UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE BAURU

DAMARIS AMAZONAS DE OLIVEIRA

**Avaliação da resistência de união de
cimentos resinosos, em função de
diferentes protocolos para cimentação de
restauração cerâmica em dentina**

BAURU
2013

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE BAURU

DAMARIS AMAZONAS DE OLIVEIRA

**Avaliação da resistência de união de cimentos resinosos, em
função de diferentes protocolos, para cimentação de restauração
cerâmica em dentina**

BAURU
2013

DAMARIS AMAZONAS DE OLIVEIRA

**Avaliação da resistência de união de cimentos resinosos, em
função de diferentes protocolos, para cimentação de restauração
cerâmica em dentina**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências no Programa de Ciências Odontológicas Aplicadas, na área de concentração Dentística.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Batista Franco

Versão Corrigida

BAURU

2013

OL4a

Oliveira, Damaris Amazonas de

Avaliação da resistência de união de cimentos resinosos, em função de diferentes protocolos, para cimentação de restauração cerâmica em dentina / Damaris Amazonas de Oliveira. – Bauru, 2013.

90p. : il. ; 31cm.

Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Bauru. Universidade de São Paulo

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Batista Franco

Nota: A versão original desta dissertação encontra-se disponível no Serviço de Biblioteca e Documentação da Faculdade de Odontologia de Bauru – FOB/USP.

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, por processos fotocopiadores e outros meios eletrônicos.

Assinatura:

DADOS CURRICULARES

DAMARIS AMAZONAS DE OLIVEIRA

31 de Janeiro de 1983	Nascimento
Naturalidade	Manaus-Amazonas
Filiação	Horácio Francisco Gonçalves de Oliveira Silvia Maria Amazonas de Oliveira
2001-2006	Graduação em Odontologia pela Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Amazonas (UFAM)
2006-2006	Atualização em Estética e Cosmética pela Universidade Estadual do Amazonas (UEA)
2008-2010	Especialização em Dentística Restauradora pelo Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais (HRAC) da Universidade de São Paulo (USP)
2011-2013	Pós-Graduação no Programa de Ciências Odontológicas Aplicadas, área de concentração Dentística, nível Mestrado, pela Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo – FOB/USP

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho especialmente à minha família, razão do meu viver e de continuar lutando por meus sonhos.

A Deus, por demonstrar inúmeras vezes sua bondade e presença em minha vida. Por me proteger e dar força e coragem para não desanimar no meio do caminho. Sinto sua presença em todos os momentos.

Aos meus pais Horácio e Silvia, por acreditarem e embarcarem no meu sonho. Pelo amor incondicional, apoio e conselhos certos na hora certa e, principalmente pela paciência.

À minha irmã Dinah, pela amizade e cumplicidade. Por “aguentar” tudo sozinha durante os anos em que estive ausente.

Aos meus avôs, Nilo, Judith e Cleóbulo (*in memorian*), e Elza, por sempre torcerem pela minha vitória.

...a vocês, todo o meu carinho e o meu amor!

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Horácio e Silvia.

Obrigada pela educação, princípios e valores que sempre transmitiram às suas filhas. Os esforços nunca foram poucos para proporcionar a realização de um sonho. Graças a vocês estou aqui, e espero nunca decepcioná-los. Sei que nunca poderei retribuir tamanha bondade e amor dedicados a mim. Pai, seu jeito firme de ser me ajudou a superar obstáculos psicológicos difíceis de enfrentar. As horas ao telefone me deram forças para acordar e seguir em frente. Mãe, seu jeito apaziguador nas situações difíceis me fez ver a vida com outros olhos. “No fim tudo dará certo minha filha!” “Deus é o arquiteto de tudo!” E você estava certa, como sempre. Muito obrigada, amo vocês!

À minha irmã, Dinah.

Obrigada pelos conselhos, apoio nos momentos desestimulantes, por sempre mostrar o lado bom das coisas. Pelos momentos de descontração quando estava em casa. Temos pensamentos divergentes, mas no fim sempre nos entendemos. Afinal, somos irmãs! Amo-te!

À minha avó, Elza.

Vó, sempre senti suas orações me conduzindo e me protegendo. Sei que perdes noites em claro pensando na minha saúde e segurança. Graças à senhora, me sinto um pouco mais perto de Deus. Sua fé me contagiou e me transformou. Muito obrigada por sempre acreditar que estudar é o caminho e, ao transmitir isso a seus filhos, acabei sendo beneficiada. Amo-te demais!

Às famílias Oliveira e Amazonas, em especial tia Sandra.

Obrigada pela torcida e preocupação. Mesmo longe sentia seus cuidados. Consegui tia!

Ao Patrick.

Todo o companheirismo, amizade e amor foram essenciais durante esses anos. A paciência que tens e a preocupação em me ver feliz fortalece, cada vez mais, o que sinto por você. Obrigada meu amor!

À Sra. Rose e Sr. Bruce Osborne. Pelo incentivo e ajuda nunca negada. Tio Bruce, sua ajuda foi de extrema importância para a conclusão desse trabalho. Tia Rose, seu apoio foi essencial para eu perceber que era capaz. Obrigada!

Aos amigos de Manaus, Yedda e Ary.

O retorno a Manaus era muito melhor, pois sabia que ia vê-los! Saber que vocês torcem por mim é muito gratificante. Amo nossa união!

Aos amigos de Bauru, Laura, Letícia, Rafa Chacon, Larissa, Denise, Juliana.

Os dias longe de casa tornaram-se menos difíceis com vocês por perto. Obrigada pelos momentos de descontração, risadas e choros. Sei que vou levá-los para o resto da vida, apesar da distância de alguns.

Aos amigos do mestrado, Ana Flávia, Carla, Carlos, Diana, Jack, Juan, Marina, Odair e Rapha. Obrigada pelos conhecimentos compartilhados, noites em claro estudando, ou não, momentos nas clínicas, aulas e seminários. Vocês são especiais!

Aos amigos do doutorado, em especial Leslie Casas.

Muito obrigada por nunca negar ajuda e pelo seu companheirismo. Seu otimismo sempre me incentivou a ter certeza que iria dar certo. Obrigada por nossas conversas e risadas. Sei que encontrei uma amiga!

Ao meu orientador Prof. Dr. Eduardo Batista Franco.

Com o senhor eu aprendi o verdadeiro significado da palavra mestre. Você tornou-se um espelho para minha vida profissional. A integridade de suas atitudes como professor e pesquisador, e o compromisso que possui com a excelência em cada tarefa que realiza, são exemplos que jamais esquecerei. Sempre me incentivando a buscar conhecimento e me aconselhando em todos os assuntos. Sua ética e profissionalismo são invejáveis. Serei eternamente grata pelos seus ensinamentos. Obrigada por confiar e não desistir de mim!

À banca examinadora. Obrigada por aceitarem o convite e por contribuírem da melhor forma possível com este trabalho. Suas críticas e sugestões são muito importantes.

Aos professores do departamento de Dentística, Endodontia e Materiais Odontológicos, por todos os ensinamentos e incentivo.

Aos funcionários do departamento de Dentística, Endodontia e Materiais Odontológicos, em especial, senhor Nelson, Charlene, Nathália, Áldria, Alcides. Obrigada por toda a ajuda. Senhor Nelson e Charlene, o bom humor de vocês fez o difícil tornar-se fácil. Senhora Beth, sua disponibilidade em ajudar foi muito importante. Sem vocês, realmente, nada teria acontecido. Muito obrigada!

Aos funcionários do CIP, em especial senhor Renato. Muito obrigada pela ajuda nunca negada. Seu bom humor alegrou os fins de semana dentro do CIP.

Aos funcionários da Biblioteca. Obrigada por sempre serem prestativos e educados com todos.

Aos alunos da graduação, em especial a turma XLVIII e XLIX. Graças a vocês pude ter o primeiro gosto de ensinar. Aprendi muito com vocês e sei que consegui vários amigos.

AGRADECIMENTOS INSTITUCIONAIS

À CAPES. Pelo apoio financeiro que dá à pesquisa.

Ao Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais (HRAC-USP), Centrinho, em especial Lilian, Nádia e Aparício. Vocês foram e continuam fazendo parte do meu progresso profissional. Além de professores, posso dizer que ganhei três amigos ou três pais. Os anos de convívio com vocês foram maravilhosos. Muito obrigada!

À Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Universidade de São Paulo (USP) e Faculdade de Odontologia de Bauru (FOB). Por proporcionarem meu progresso intelectual, me transformando no que sou hoje.

E a todos que, de alguma maneira, colaboraram direta ou indiretamente na realização desse sonho.

...a vocês o meu reconhecimento e agradecimento.

