	2,101	0,1120
	dentro dos grupos	7324099	51	143610		
	Total	8229287	54	--		
FG-AC	entre grupos	1017080	3	339027	2,267	0,0980
	dentro dos grupos	5083896	34	149526		
	Total	6100976	37	--		

Tabela 3.1 - Análise fatorial das tensões pelo sistema adesivo utilizado e cimento, com a inclusão da co-variável área

especificações	soma de quadrados Tipo III	g.l.	Quadrado médio	F	significância
modelo	20856	6	3476	15,105	0,0000
intercepto	12591	1	12591	54,713	0,0000
cimento	1866	2	933	4,055	0,0181
adesivo	15312	1	15312	66,539	0,0000
cimento *					
adesivo	421	2	211	0,915	0,4013
área	210	1	210	0,913	0,3399
Erro	85606	372	230	--	--
Total	675060	379	--	--	--

Tabela 3.2 - Comparação das tensões nos sistemas de adesivos utilizados, por cimento

cimento	adesivo	n	média	desvio-padrão	signif.
controle	CT	69	45	15,55	0,0000
	AC	52	32	10,76	
com eugenol	CT	77	39	15,58	0,0000
	AC	55	27	12,34	
sem eugenol	CT	88	47	18,78	0,0000
	AC	38	31	12,84	

Nota: significância apresentada no teste t-Student para comparação de médias

Tabela 3.2.1 - Comparação das tensões nos cimentos utilizados, por sistema de adesivo

adesivo	cimento	n	média	desvio-padrão	signif.
CT	controle	69	45	15,55	0,0090
	com eugenol	77	39	15,58	
	sem eugenol	88	47	18,78	
AC	controle	52	32	10,76	0,0895
	com eugenol	55	27	12,34	
	sem eugenol	38	31	12,84	

Nota: significância apresentada na análise de variância para comparação entre grupos

Tabela 3.2.2 - Comparação das tensões entre os cimentos utilizados, por sistema de adesivo

adesivo	cimentos comparados	significância
CT	controle x com eugenol	0,0331
	controle x sem eugenol	0,3658
	com eugenol x sem eugenol	0,0035
AC	controle x com eugenol	0,0267
	controle x sem eugenol	0,6215
	com eugenol x sem eugenol	0,1681