*“A mente que se abre a uma nova idéia jamais
voltará ao seu tamanho original”.*

Albert Einstein

RESUMO

Este estudo avalia a resistência de união à microtração de dois cimentos resinosos (RelyX™ U200 - 3M/ESPE e RelyX™ ARC - 3M/ESPE), na fixação de restauração cerâmica, em função do tipo de tratamento ao substrato dentinário: G1, sem tratamento (cimento autoadesivo RelyX U200); G2, sistema adesivo autocondicionante de dois passos (Clearfil™ SE Bond, Kuraray /RelyX™ ARC); e G3, sistema adesivo convencional de três passos (Adper™ Scotchbond™ Multi-Purpose, 3M/ESPE /RelyX™ ARC). Trinta dentes bovinos foram selecionados, limpos e armazenados em solução neutra de timol a 0,1% a 37°C, sendo divididos aleatoriamente em três grupos experimentais (n=10). O esmalte da face vestibular foi desgastado para expor a superfície dentinária com área de 8 mm x 8 mm e submetido, em seguida, a planificação com lixas de carbetto de silício nº 180, 320 e 600. Trinta blocos cerâmicos de dissilicato de lítio, IPS e-max - Ivoclar Vivadent, medindo 8 mm x 8 mm x 2 mm, foram confeccionados e suas superfícies de cimentação jateadas com partículas de óxido de alumínio (50µm). Previamente à cimentação, todos os blocos cerâmicos tiveram suas superfícies internas condicionadas com ácido fluorídrico e foram aplicados agentes silano. Os tratamentos em dentina e os procedimentos de cimentação seguiram as normas dos fabricantes correspondentes para cada grupo. Decorridas 24 horas da cimentação, os conjuntos dente/cimento/cerâmica foram seccionados em forma de vigas, com área aproximada de 1 mm², adaptados à máquina universal de ensaios (INSTRON) para realização do teste de microtração, utilizando-se a célula de carga de 500N com velocidade de 0,5 mm/minuto. Os valores médios de resistência à microtração (MPa) encontrados foram: G1 (16,16 ± 7,16), G2 (27,92 ± 6,17) e G3 (25,06 ± 6,09). Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey em nível de significância de 5%. O cimento resinoso autoadesivo RelyX™ U200 apresentou menor potencial de resistência de união com diferença estatística significativa, quando comparado ao cimento resinoso convencional RelyX™ ARC e tratamento prévio com os adesivos convencional de três passos e autocondicionante de dois passos. Entretanto, a associação do cimento RelyX™ ARC tanto ao sistema adesivo convencional quanto ao acondicionante apresentou valores médios similares de

resistência de união aos substratos dentinário e cerâmico. Dentre os tipos de fratura, após o teste de microtração, o cimento RelyXTM U200 demonstrou maior ocorrência de falhas do tipo adesiva em dentina (AD), com menor interação adesiva junto à dentina. A associação do sistema adesivo convencional ao cimento resinoso convencional evidenciou menor ocorrência de fraturas AD e maior ocorrência junto à cerâmica, quando comparada à associação do sistema adesivo autocondicionante ao cimento resinoso convencional, apesar de os resultados de resistência de união demonstrarem similaridade de valores e estatística.

PALAVRAS-CHAVE: cimentos de resina; adesivos dentinários; dentina; cerâmica.

ABSTRACT

Evaluation of resin cement bond strength in light of different protocols for the cementation of ceramic restorations in dentin

This study evaluates the microtensile bond strength of two resin cements (RelyX™ U200 - 3M/ESPE and RelyX™ ARC - 3M/ESPE), in the retention of ceramic restorations according to the treatment type of the dentin substrate; G1: no treatment (RelyX U200 self-adhesive cement); G2: two-step self-etch adhesives (Clearfil™ SE Bond, Kuraray /RelyX™ ARC); and G3: three-step etch and rinse adhesives (Adper™ Scotchbond™ Multi-Purpose, 3M/ESPE /RelyX™ ARC). Thirty bovine teeth were selected, cleaned and stored in a neutral 0,1% thymol solution at 37°C, divided randomly into three experimental groups (n=10). The facial surface enamel was scaled in order to expose an area of 8mm x 8mm of the dentin surface, and subsequently planed with n° 180, 320 and 600 silicon carbide sandpaper. Thirty lithium disilicate ceramic blocks, IPS e-max – Ivoclar Vivadent, measuring 8mm x 8mm x 2mm were made and their surfaces sandblasted with aluminum oxide particles (50µm). Before cementation, the internal surfaces of all the ceramic blocks were conditioned with hydrofluoric acid and silanized. The dentin treatments and the cementation procedures followed the manufacturer's norms for each group. Twenty-four hours after cementation, the tooth/cement/ceramic blocks were sectioned into beam-like structures, each with an approximate area of 1mm², adapted to the universal testing machine (INSTRON) in order to test microtensile strength, with the load cell set at 500N, at a speed of 0.5mm/min. The mean values found for microtensile strength (MPa) were: G1 (16,16 ± 7,16), G2 (27,92 ± 6,17) and G3 (25,06 ± 6,09). The data were submitted to analysis of variance and to Tukey's test, with a 5% significance level. The self-adhesive resin cement RelyX™ U200 presented the lowest potential bond strength, with a statistically significant difference when compared to the conventional resin cement RelyX™ ARC and prior treatment with three-step etch and rinse adhesives and two-step self-etch adhesives. However the association of the RelyX™ ARC cement, both with the conventional adhesive system and with the self-etch adhesives produced similar mean values for bond strength in the dentin and ceramic substrates. Among the types of fracture, following

the test for microtensile strength, the RelyX™ U200 cement presented the highest incidence of faults of the dentin adhesive (DA) type, and the lowest adhesive interaction with the dentin. The association of the conventional adhesive system with conventional resin cement presented a lower incidence of DA fractures and a higher incidence along the ceramics, when compared to the association of the self-etch adhesive system and conventional resin cement, despite the similarity in the numbers and statistics of the bond strength results.

KEY WORDS: resin cements; dentin-Bonding Agent; dentin; ceramics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- RelyX U200.....	47
Figura 2	- RelyX ARC.....	47
Figura 3	- Condicionador dental gel.....	47
Figura 4	- Sistema adesivo convencional	47
Figura 5	- Sistema adesivo autocondicionante	47
Figura 6	- Condicionador ácido para porcelana	47
Figura 7	- Agente silano	47
Figura 8	- Lingotes de vidro-cerâmica e dissilicato de lítio.....	47
Figura 9	- Polimento.....	49
Figura 10	- Corte e remoção da raiz, e fixação da coroa para obtenção do segmento vestibular.	50
Figura 11	- Politriz metalográfica planificando a superfície vestibular coroas dentárias.....	51
Figura 12	- Área exposta de dentina	51
Figura 13	- Blocos de cerâmica.....	52
Figura 14	- Conjunto dente/cimento/cerâmica	55
Figura 15	- A ; preenchimento da câmara pulpar com resina composta e B ; pigmentação da superfície externa.	55
Figura 16	- A , Cortes das vigas; B , vigas obtidas após o corte.	56
Figura 17	- Corpo de prova fixado.....	58
Figura 18	- Microscópio digital portátil Dino-Lite Plus AM-313T, ANMO, Taiwan	59
Figura 19	- A , fratura tipo adesiva em dentina (AD) e B , fratura adesiva cerâmica (ACe)	64
Figura 20	- A , fratura tipo coesiva em dentina (CD); B , fratura coesiva em cerâmica (CCe) e C , fratura coesiva em cimento (CCi)	65
Figura 21	- A , fratura tipo mista dentina/cimento (MDC) e B , fratura tipo mista cerâmica/cimento (MCC)	66

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Materiais comerciais empregados.....	46
TABELA 2 - Grupos experimentais	48
TABELA 3 - Técnica de aplicação do sistema adesivo	53
TABELA 4 - Instruções de cimentação	54
TABELA 5 - Valores médios e desvios-padrão da resistência de união (MPa) sob microtração dos grupos testados.	63
TABELA 6 - Quantidade dos tipos de fraturas.	64
TABELA 7 - Teste de associação Qui-Quadrado para fraturas mais frequentes ($P < 0,001$).....	64

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	25
2.1	CIMENTOS RESINOSOS.....	27
2.2	CIMENTOS RESINOSOS AUTOADESIVOS	30
3	PROPOSIÇÃO	39
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	43
4.1	MATERIAL UTILIZADO	45
4.2	MÉTODOS.....	48
4.2.1	Delineamento experimental	48
4.2.2	Preparo dos dentes	49
4.2.3	Confecção dos blocos cerâmicos	51
4.2.4	Procedimentos de cimentação.....	52
4.2.5	Preparo dos espécimes para o teste de microtração.....	55
4.3	TESTE DE RESISTÊNCIA À MICROTRAÇÃO	57
4.4	ANÁLISE DA FRATURA.....	58
4.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	59
5	RESULTADOS	61
6	DISCUSSÃO	67
7	CONCLUSÕES	77
	REFERÊNCIAS	81

1 INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

A busca constante por restaurações mais duradouras e que se compatibilizem com as características inerentes dos dentes naturais, fez com que as restaurações indiretas com cerâmicas odontológicas ganhassem cada vez mais espaço entre os profissionais da área, haja vista suas propriedades altamente favoráveis quanto à longevidade estética e funcional. Dentro da diversidade das cerâmicas odontológicas atuais, encontra-se uma variedade de materiais com composições e aspectos distintos para contemplar suas indicações, restaurações indiretas totais e parciais, em corpo único, ou como infraestrutura e cobertura, sendo que para eleição clínica o profissional deve considerar a resistência intrínseca das mesmas, características ópticas e a praticidade da etapa laboratorial. Dentro das diferentes disponibilidades existentes no mercado odontológico, as cerâmicas injetáveis vêm ganhando ampla aceitação pelos Cirurgiões-Dentistas, especialmente por associar resistência adequada, resultado estético e maior facilidade na etapa laboratorial.

As cerâmicas reforçadas por dissilicato de lítio (IPS e-max Press - Ivoclar-Vivadent; Schaan, Liechtenstein) foram formuladas para diversas indicações: confecção de coroas de cerâmica pura, unitárias, anterior e posterior, inlays, onlays, facetas e confecção de próteses parciais fixas (PPF) de três elementos, envolvendo dentes anteriores e posteriores até segundo pré-molar. Esse sistema possui uma resistência mecânica adicional, que decorre de uma microestrutura com entrelaçamento de cristais, com a função de estagnar a propagação de microfendas pelo corpo do material (FABIANELLI et al., 2006; BRUM et al., 2011). Entretanto, alguns fatores relacionados ao preparo do elemento dentário e do tratamento prévio das superfícies dentária e cerâmica influenciam diretamente na retenção e longevidade de uma restauração indireta (HADDAD; ROCHA; ASSUNÇÃO, 2011), logo, o sucesso de restaurações indiretas ou próteses fixas é muito dependente da união entre cimento resinoso, substrato dental e restauração (FABIANELLI et al., 2006; MELO et al., 2010).

Portanto, a seleção e conhecimento das características intrínsecas dos agentes cimentantes são importantes para a estabilidade retentiva da restauração indireta. A técnica de cimentação com cimentos resinosos convencionais tem se

mostrado procedimento muito sensível por requerer várias etapas operatórias para atingir adequada resistência de união entre a cerâmica e o substrato dental. Falhas ou intercorrências, em qualquer uma das etapas, podem prejudicar a hibridização da dentina e comprometer o desempenho clínico da restauração (ANCHIETA et al., 2011). Assim, a fixação das restaurações cerâmicas ao substrato dentário pode ser concebida com cimentos resinosos, haja vista a adequada interação com os substratos dentários, baixa solubilidade e estética ideal quando comparados aos cimentos tradicionais (HADDAD; ROCHA; ASSUNÇÃO, 2011), devendo-se, entretanto, considerar os diferentes fatores que concorrem para adequação do processo de adesão, principalmente em dentina. Na cimentação de restaurações indiretas, como coroas totais, inlays e onlays em cerâmica, os cimentos resinosos apresentam em relação aos cimentos de ionômero de vidro e fosfato de zinco maiores valores de resistência à fratura, quando submetidos ao teste de fadiga. Porém, o sucesso do uso destes cimentos depende de vários aspectos relacionados ao mecanismo de união, tanto dos tecidos dentais como das restaurações (BUENO et al., 2011).

Vários cimentos resinosos foram introduzidos nos últimos anos, e sua composição química e características estruturais são fundamentais para a produção de uma união confiável nas interfaces dos substratos dentários e restauração cerâmica (MANZO et al., 2011). Os primeiros cimentos resinosos desenvolvidos, em 1950, continham em sua composição principal, o metacrilato de metila e partículas inorgânicas em menor quantidade, conferindo-lhes propriedades físicas inadequadas, como maior contração de polimerização e, consequente, potencialização da infiltração marginal, além de apresentar significativa mudança de cor, com o passar do tempo, em função do alto nível residual de aminas terciárias remanescentes (LADHA; VERMA, 2010). Em 1963, Dr. Rafael Bowen desenvolveu o primeiro metacrilato multifuncional utilizado na odontologia, o Bis-GMA, descrito como um éster aromático de dimetacrilato sintetizado a partir de resina epóxi e metacrilato de metila (BOWEN, 1963). O Bis-GMA é extremamente viscoso e por isso um dimetacrilato como o TEGDMA (dimetacrilato trietilenoglicol) é misturado a ele para reduzir sua viscosidade (LADHA; VERMA, 2010). Os cimentos resinosos utilizados até hoje no mercado são compostos de uma matriz de Bis-GMA ou UDMA (dimetacrilato de uretano), com partículas inorgânicas finas que garantem mínima

espessura de cimento (LADHA; VERMA, 2010; MANSO et al., 2011), esse tipo de cimento pode ser encontrado na forma de pó/líquido, encapsulados ou sistema pasta/pasta, sendo classificados de acordo com a forma de sua polimerização: químicos, fotoativáveis ou duais (combinação de ambas as reações).

Dentre os cimentos resinosos, estão disponíveis os de polimerização química, que são fornecidos na forma de duas pastas, uma com ativador (amina terciária aromática) e outra com iniciador (peróxido de benzoíla) que, ao serem misturadas, reagem entre si gerando radicais livres responsáveis pelo início da polimerização. A desvantagem desses cimentos é a falta do controle do tempo de trabalho, porém, são bastante úteis na cimentação de restaurações muito espessas ou em áreas onde não há adequada passagem de luz (ANUSAVICE, 2005). Já os cimentos fotoativáveis são apresentados na forma de pasta única, contendo o fotoiniciador (geralmente a canforoquinona - CQ) e a amina alifática iniciadora. Quando entram em contato com a luz do aparelho fotoativador, o fotoiniciador interage com a amina iniciadora, gerando os radicais livres para iniciar a polimerização (ANUSAVICE, 2005). A vantagem da utilização desse cimento é o controle do tempo de trabalho, já que a polimerização só se inicia quando houver exposição à luz do aparelho fotoativador (CAUGHMAN; CHAN; RUEGGERBERG, 2001; ANUSAVICE, 2005; GOOD et al., 2009). Contudo, eles possuem limitada profundidade de polimerização, pois, a luz é absorvida e dispersada à medida que passa pelas estruturas dentais (principalmente dentina) ou pela restauração indireta, causando assim, uma incompleta polimerização em áreas críticas, principalmente nas regiões interproximais de dentes posteriores (HADDAD; ROCHA; ASSUNÇÃO, 2011). Assim, quando a restauração for espessa (maior que dois milímetros), um maior tempo de exposição à luz torna-se necessário, além de direcionar a ponta do aparelho fotoativador em todas as faces da restauração, garantindo a penetração de luz em toda a linha de cimento (ANUSAVICE, 2005).

Uma forma de resolver os limites relacionados à profundidade de polimerização é associar em um único produto, componentes da polimerização química com os da ativação por luz (BUENO et al., 2011; HADDAD; ROCHA; ASSUNÇÃO, 2011). Esses cimentos resinosos, denominados como duais, estão disponíveis em sistema pasta/pasta, fotoquimicamente ativáveis, que após a mistura e fotoativação, a polimerização é iniciada por meio da interação da amina com a CQ,

e a ativação química pela interação da amina com o peróxido de benzoíla (ANUSAVICE, 2005). Esses cimentos estão indicados em situações onde não há efetiva penetração da luz necessária para uma adequada conversão dos monômeros, como em restaurações cerâmicas (BUENO et al., 2011; HADDAD; ROCHA; ASSUNÇÃO, 2011).

Entretanto, para a viabilização da cimentação de restaurações indiretas com os cimentos resinosos convencionais, torna-se necessário o uso de um sistema adesivo para efetivar a interação entre o substrato dentário e o agente cimentante resinoso, assim como em relação à interação com a interface da restauração cerâmica. Dentre os sistemas adesivos disponíveis encontram-se os convencionais não simplificados ou de três passos, que requerem o uso prévio do condicionamento ácido para aumentar a difusão e maior interatividade do sistema adesivo, tanto em esmalte quanto em dentina. O condicionamento com ácido fosfórico a 37% desmineraliza a dentina intertubular e peritubular (5-8 µm de profundidade), expondo superficialmente a base da matriz de fibrilas de colágeno (PASHLEY et al., 2011). A aplicação primer, que contém monômeros hidrofílicos ácidos (SUH et al., 2003), geralmente o HEMA, possibilita a difusão pelas fibrilas de colágeno expostas pelo condicionamento ácido prévio, revestindo-as e mantendo o arcabouço estrutural sem aluimento. O último passo para esse sistema envolve a utilização do adesivo hidrofóbico, livre de solvente, que irá se unir à dentina infiltrada pelo primer para formar a camada híbrida e, posteriormente, interagir com o cimento resinoso (PASHLEY et al., 2011). Outro sistema adesivo convencional disponível é o de dois passos, que também requer o prévio condicionamento ácido, porém o primer e adesivo estão presentes em um único frasco, contendo concentrações de solventes e monômeros hidrofílicos ácidos. Tendo em vista a formação de uma camada superficial inibida pelo oxigênio e com característica acídica, há a formação de uma membrana semipermeável, favorecendo a permeação de fluidos dentinários, que pode afetar negativamente a estabilidade interfacial da adesão com a dentina (GARCIA; REIS; ARANA-CORREA, 2010; PASHLEY et al., 2011).

Buscando a simplificação dos passos operatórios, foram lançados os sistemas adesivos autocondicionantes, que não requerem o uso do condicionamento ácido em passo separado, pois contêm monômeros ácidos que, simultaneamente, condicionam e se infiltram no substrato dental. Esse sistema é uma alternativa

baseada no não enxágue dos monômeros ácidos, responsáveis por condicionar os substratos dentários (esmalte/dentina), provendo a permeação simultânea do sistema adesivo (SILVA E SOUZA JUNIOR et al., 2010). Esta é uma técnica considerada mais simples, devido à diminuição dos passos operatórios, menor tempo de aplicação, além de ser menos sensível, pois não há necessidade de preservar a umidade da dentina (PEUMANS et al., 2005). Outro benefício dos adesivos autocondicionantes é a menor incidência de sensibilidade pós-operatória quando comparado aos adesivos convencionais (PERDIGAO, GERALDELI, HODGES, 2003), como resultado da interação menos agressiva e mais superficial com a dentina, deixando parte dos túbulos dentinários obstruídos pela *smear layer* (VAN MEERBEEK et al., 2011). Esses adesivos estão disponíveis na forma não simplificada de dois passos onde o primer autocondicionante e o adesivo são fornecidos em frascos separados, e a simplificada de passo único, onde são combinados primer/adesivo em solução única. De forma geral, os adesivos autocondicionantes promovem de forma simultânea a desmineralização e infiltração na superfície da área de união, na mesma profundidade, garantindo a completa penetração do sistema adesivo. Essa penetração em dentina, depende em parte do pH das soluções autocondicionantes, aumentando na mesma proporção em que o pH diminui (VAN MEERBEEK et al., 2011).