Nota: significância apresentada no teste t-Student para comparação de médias

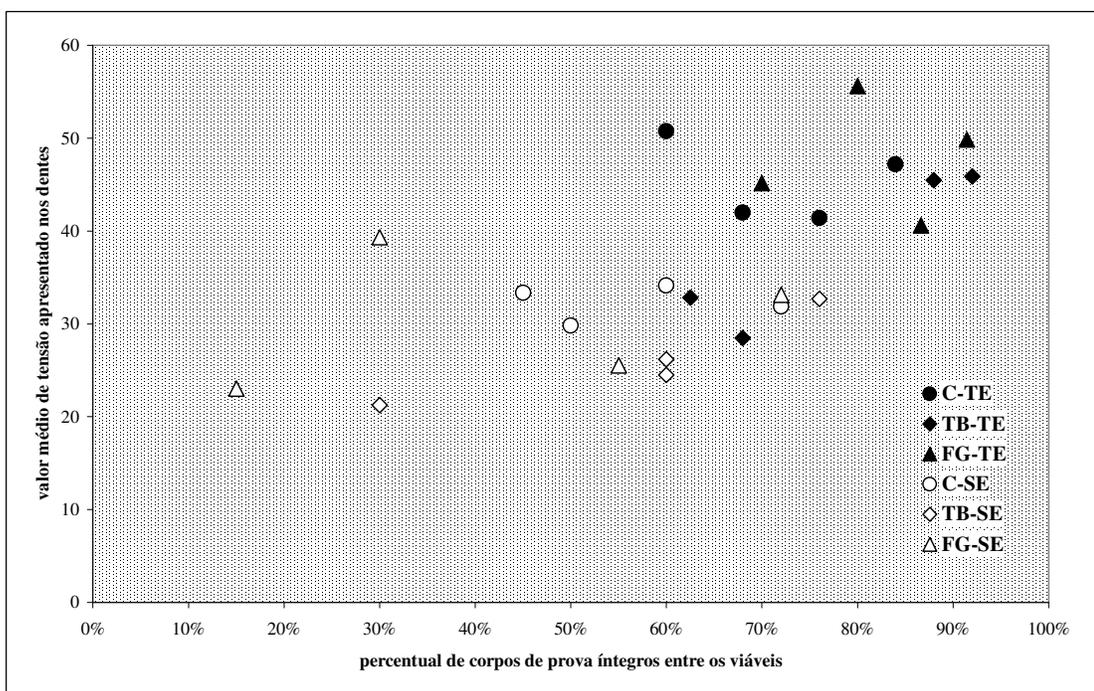
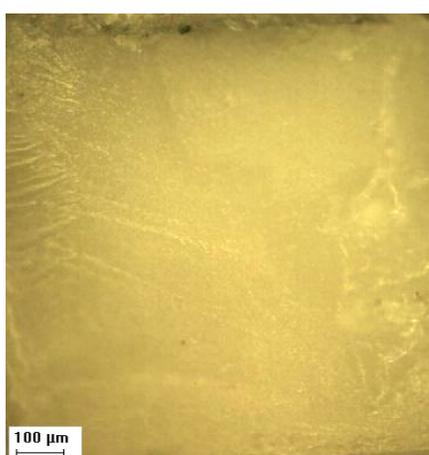
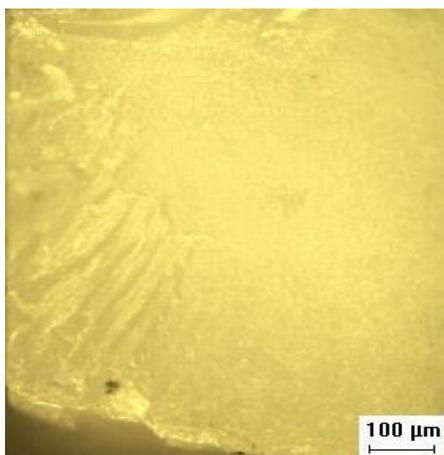
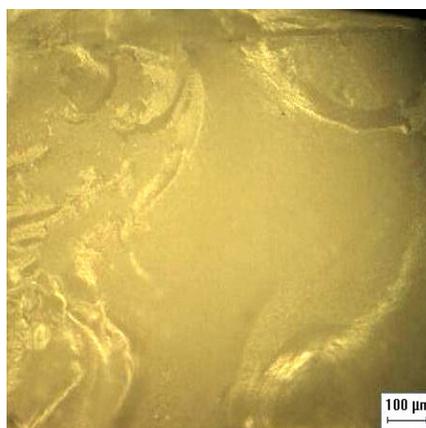
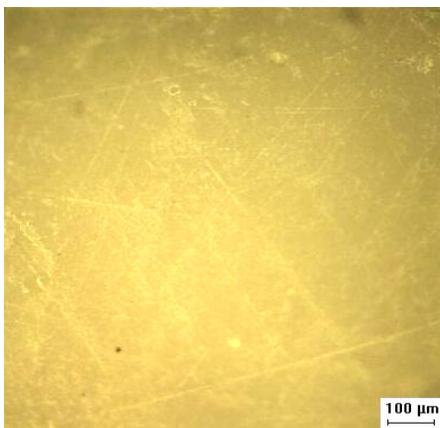
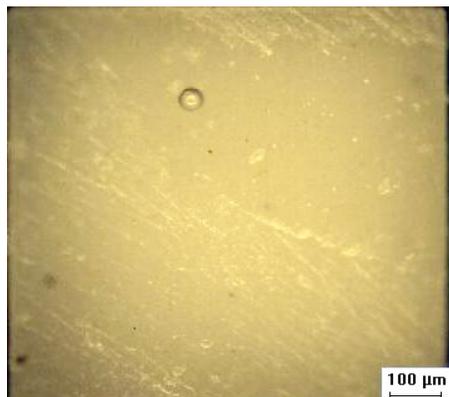


Gráfico 3 - Relação entre o percentual de corpos de prova íntegros e a média de resistência adesiva observada nos corpos-de-prova.

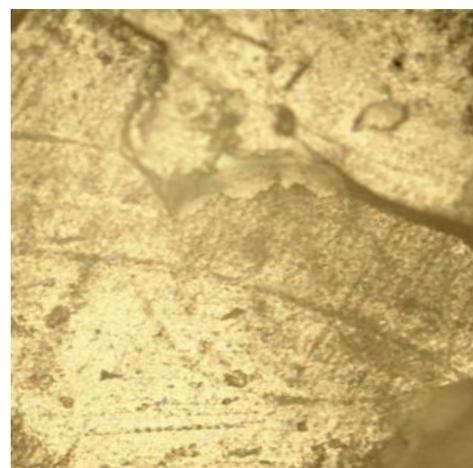
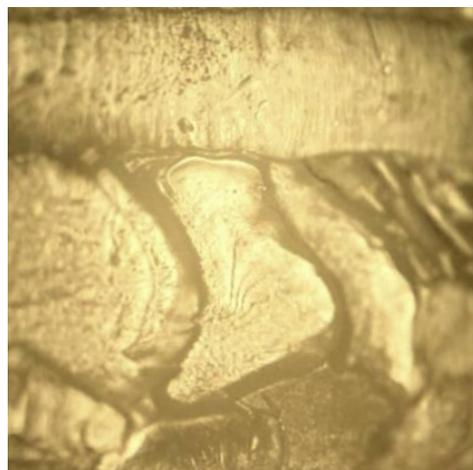
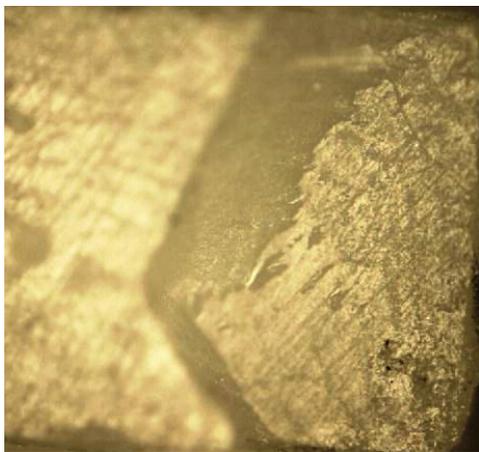
ANEXO D

Imagens de microscopia óptica representativas de cada grupo (aumento 100X)