Devido às diferentes características dos sistemas adesivos disponíveis, é importante fazer a adequada seleção do adesivo para utilização associada ao cimento resinoso dual. Os adesivos simplificados (convencional, de dois passos, e autocondicionante, de um passo) podem induzir comprometimentos adversos quando da interação com os cimentos resinosos, dual ou químico. A porção superficial desses agentes adesivos apresenta uma camada de monômeros acídicos não polimerizada, por inibição do oxigênio, impedindo que o cimento resinoso possa reagir quimicamente nessa interface de união. Entretanto, nos cimentos duais, quando houver a propagação da luz, até a referida interface, a polimerização por indução física será estabelecida, superando a inibição química. Porém, outros fatores contribuem para o comprometimento da estabilidade de união. Esses adesivos não possuem uma camada de resina hidrófoba (livre de solvente), comportando-se como membranas semipermeáveis, possibilitando a passagem do fluido dentinário para a interface adesivo/cimento e, conseqüentemente, a

diminuição da resistência de união (TAY et al., 2003; GARCIA; REIS; ARANA-CORREA, 2010; SANTOS et al., 2011). Desse modo, pode-se observar áreas de dentina tratadas com a utilização do sistema adesivo convencional de dois passos, com presença de microgotículas de umidade, de diferentes magnitudes, evidenciando a permeabilidade via sistema adesivo e, conseqüente, diminuição da resistência de união na interface adesivo/cimento (SANARES et al., 2001).

Esses efeitos adversos podem ser diminuídos por meio da seleção de sistemas adesivos não simplificados (adesivo convencional, de três passos, ou autocondicionante, de dois passos), uma vez que o adesivo aplicado sobre o primer constitui em uma camada de resina hidrofóbica em ambos os sistemas. Como essa camada adicional sobreposta ao primer, aplicado previamente, apresenta pH neutro, ela será quimicamente compatível com cimentos resinosos que possuem polimerização dual ou química e, portanto, não irá promover reações adversas com aminas terciárias dos cimentos. Além disso, sua característica hidrofóbica e de menor permeabilidade da camada do adesivo bloqueará a permeação da umidade da dentina (SANARES et al., 2001).

Verifica-se, portanto, que a técnica de cimentação com cimentos resinosos convencionais é um método sensível, pois requer o controle de várias etapas para atingir adequada resistência de união entre a cerâmica e o substrato dental, especialmente quando o confinamento interno envolve maior área de contato com a dentina. Logo, intercorrências ou falhas operacionais durante as diferentes etapas podem afetar o processo de hibridização da dentina e comprometer a estabilidade longitudinal da restauração indireta (ANCHIETA et al., 2011).

Na busca por novas soluções, visando diminuir as adversidades inerentes à associação dos sistemas adesivos e cimentos resinosos convencionais, foi lançada no mercado odontológico uma nova categoria de cimento resinoso, o autoadesivo, com duplo sistema de ativação ou dual, vantagens destacadas de: dispensar o uso do condicionamento ácido, primer ou adesivo na superfície do dente antes da cimentação. O mecanismo de união envolve a ação inicial dos monômeros ácidos sobre os substratos dentina/esmalte, que promovem, de forma concomitante, a desmineralização e a infiltração do agente cimentante na área condicionada, resultando em retenção micromecânica. Além da interação micromecânica, ocorrem reações secundárias para promover adesão química à hidroxiapatita. Estudo

realizado por Gerth et al. (2006), demonstrou alta interação química entre os íons Ca, derivados da hidroxiapatita, e o cimento resinoso autoadesivo, quando comparado a um cimento resinoso convencional.

Pela literatura específica, verifica-se que a simplificação alcançada com esses novos agentes cimentantes torna o procedimento de cimentação menos sensível do que quando se utiliza sistemas adesivos convencionais de três passos (RADOVIC et al., 2008; AGUIAR et al., 2010; PISANI-PROENÇA et al., 2011). Entretanto, controvérsias são observadas entre diferentes estudos, sendo verificadas indicações favoráveis quanto ao comportamento dos cimentos autoadesivos e à adequada resistência de união em dentina, assim como demonstração de menores valores de resistência, quando comparados aos cimentos resinosos convencionais, tendo em vista que os cimentos autoadesivos interagem superficialmente com a dentina, desmineralizando parcialmente a camada de *smear layer*, o que resulta em um menor potencial de adesão (SANTOS et al., 2011).

Considerando que as diferenças inerentes dos cimentos resinosos convencionais e autoadesivos, e de diferentes protocolos que associam os adesivos convencionais e autocondicionantes com cimentos resinosos convencionais, torna-se essencial avaliar a resistência de união desses dois agentes cimentantes, de acordo com os protocolos operacionais requeridos para esses cimentos, quando da cimentação de restaurações cerâmicas, trazendo elementos para propiciar melhor compreensão da interação adesiva em procedimentos de cimentação com as referidas categorias de cimentos resinosos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CIMENTOS RESINOSOS

Os cimentos resinosos foram, primeiramente, baseados na composição das resinas acrílicas, sendo desenvolvidos com base nas resinas compostas e sistemas adesivos (CHRISTENSEN, 1993). A sua composição básica é uma mistura de monômeros dimetacrilatos, partículas inorgânicas (60% a 70% do peso) e iniciadores. Oligômeros de alto peso molecular ou sílica também podem ser adicionados para modificar as propriedades reológicas e alcançar ótimas características de manipulação. Diferem-se das resinas compostas pelo seu menor teor de partículas inorgânicas e menor viscosidade (SHILLINGBURG et al., 1997; LADHA; VERMA, 2010; MANSO et al., 2011; SIMON; DARNELL, 2012). Além da estética, este tipo de cimento possui melhor resistência à flexão e à compressão, e maior resistência de união à microtração e ao cisalhamento quando comparados a outros cimentos odontológicos. Por possuírem natureza adesiva, oferecem às restaurações maior retenção e resistência à fratura, além de mínima microinfiltração e baixa solubilidade em ambiente aquoso (BEHR et al., 2003; HADDAD; ROCHA; ASSUNÇÃO, 2011).

A técnica de cimentação com cimentos resinosos está indicada para aumentar o desempenho de restaurações cerâmicas e reduzir os efeitos de um preparo invasivo, tornando este material o ideal para restaurações livres de metal (BEHR et al., 2003; HADDAD; ROCHA; ASSUNÇÃO, 2011). Logo, o sucesso das restaurações cerâmicas depende da obtenção de adesão forte e durável entre o cimento resinoso e substrato dentário, assim como do cimento com a restauração. A magnitude dessa adesão é diretamente proporcional ao nível de polimerização do cimento, portanto, a polimerização é crucial para alcançar melhores propriedades físicas e desempenho clínico satisfatório do material resinoso (SOARES et al., 2005). As formas de polimerização disponíveis para os cimentos são: química, física, ou dual (BERNARDO; OBICI; SINHORETI, 2008; SANTOS G; SANTOS M; RIZKALLA, 2009; MANSO et al., 2011).

O cimento resinoso de polimerização química, usado principalmente em restaurações metálicas, requer certo tempo de ajuste e possui incontável tempo de trabalho. A polimerização ocorre homogeneamente, mesmo em situações onde a luz não alcança o material (BERNARDO; OBICI; SINHORETI, 2008; SANTOS G; SANTOS M; RIZKALLA, 2009). O cimento polimerizado por luz, de forma física, possui vantagens como: fácil remoção de excessos, não necessita mistura, maior homogeneidade, e reduzida porosidade (ANUSAVISE, 2005). No entanto, a espessura da porcelana poderia impedir a polimerização adequada do cimento devido à redução da penetração da luz (CAUGHMAN; CHAN; RUEGGERBERG, 2001; GOOD et al., 2009). Já os cimentos resinosos com polimerização dual, possuem melhor controle do tempo de trabalho durante a cimentação, e podem ser polimerizados em áreas profundas, onde a luz não alcança (VAN MEERBEEK et al., 1994; SANTOS G; SANTOS M; RIZKALLA, 2009; BUENO et al., 2011; MANSO et al., 2011). Nessas situações, a intensidade de luz que atinge o cimento é suficiente para desencadear o processo de polimerização física, e a polimerização química, através de um catalizador, é necessária para assegurar o grau máximo de conversão dos monômeros. O método envolve geralmente a mistura de duas pastas, onde uma contém amina e fotoiniciador, e a outra o peróxido de benzoíla (MANSO et al., 2011).

O mecanismo de ação dos cimentos resinosos duais baseia-se no sistema redox: reação do peróxido de benzoíla (pasta catalisadora) com as aminas terciárias (pasta base). Pelo menos uma pasta contém o composto fotossensível (geralmente a canforoquinona – CQ), responsável pelo início da polimerização por luz. Após as pastas serem misturadas, e até que a luz seja fornecida, o tempo de trabalho é controlado pela razão entre os inibidores da polimerização química e a quantidade de peróxido e aminas terciárias aromáticas (MANSO et al., 2011).

Para que haja a união desses cimentos ao substrato dentinário é necessário a formação de uma camada híbrida, como visto na união de compósitos em dentina (MANSO et al., 2011). Então, de acordo com a forma de tratamento desse substrato, os cimentos resinosos podem ser classificados em dois grupos: o primeiro grupo requer aplicação de um agente de união em dentina, cimento resinoso convencional, e o segundo grupo dispensa o uso do agente de união, cimento resinoso autoadesivo (SIMON; DARNELL, 2012).

Os agentes de união disponíveis para a formação da camada híbrida, na cimentação de restaurações indiretas com cimentos resinosos convencionais, podem ser os sistemas adesivos convencionais, ou os sistemas adesivos autocondicionantes (VAN MEERBEECK et al., 2003; SILVA E SOUZA JUNIOR et al., 2010). Os sistemas adesivos simplificados, convencionais de dois passos ou os autocondicionantes de passo único, estão se tornando mais populares devido à simples e rápida aplicação. Porém, a composição desses materiais é modificada, sendo mais ácidos e de natureza hidrofílica, quando comparados aos sistemas adesivos não simplificados, convencionais de três passos ou autocondicionantes de dois passos (SANTOS G; SANTOS M; RIZKALLA, 2009). Durante o processo de cimentação com cimentos resinosos de presa química ou dual, utilizando os sistemas adesivos simplificados, os monômeros ácidos da camada de adesivo não polimerizada, devido à inibição pelo oxigênio, competem com os peróxidos, pela amina terciária aromática do cimento resinoso, resultando em uma reação ácido-base na interface adesivo/cimento. Essa reação diminui a copolimerização adequada e mais tempo é necessário para a polimerização do cimento (CHEONG et al., 2003; SUH et al., 2003; TAY et al., 2003; SANTOS G; SANTOS M; RIZKALLA, 2009; MELO et al., 2010). Essa incompatibilidade química foi evidenciada em estudo de Sanares et al. (2001), onde adesivos de passos simplificados associados aos cimentos de presa química resultaram em menor resistência de união, devido a polimerização insatisfatória da região interfacial, causada pela reação ácido-base entre adesivo e cimento, criando assim áreas susceptíveis à propagação de trincas. Além disso, as características hidrofílicas desses sistemas adesivos funcionam como membranas permeáveis, permitindo o fluxo de água, originada da dentina hidratada, através do adesivo, após a polimerização, comprometendo a área total de união (adesivo/cimento) e adequada polimerização do cimento, além de funcionar como concentradores de tensão, conduzindo à falha na união entre cimento/adesivo. Essa permeabilidade pode ser parcialmente resolvida mediante aplicação de uma camada intermediária de resina mais viscosa, hidrofóbica e alcalina, separando a camada ácida do adesivo com o cimento (TAY et al., 2002; CARVALHO et al., 2004b; SANTOS G; SANTOS M; RIZKALLA, 2009; GARCIA; REIS; ARANA-CORREA et al., 2010; MELO et al., 2010).

O efeito negativo da permeabilidade à água na resistência de união de cimentos resinosos em dentina é confirmado em vários estudos (TAY et al., 2002; CARVALHO et al., 2004b), onde os resultados mostram valores de resistência de união mais elevados quando os dentes eram propositadamente desidratados em etanol antes do procedimento de cimentação. Como essa desidratação é impossível de se alcançar na prática clínica, aconselha-se a utilização de sistemas adesivos menos permeáveis, como os sistemas convencionais de três passos ou os autocondicionantes de dois passos, quando o cimento resinoso utilizado for de polimerização química ou dual, em dentina (CARVALHO et al., 2004b; KING et al., 2005). A grande vantagem desses sistemas é a presença da camada de resina relativamente hidrofóbica e alcalina como o terceiro passo do sistema convencional ou segundo passo do sistema autocondicionante. Essa camada adicional é impermeável e quimicamente compatível com cimentos resinosos duais ou quimicamente ativados e, portanto, não irão promover reações adversas com as aminas terciárias dos cimentos, além de reduzir a permeabilidade do adesivo com a água da dentina (GORACCI et al., 2005; CURY et al., 2006; SANTOS G; SANTOS M; RIZKALLA, 2009). Melo et al. (2010) comprovou em seu estudo que, a aplicação de uma camada de resina hidrofóbica, após a aplicação do adesivo autocondicionante e antes do cimento resinoso dual, resultou em aumento da resistência de união, mostrando que a resina hidrofóbica impede o contato dos monômeros hidrofílicos ácidos com o cimento, o que diminuiu também, a permeabilidade de água dos túbulos dentinários para a interface adesivo/cimento.

2.2 CIMENTOS RESINOSOS AUTOADESIVOS

De forma abrangente os cimentos resinosos autoadesivos surgiram com a intenção de eliminar as deficiências dos agentes cimentantes tradicionais e dos cimentos resinosos convencionais, em função das características favoráveis de diferentes tipos de cimentos em um único produto: a resistência dos cimentos resinosos, a praticidade como no cimento fosfato de zinco (DUKE, 2003), a interação química com o cálcio da hidroxiapatita do dente, além da liberação de flúor (presente

em alguns cimentos autoadesivos) como nos cimentos de ionômero de vidro (RADOVIC et al., 2008; BURGESS; GHUMAN; CAKIR, 2010).

Esse novo subgrupo de cimentos resinosos surgiu em 2002, com o RelyX Unicem (3M ESPE, St. Paul, MN, USA). O seu desenvolvimento seguiu o mesmo raciocínio da simplificação dos sistemas adesivos e, ao despertar grande interesse do mercado, surgiram vários outros cimentos nesta categoria como: BisCem (Bisco Inc., Schaumburg, IL, USA), G-Cem (GC, Alsip, IL, USA), Maxcem Elite (Kerr, Orange, CA, USA), Multilink Sprint (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein, Germany) e Smart Cem 2 (Dentsply, Konstanz, Germany). Buscando uma forma ainda mais simples, o RelyX Unicem (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) foi reformulado, sendo apresentado como RelyX U100 (3M ESPE, St. Paul, MN, USA), disponibilizado em duas pastas (base e catalisadora), e não mais em pó e líquido, em embalagem com dispensador tipo clicker, que evita desperdícios e oferece precisão no proporcionamento, além de maior facilidade na manipulação. Mais recentemente, em 2012, foi lançado o RelyX U200 (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) o qual, segundo o fabricante, apresenta melhor resistência ao esmalte e reologia similar entre as duas pastas, facilitando ainda mais a sua manipulação.

Os cimentos autoadesivos são materiais híbridos que combinam características da resina composta, adesivo autocondicionante e, em alguns casos, cimentos odontológicos. A incorporação de monômeros ácidos funcionais a esses cimentos é um componente importante, pois a ligação química eficaz ao dente requer uma matriz com estrutura poliácida (FERRACANE; STANSBURY; BURKE, 2011). O progresso dos cimentos dentários baseados em poliácidos pode ser traçado a partir dos cimentos a base de poliacenoato, que consistem em cimento policarboxilato de zinco e cimento ionômero de vidro, ambos definidos como resultado de uma reação ácido-base em um ambiente aquoso. Em seguida vieram os cimentos de ionômero de vidro modificados por resina (CIVMR), que dependem da formação de uma rede à base de metacrilato para aumentar a estrutura iônica do cimento. Monômeros hidrofílicos são utilizados nos CIVMR, pois a reação ácido-base necessita da presença de água para o mecanismo de fixação. Assim como os cimentos ionoméricos, os CIVMR possuem a capacidade de união ao tecido dental através da presença de grupos funcionais acídicos capazes de realizar a quelação com o cálcio da hidroxiapatita. Após os CIVMR, os compômeros foram introduzidos

com a intenção de combinar os benefícios dos compósitos e do cimento de ionômero de vidro. Os compômeros são compostos de monômeros mono, di ou multimetacrilatos, policarboxilatos, bem como alguns monômeros de metacrilato com grupos funcionais ácidos. Há pouca ou nenhuma água em sua composição e a primeira forma de polimerização é a reação por radicais livres (FERRACANE; STANSBURY; BURKE, 2011). Já os cimentos autoadesivos possuem natureza mais semelhante aos compômeros, com diferença na concentração dos monômeros ácidos, menor teor de carga, para proporcionar uma menor espessura da linha de cimento, além de serem mais hidratados, facilitando a ionização dos monômeros acídicos, através da neutralização da reação ácido-base que envolve o dente e o cimento. Essas distinções são importantes, pois, ao contrário dos compômeros, os cimentos resinosos autoadesivos não possuem adesão razoável em dentina, embora a adesão em esmalte seja um desafio maior (FERRACANE; STANSBURY; BURKE, 2011).

Essa nova classe de cimento não requer nenhum pré-tratamento na superfície dentária (DUKE, 2003; RADOVIC et al., 2008; BURGESS; GHUMAN; CAKIR, 2010; DE ANGELIS et al., 2011), este é misturado e aplicado diretamente no substrato e na peça protética em etapa única (RADOVIC et al., 2008). Dessa forma, os procedimentos da cimentação adesiva são simplificados, diminuindo o tempo clínico e encurtando a “janela de contaminação” devido à redução do número de etapas (BURGESS; GHUMAN; CAKIR, 2010). Esses cimentos são constituídos de duas partes, onde um dos componentes é formado por monômeros metacrilatos convencionais usados em uma variedade de resinas compostas: Bis-GMA, oligômeros de uretano do Bis-GMA, UDMA, HEMA, dimetacrilato de glicerol (GDMA), TEGDMA, trimetilolpropano trimetacrilato (TMPTMA) e muitos outros. Já a outra parte, contem monômeros funcionais ácidos utilizados para desmineralizar e aderir o cimento ao dente, são predominantemente monômeros de metacrilato com grupos carboxílicos, como o 4-methacryloxyethyl trimellitic anhydride (4-META) e pyromellitic glycerol dimethacrylate (PMGDM), ou grupos de ácido fosfórico como 2-methacryloxyethyl phenyl hydrogen phosphate (Phenyl-P), 10-methacryloxydecyl dihydrogen phosphate (10-MDP), bis(2-methacryloxyethyl) acid phosphate (BMP) e dipentaerythritol pentaacrylate monophosphate (Penta-P) . Há um número significativo de novos monômeros ácidos à base de fosfatos e fosfonatos

desenvolvidos especificamente para desmineralizar a superfície do esmalte e dentina, promovendo assim a formação de sal estável envolvendo, principalmente, o cálcio (BURGESS; GHUMAN; CAKIR, 2010; FERRACANE; STANSBURY; BURKE, 2011). A seleção da estrutura do monômero ácido é importante, visto que pode implicar na formação de sais complexos com o cálcio mais ou menos estáveis (YOSHIDA et al., 2004; INOUE et al., 2005; VAN LANDUYT et al., 2008). A concentração dos monômeros ácidos nesses materiais deve ser suficientemente baixa a fim de evitar hidrofiliabilidade excessiva no polímero final, mas alta para alcançar um grau aceitável de caráter autocondicionante e adesivo à dentina e esmalte (FERRACANE; STANSBURY; BURKE, 2011).