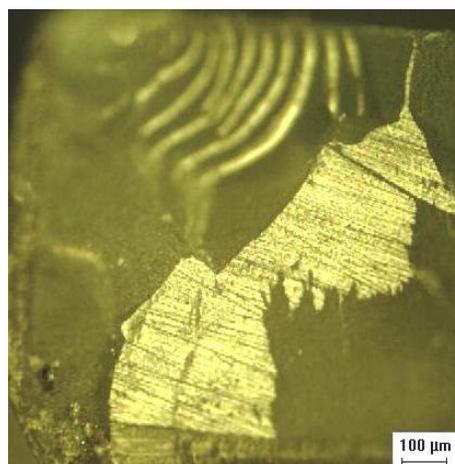
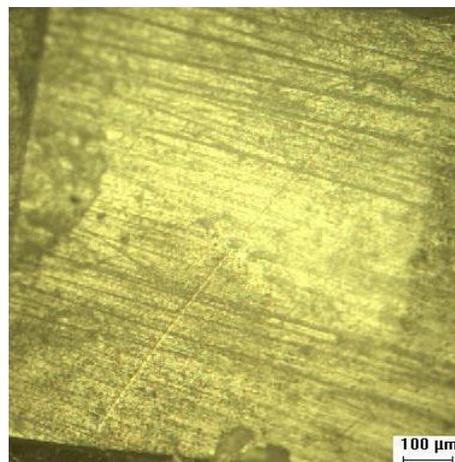
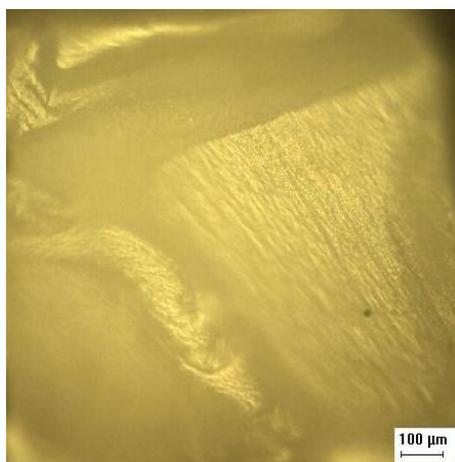
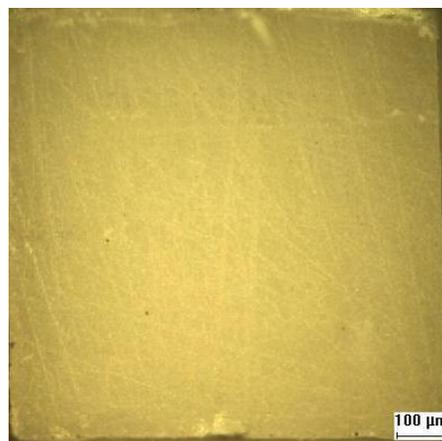
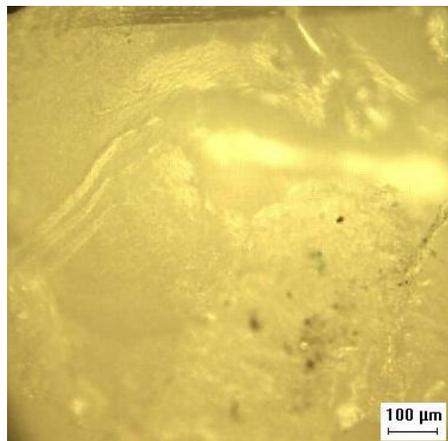
GRUPO C-CT