Os íons de sódio, cálcio, silicato e flúor liberados pelas partículas de cargas, ácido-solúveis e alcalinas, neutralizam os grupamentos ácidos remanescentes, como no cimento de ionômero de vidro, aumentando o pH de 1 para 6 (RADOVIC et al., 2008; FERRACANE; STANSBURY; BURKE, 2011). Estes íons podem participar da reação de presa ou serem liberados para o meio (RADOVIC et al., 2008; BURGESS; GHUMAN; CAKIR, 2010; FERRACANE; STANSBURY; BURKE, 2011). Apesar da neutralização do pH ocorrer durante a reação de presa para o RelyX Unicem, outros cimentos autoadesivos permanecem ácidos por longo período de tempo (BURGESS; GHUMAN; CAKIR, 2010), e isto parece ter relação com a inclusão ou não do hidróxido de cálcio na composição dos cimentos pois, sua presença parece contribuir para uma neutralização mais rápida (FERRACANE; STANSBURY; BURKE, 2011). A água que é formada no processo de neutralização contribui para característica hidrofílica inicial do cimento, promovendo uma melhor adaptação à estrutura dentária e tolerância à umidade. Subsequentemente, essa água é reutilizada pela reação com os grupamentos ácidos funcionais e durante a reação do cimento com os íons liberados das partículas de cargas alcalinas. Dessa forma, a reação promove uma inteligente mudança, resultando numa matriz hidrofóbica com baixa solubilidade, baixa expansão, e estabilidade ao longo do tempo (RADOVIC et al., 2008; BURGESS; GHUMAN; CAKIR, 2010).

A adesão obtida é dependente da retenção micromecânica e interação química entre os grupamentos de monômeros ácidos e a hidroxiapatita (GERTH et al., 2006; RADOVIC et al., 2008). Sabe-se que alguns cimentos formam uma fraca interação micromecânica e química com o cálcio do dente (BURGESS; GHUMAN;

CAKIR, 2010). Alguns estudos (DE MUNCK et al., 2004; AL-ASSAF et al., 2007) afirmam que a interação entre a superfície dentária e os materiais cimentantes autoadesivos é superficial e irregular, sem desmineralização suficiente da *smear layer* e formação de autêntica camada híbrida, possivelmente sem a formação de *tags* de resina. De Munk et al. (2004) e Hikita et al. (2007), observaram uma íntima adaptação do cimento autoadesivo à dentina através de microscopia eletrônica de varredura, sem evidência de formação da camada híbrida e *tags* resinosos, porém, o mecanismo de união química nessa interface foi defendida. Para Behr et al. (2004), a interface adesiva mostra-se semelhante a alguns cimentos tradicionais como o cimento de silicato ou fosfato de zinco.

A adesão dos cimentos autoadesivos ao esmalte produz menor resistência de união do que os cimentos resinosos convencionais (DE MUNCK et al., 2004; ABO-HAMAR et al., 2005; HIKITA et al., 2007; PIWOWARCZYK et al., 2007; DUARTE JÚNIOR et al., 2008), mas maior do que os cimentos de ionômero de vidro (ABO-HAMAR et al., 2005; LÜTHY; LOEFFEL; HAMMERLE, 2006). Assim, podem ser considerados como alternativa ao cimento ionomérico para cimentação de cerâmicas de alta resistência e restaurações a base de metal, mas não podem ser ideais para cimentação de facetas, inlays e coroas parciais se uma considerável área de esmalte estiver presente (ABO-HAMAR et al., 2005).

O uso do ácido fosfórico para condicionamento do esmalte antes da aplicação do cimento autoadesivo pode resultar em resistência de união comparável aos cimentos resinosos convencionais (DE MUNCK et al., 2004; GORACCI et al., 2006; HIKITA et al., 2007), ou até mesmo superior (DUARTE JÚNIOR et al., 2008). Estes achados podem ser explicados pelas irregularidades microscópicas melhoradas produzidas pelo ácido mais forte (ácido fosfórico 37%) em comparação às produzidas pelo próprio cimento (DE MUNCK et al., 2004), entretanto, o prévio condicionamento pode ser prejudicial para a adesão em dentina (DE MUNCK et al., 2004; HIKITA et al., 2007) em virtude da alta viscosidade desses cimentos, que impede a sua penetração entre a matriz de colágeno e leva à formação de uma fraca união (DE MUNCK et al., 2004).

Embora as interfaces cimentos resinosos convencionais/dentina e autoadesivos/dentina sejam morfologicamente diferentes (DE MUNCK et al., 2004; AL-ASSAF et al., 2007), os cimentos autoadesivos tem mostrado um desempenho

com igual efetividade quando comparados com a maioria dos cimentos resinosos convencionais (ABO-HAMAR et al., 2005; WALTER; MIGUEZ; PEREIRA, 2005; GORACCI et al., 2006; AL-ASSAF et al., 2007; HIKITA et al., 2007; PIWOWARCZYK et al., 2007; HITZ et al., 2012). Porém, os resultados são muito variáveis, mostrando-se, em alguns estudos, superiores (PEUTZFELDT; SAHAFI; FLURY, 2011; TURKMEN et al., 2011) e, em outros, inferiores em relação aos cimentos resinosos convencionais (YANG et al., 2006; VIOTTI et al., 2009; SANDER et al., 2009; FARROKH et al., 2012; HITZ et al., 2012; SANTOS et al., 2012; VAZ et al., 2012). Microscopicamente, observa-se que não ocorre a formação de uma clássica camada híbrida, e sim uma mínima interação com o substrato dentinário (DE MUNCK et al., 2004; YANG et al., 2006; AL-ASSAF et al., 2007; BITTER et al., 2009), da mesma forma que, para o esmalte, os cimentos resinosos autoadesivos podem ser uma alternativa aos cimentos de ionômero de vidro modificados, ou não, por resina (PEUTZFELDT; SAHAFI; FLURY, 2011; SANTOS et al., 2012).

Alguns fatores, como a pressão exercida durante a cimentação, podem interferir na adesão em virtude da alta viscosidade dos cimentos autoadesivos e de avaliações morfológicas que revelaram que, o RelyX Unicem (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) deve ser aplicado usando uma certa pressão para melhorar sua adaptação às paredes da cavidade (DE MUNCK et al., 2004). Goracci et al. (2006) verificaram a influência da pressão de assentamento durante a cimentação, e constataram que esse fator não influenciou na resistência de união ao esmalte mas, contrariamente, influenciou de maneira positiva à dentina. Em relação à morfologia da interface observada por meio da microscopia eletrônica de varredura, a aplicação de pressão durante o assentamento contribuiu para a redução de porosidades e da espessura do cimento RelyX Unicem (3M ESPE, St. Paul, MN, USA), embora não tenha aumentado a penetração do mesmo nos substratos dentários, e não tenha sido detectada formação de camada híbrida. Outro fator que também influencia na adesão, é o tipo de polimerização empregada (MYERS; CAUGHMAN; RUEGGEBERG, 1994). Sabe-se que os cimentos resinosos autoadesivos são de polimerização dual e essa característica é essencial, uma vez que o restrito acesso de intensidade adequada de luz é situação comum na maioria das restaurações indiretas e em cimentação de pinos, impedindo a utilização de cimentos apenas fotossensíveis (MYERS; CAUGHMAN; RUEGGEBERG, 1994); assim, nas áreas

onde a luz não alcança, a reação ocorre pelo processo de polimerização química. Diversos estudos tem indicado que há aumento considerável nos níveis de conversão do metacrilato quando o modo de polimerização dual é comparado com a polimerização química exclusiva (KUMBULOGLU et al., 2004; VROCHARI et al., 2009). Portanto, deve-se preconizar a polimerização por ambas as vias sempre que possível, garantindo melhor adesão, boa integridade marginal e maior resistência ao desgaste (RADOVIC et al., 2008; BURGESS; GHUMAN; CAKIR, 2010; FERRACANE; STANSBURY; BURKE, 2011). Além desses, outro estudo demonstrou melhor adesão quando os cimentos foram polimerizados de forma dual que, possivelmente é explicado devido ao aprimoramento das propriedades do polímero, produzido pelo alto grau de conversão, porém este fato não foi constatado para todos os cimentos (PIWOWARCZYK et al., 2007). A forma de polimerização além de interferir na adesão também pode ter relação com as propriedades mecânicas dos cimentos como microdureza, resistência compressiva e resistência à flexão. Estudo de KUMBULOGLU et al. (2004), mostrou maior eficácia nas propriedades mecânicas quando o cimento resinoso autoadesivo polimerizou-se de forma dual, comparado à polimerização química exclusiva.