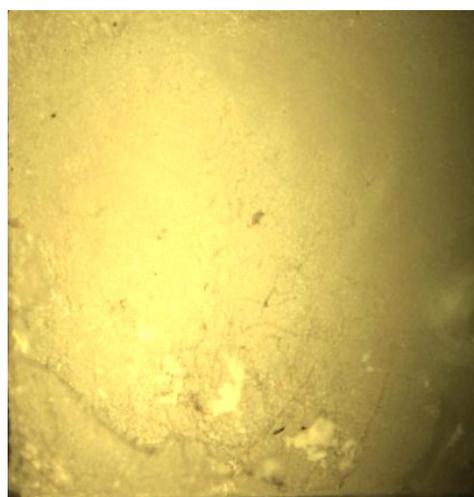
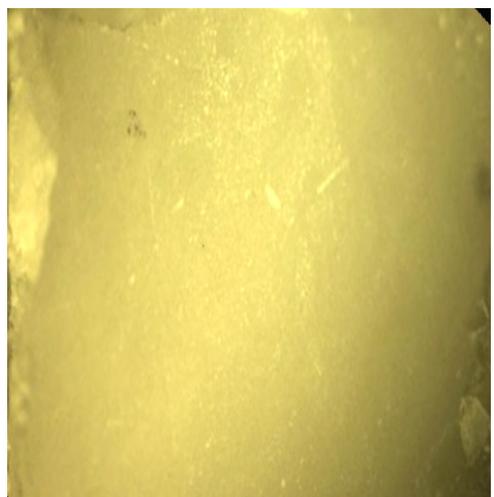
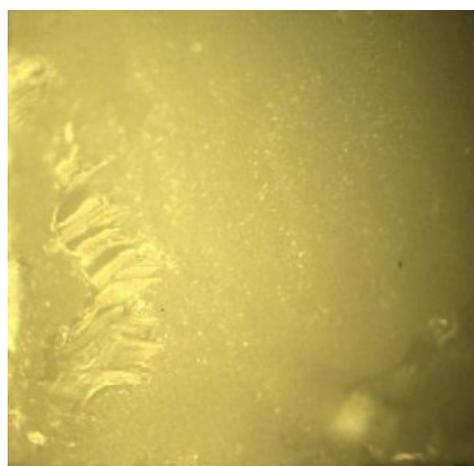
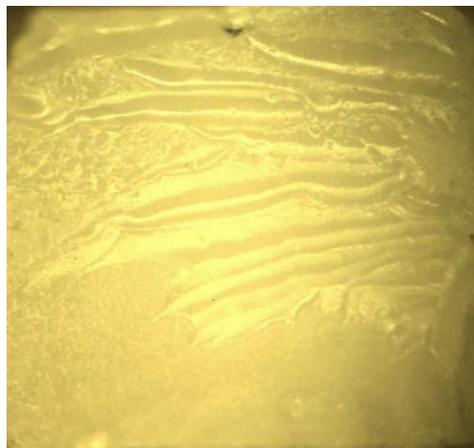
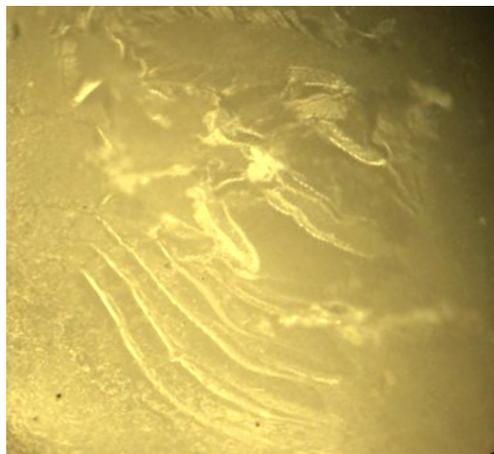
GRUPO C-AC



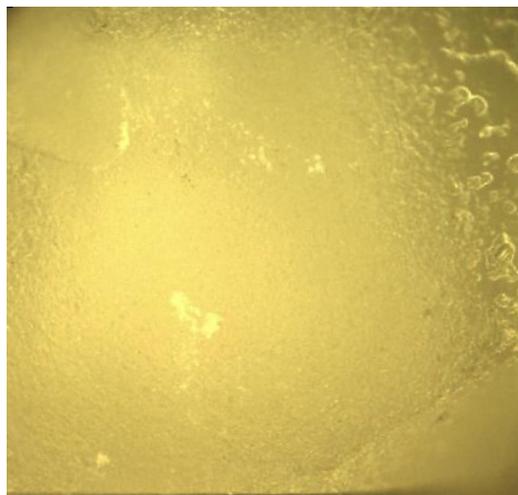
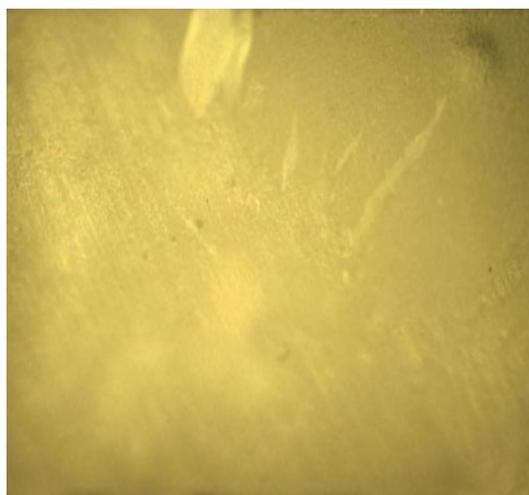
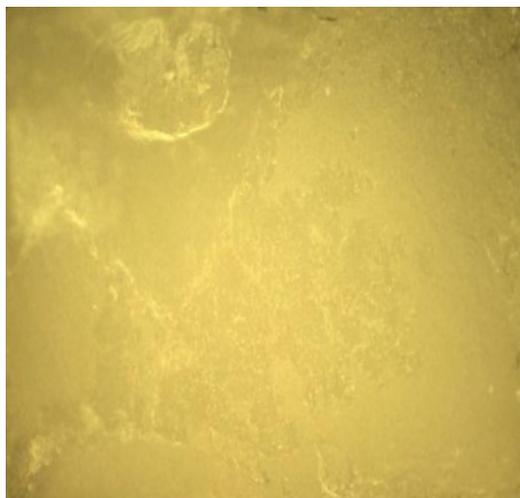
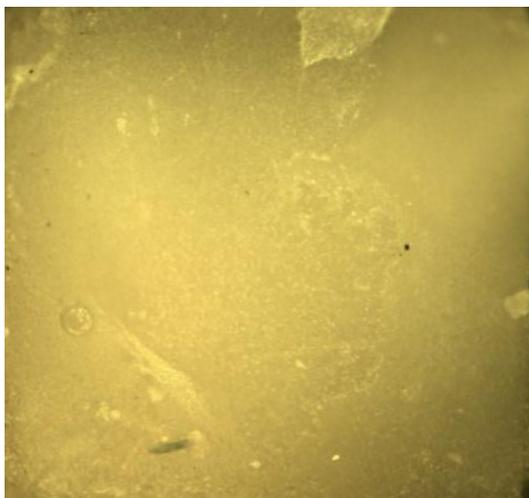
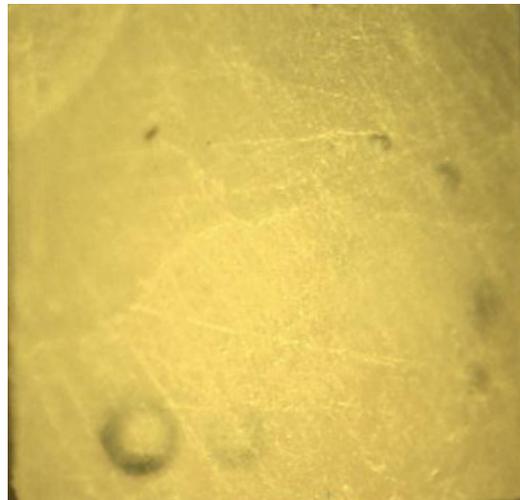
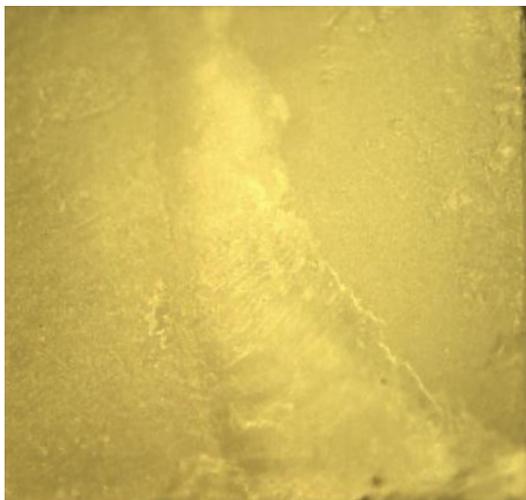
GRUPO TB-CT



GRUPO TB-AC



GRUPO FG-CT



GRUPO FG-AC