Os cimentos resinosos autoadesivos, de forma geral, apresentam satisfatória biocompatibilidade quando comparados aos cimentos que exigem o condicionamento ácido da superfície. Alguns autores especulam que esses cimentos são beneficiados pela adesão química ao dente, baixa solubilidade, mecanismo de autoneutralização durante a reação de polimerização, alta viscosidade, limitada penetração no substrato e ausência da etapa de condicionamento com ácido fosfórico 37%. Essas características correlacionam-se também com a sensibilidade pós-operatória, que é baixa ou ausente nos autoadesivos, contribuindo ainda mais para o aumento da sua popularidade (DE SOUZA COSTA; HEBLING; RANDALL, 2006; DE MENDONÇA et al., 2007; ULKER; SEGUN, 2009). A sensibilidade pós-operatória do dente está associada ao processo de cimentação desde a introdução do cimento de fosfato de zinco, a qual aumentou com o uso dos cimentos resinosos combinados aos sistemas adesivos convencionais (CHRISTENSEN, 2000), porém de acordo com estudos clínicos (TASCHNER et al., 2009; BLATZ et al., 2013) tem-se observando um declínio nos relatos dessa sensibilidade quando são empregados os cimentos autoadesivos para a cimentação de restaurações indiretas. Isto se deve,

provavelmente, aos monômeros ácidos que condicionam a dentina sem desobstruir os túbulos dentinários. Este processo faz com que a *smear layer* seja incorporada na camada híbrida, o que poderia reduzir a sensibilidade térmica pós-operatória. A acidez do cimento, necessária para condicionar o dente, permanece por curto período de tempo e a neutralidade é atingida rapidamente (BURGESS; GHUMAN; CAKIR, 2010).

3 PROPOSIÇÃO

3 PROPOSIÇÃO

Tendo em vista que as diferenças na composição química, teor de componentes inorgânicos, tamanho de partículas, sistema de iniciação e associação ou não com sistemas adesivos dos cimentos resinosos convencionais e autoadesivos podem influenciar na resistência adesiva, tanto da cerâmica quanto do dente, principalmente em dentina, torna-se importante:

1. Avaliar, por meio de ensaio de microtração, a resistência de união de dois sistemas de cimentos resinosos duais, de acordo com os protocolos operacionais requeridos para esses agentes cimentantes, na fixação de restaurações cerâmicas reforçadas por dissilicato de lítio em dentina;
2. Avaliar quantitativamente os tipos de fraturas obtidos para cada grupo experimental;
3. Correlacionar as porcentagens dos tipos de fraturas em cada grupo experimental com os valores obtidos de resistência de união.

Para isto, a seguinte hipótese nula foi testada:

1. Não há diferença nos valores de resistência de união em função do tratamento ao substrato dentário, dentina.
-

4 MATERIAL E MÉTODOS

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATERIAL UTILIZADO

Para a realização deste estudo foram selecionados 30 dentes incisivos bovinos hígidos, os quais foram limpos e ficaram armazenados inicialmente em solução supersaturada de timol a 0,1% a 37°C, trocados semanalmente, para evitar proliferação bacteriana.

Na confecção dos espécimes, além dos dentes bovinos foram utilizados cimento resinoso autoadesivo, RelyXTM U200 (Figura 1); cimento resinoso convencional, RelyXTM ARC (Figura 2); condicionador dental gel, Condac 37 (figura 3); sistema adesivo convencional de 3 passos, Adper ScotchbondTM Multi-Purpose Primer e Adesivo (figura 4); sistema adesivo autocondicionante de 2 passos, Clearfil SETM Bond Primer e Adesivo (Figura 5); condicionador ácido para porcelana, Ácido Gel 10% (figura 6); agente silano, RelyXTM Ceramic Primer (figura 7); lingotes de vidro-cerâmica de dissilicato de lítio, IPS e-max Press LT A3 (figura 8) . As marcas comerciais dos materiais empregados neste estudo e suas características são apresentadas na Tabela 1.

TABELA 1 – Materiais comerciais empregados.

MATERIAL	COMPOSIÇÃO	LOTE	FABRICANTE
RelyX™ U200	<p>Pasta base: pó de vidro tratado com silano, ácido 2-propenóico, 2-metil 1,1'-[1-(hydroxymetil)-1,2-ethanodily] éster, dimetacrilato de trietileno glicol (TEGDMA), sílica tratada com silano, fibra de vidro, persulfato de sódio e per-3,5,5-trimetil-hexanoato t-butila</p> <p>Pasta catalisadora: pó de vidro tratado com silano, dimetacrilato substituto, sílica tratada com silano, p-toluenosulfonato de sódio, 1-benzil-5-fenil-ácido bórico, sais de cálcio, 1,12-dodecano dimetacrilato, hidróxido de cálcio e dióxido de titânio</p>	481248	3M/ESPE, St. Paul, MN, USA
RelyX™ ARC	<p>Pasta A: BisGMA, TEGDMA, zircônia sílica, pigmentos, amina e sistema fotoiniciador</p> <p>Pasta B: BisGMA, TEGDMA, zircônia sílica, peróxido de benzoíla</p>	N330108	3M/ESPE, St. Paul, MN, USA
Condac 37	Ácido fosfórico 37%, espessante, corante e água deionizada	031111	FGM, Joinville, SC, BR
Adper Scotchbond™ Multi-Purpose Primer	2-hidroxietilmetacrilato e ácido polialcenóico	N322814	3M/ESPE, St. Paul, MN, USA
Adper Scotchbond™ Multi-Purpose Adesivo	Bismetacrilato de (1-metiletilideno) bis [4,1-fenilenoxi (2-hidroxi-3,1-propanodilo)] e metacrilato de 2-hidroxietila	N329945	3M/ESPE, St. Paul, MN, USA
Clearfil™ SE Bond Primer	10-MDP toluidina, HEMA, dimetacrilato Hidrofílico, canforoquinona, e água.	01090B	Kuraray, Okayama, Japão
Clearfil™ SE Bond Bond	10-MDP toluidina, Bis-GMA, HEMA, dimetacrilato hidrofóbico, canforoquinona, Sílica coloidal silanizada.	01629A	Kuraray, Okayama, Japão
Ácido Gel 10%	Ácido Fluorídrico 10%, espessante, corante vermelho e água purificada	906412	Maquira, Maringá, PR, BR
RelyX™ Ceramic Primer	Álcool etílico, água e metacrilato de 3-trimetoxissililpropilo	N316733	3M/ESPE, St. Paul, MN, USA
IPS e-max Press LT A3	Lingotes de vidro-cerâmica e dissilicato de lítio para a técnica de prensagem	L28131	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein

Dados de acordo com as informações dos fabricantes

Figura 1 – RelyX U200

Figura 2 – RelyX ARC

Figura 3 – Condicionador dental gel

Figura 4 – Sistema adesivo convencional

Figura 5 – Sistema adesivo autocondicionante

Figura 6 – Condicionador ácido para porcelana

Figura 7 – Agente silano

Figura 8 – Lingotes de vidro-cerâmica e dissilicato de lítio

Na cimentação dos espécimes foi selecionado o aparelho de luz emissora de diodo – LED (Fotopolimerizador BlueStar3, Microdont, São Paulo, SP, Brasil) para a fotoativação. A densidade de potência utilizada para cada técnica de fotoativação foi de 1500 mW/cm², tendo sido conferida antes de cada cimentação por meio de um radiômetro (Ecel, Ribeirão Preto, SP, Brasil).

4.2 MÉTODOS

4.2.1 Delineamento experimental

Este estudo *in vitro* envolveu um fator de variação, o tipo de tratamento do substrato dentinário: sem tratamento prévio da dentina para a cimentação com o cimento RelyXTM U200 e aplicação dos sistemas adesivos convencional de 3 passos e adesivo autocondicionante de 2 passos, previamente à cimentação, para o cimento RelyXTM ARC. A partir da confecção laboratorial dos blocos cerâmicos e, subsequentemente, do tipo de tratamento do substrato dentinário e do emprego dos dois tipos de agentes resinosos de presa dual, para consecução da cimentação, foi avaliada a resistência de união, pelo teste de microtração, totalizando-se 3 grupos experimentais com 10 espécimes em cada. Os grupos foram compostos de acordo com a Tabela 2.

TABELA 2 – Grupos experimentais

GRUPOS	SUBSTRATO	CONDICIONAMENTO ÁCIDO	AGENTE DE UNIÃO	CIMENTO
01	Dentina	_____	_____	RelyX TM U200
02	Dentina	_____	Clearfil TM SE Bond Primer#Adesivo	RelyX TM ARC
03	Dentina	Condicionador dental gel	Scotchbond TM Primer#Adesivo	RelyX TM ARC

4.2.2 Preparo dos dentes

Após a seleção dos trinta dentes bovinos, livres de defeitos e rachaduras, foi realizada a limpeza com curetas periodontais e polimento com escova de Robinson e pasta de pedra-pomes e água (Figura 9). Os dentes ficaram armazenados em solução supersaturada de timol a 0,1% a 37°C, trocada semanalmente, para evitar proliferação bacteriana.

Figura 9 – Polimento

As porções radiculares foram removidas com o auxílio de disco diamantado acoplado em máquina de cortes seriados (Isomet™ 1000 – Buehler, Lake Bluff, IL, EUA). A seguir, a porção coronária foi fixada na base metálica da máquina de corte, com auxílio de godiva em bastão, para remoção longitudinalmente da porção lingual, expondo a câmara pulpar (Figura 10).

Figura 10 – Corte e remoção da raiz, e fixação da coroa para obtenção do segmento vestibular.

As faces vestibulares foram posicionadas em uma politriz metalográfica ER-27000 (ERIOS Equipamentos Técnicos e Científicos Ltda., São Paulo, SP, Brasil), sob refrigeração com água, a uma velocidade de 300 rpm e com peso de 320g para o desgaste do esmalte, até expor dentina. Para tal, foi utilizada lixa de carbeto de silício (Extec Corp, CT, USA) nº 180. Em seguida, foram utilizadas, respectivamente, lixas de granulações 320 e 600, durante 30s em cada, para a planificação da dentina e padronização da camada superficial agregada ou *smear layer* (figura 11).

Figura 11 - Politriz metalográfica planificando a superfície vestibular coroas dentárias

Figura 12 – Área exposta de dentina

A dentina exposta foi concebida para ter uma espessura próxima a 1,5 mm, medida com auxílio de um espessímetro, e área superficial de, no mínimo, 8 mm de largura por 8 mm de comprimento, correspondente à extensão da área de cimentação do elemento cerâmico. (Figura 12).

Em seguida, os dentes foram armazenados em recipientes plásticos, com umidade relativa a 100%, por 24 horas, em estufa, à temperatura de 37°C até a realização dos procedimentos de cimentação.

4.2.3 Confeção dos blocos cerâmicos

Um total de trinta padrões de cera, medindo 8 mm x 8 mm x 2 mm, sendo 2,5 mm de espessura nas bordas, para padronizar a espessura de cimento, foram confeccionados por meio de uma matriz metálica com as mesmas dimensões citadas. Pela técnica da cera perdida foram obtidos os blocos de cerâmica (Figura 13). Os excessos de cerâmica das amostras foram removidos com discos diamantados DhPro®, granulação fina, em baixa rotação. Em seguida, os blocos cerâmicos passaram por processo de tratamento superficial, por meio de jateamento com partículas de óxido de alumínio (50µm).

Figura 13 – Blocos de cerâmica

4.2.4 Procedimentos de cimentação

Tratamento das superfícies cerâmicas

Os blocos cerâmicos, depois de submetidos ao jateamento com óxido de alumínio, foram colocados em aparelho ultrassônico com água destilada, por 5 minutos, para complementação da limpeza. Ao serem secas com jatos de ar, suas superfícies internas foram condicionadas com ácido fluorídrico a 10%, por 20 segundos, e em seguida lavados com jatos de ar-água por 20 segundos e secagem da superfície com jatos de ar. Após o condicionamento, o agente silano foi aplicado e evaporado, por 5 segundos, conforme as recomendações do fabricante e, posteriormente, para os Grupos 2 e 3, foi aplicada, na superfície de cimentação, uma camada do adesivo correspondente para cada grupo: Grupo 2, Clearfil™ SE Bond e, Grupo 3, Adper Scotchbond™ Multi-Purpose. Ao aplicar a camada de adesivo, estes só foram fotoativados após aplicação do cimento resinoso correspondente e assentamento da peça à superfície dentinária.

Tratamento das superfícies dentinárias

Previamente ao tratamento das superfícies dentinárias, foi realizada profilaxia com escova de Robinson e pasta à base de pedra-pomes e água, em todos os grupos experimentais. Para a aplicação do sistema adesivo, foram seguidas as orientações de cada fabricante, conforme descrição na Tabela 3.

TABELA 3 – Técnica de aplicação do sistema adesivo

Sistema Adesivo	Técnica de aplicação
Adper Scotchbond™ Multi-Purpose	<ol style="list-style-type: none"> 1. Condicionar a superfície de dentina durante 15 segundos com ácido fosfórico a 37%; 2. Enxaguar com jato de água abundante por 15 segundos; 3. Secar, levemente, com jato de ar por 5 segundos; 4. Aplicar uma camada do primer; 5. Secar, gentilmente, durante 5 segundos; 6. Aplicar camada do adesivo; 7. Fotoativar por 10 segundos; 8. Proceder com a cimentação
Clearfil™ SE Bond	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aplicar camada de primer sobre a superfície de dentina limpa e seca e aguardar 20 segundos; 2. Secar com leve jato de ar; 3. Aplicar uma camada de adesivo; 4. Aplicar leve jato de ar; 5. Fotoativar por 10 segundos; 6. Proceder com a cimentação

Dados de acordo com as informações dos fabricantes

Cimentação

Os blocos cerâmicos do Grupo 1 foram cimentados com o cimento resinoso autoadesivo RelyX™ U200. Nos Grupos 2 e 3 foram utilizados o cimento resinoso convencional RelyX™ ARC. As instruções para cimentação estão descritas na tabela 4.

TABELA 4 – Instruções de cimentação

RelyX™ U200	RelyX™ ARC
1. Proporções iguais (1:1)	1. Proporções iguais (1:1)
2. Manipular por 20s	2. Manipular por 10s
3. Aplicar cimento no bloco cerâmico	3. Aplicar cimento no bloco cerâmico
4. Assentar na superfície dentinária	4. Assentar na superfície dentinária
5. Remover excessos após 3 min	5. Remover excessos após 2-3 min
6. Fotoativar por 40s	6. Fotoativar por 40s

Dados de acordo com as informações do fabricante

O assentamento dos elementos cerâmicos foi realizado com pressão digital, até que as bordas dos blocos (com espessura de 2,5 mm) entrassem em contato com a superfície de dentina, propiciando a padronização da espessura de cimento, em 0,5 milímetro, haja vista o alívio interno prévio. A fotoativação dos elementos cerâmicos foi realizada por 40s (Tabela 4), conforme indica o fabricante, utilizando aparelho de luz emissora de diodo – LED (Fotopolimerizador BlueStar3, Microdont, São Paulo, SP, Brasil) e densidade de potência de 1500 mW/cm². Antes de cada cimentação, essa densidade foi aferida através de radiômetro (Ecel, Ribeirão Preto, SP, Brasil).

Para permitir a obtenção de vigas com tamanhos padronizados, as câmaras pulpares dos conjuntos dente/cimento/cerâmica (Figura 14) foram preenchidas com resina composta translúcida, para planificar a superfície lingual e garantir a formação dos corpos de prova em tamanhos adequados, facilitando a sua fixação no dispositivo de microtração (Figura 15). O procedimento em questão seguiu o protocolo de restauração com resina composta: condicionamento ácido + sistema adesivo + aplicação da resina composta em incremento de 2 mm, seguida da fotoativação. Para facilitar a identificação visual desse preenchimento foi feita a

pigmentação da superfície externa da resina composta com caneta de tinta permanente, permitindo a diferenciação da interface adesiva relacionada ao conjunto cerâmica/cimento/adensivo/dentina, quando da submissão posterior ao teste de microtração (Figura 15).

Os espécimes ficaram armazenados em recipientes plásticos, devidamente identificados com os grupos experimentais, tendo sido mantidos em estufa à 37°C e umidade relativa de 100%, por 24 horas.

Figura 14 – Conjunto dente/cimento/cerâmica

Figura 15 – **A**; preenchimento da câmara pulpar com resina composta e **B**; pigmentação da superfície externa.

4.2.5 Preparo dos espécimes para o teste de microtração

Para o teste de microtração os espécimes foram removidos da estufa e secos com jatos de ar para, em seguida, serem fixados individualmente com cera pegajosa

em bastão (Asfer, São Caetano do Sul, SP, BR), em um dispositivo metálico de base plana, adaptável à máquina de cortes seriados (Isomet™ 1000 – Buehler, Lake Bluff, IL, EUA). Para estabilização e diminuição de possíveis tensões, durante o procedimento de corte, os blocos de cerâmica cimentados foram envolvidos com godiva em bastão de baixa fusão e, posteriormente, seccionados com disco diamantado (Extec Dia. Wafer Blade 4"x.012x1/2, cód 12235 Extec Corp – Einfeld, CT, EUA) em baixa velocidade e sob refrigeração com água. O primeiro seccionamento por desgaste ocorreu no sentido mésio-distal com distância de 1,3 mm, totalizando 6 cortes. Em seguida, a base metálica foi posicionada em 90°, em relação ao primeiro seccionamento, e 6 novos cortes foram realizados no sentido cérvico-incisal, obtendo-se espécimes em forma de vigas ou “palitos” com espessura de aproximadamente 1 mm². Os espécimes obtidos da porção periférica de cada bloco cerâmico foram descartados, tendo em vista que não apresentavam a espessura interna padronizada do agente cimentante (0,5 mm), totalizando, para cada dente, 16 corpos-de-prova válidos (Figura 16).

Os corpos de prova selecionados ficaram armazenados em estufa à 37 °C, com umidade relativa de 100%, por 24 horas.

Figura 16 – **A**, Cortes das vigas; **B**, vigas obtidas após o corte.

4.3 TESTE DE RESISTÊNCIA À MICROTRAÇÃO

Para o teste de resistência à microtração, primeiramente a área de cada viga foi medida com auxílio de paquímetro digital (Digmatic Caliper, Mitutoyo Sul Americana, Rio de Janeiro, Brasil), cujos valores foram inseridos no software BlueHill Lite (BlueHill® Materials Testing Software, Norwood, EUA). Cada viga foi fixada, individualmente, o mais paralelo possível do longo eixo do dispositivo de microtração adaptado à máquina de ensaios universal INSTRON (Modelo 3342, Instron Corp., Canton, MA), com célula de carga de 500N. Para tal, utilizou-se um adesivo à base de cianocrilato (Loctite Super Bonder Gel Control, Henkel Ltda, São Paulo-Brasil), em ambas as extremidades de cada corpo de prova, de modo que a interface adesiva ficasse posicionada perpendicularmente ao eixo longitudinal do dispositivo de microtração, sendo os ensaios realizados com padronização da velocidade de movimento em 0,5mm/minuto, ISO TR 11405 (Figura 17). Após o acionamento da máquina e até o momento de ruptura da união, os valores referentes à resistência de ruptura de cada viga foram calculados automaticamente pelo software da máquina a partir da razão entre força máxima (Kgf) e área transversal da interface adesiva (cm²) previamente fornecida, obtendo-se valores em megapascal (MPa).

Figura 17 – Corpo de prova fixado

4.4 ANÁLISE DA FRATURA

Após o ensaio mecânico de microtração foi feita a análise do padrão das fraturas, em todos os espécimes, com auxílio de um microscópio digital portátil Dino-Lite Plus AM-313T, ANMO, Taiwan (Figura 18), em conjunto com o software correspondente (DinoCapture 2.0 versão 1.3.9), possibilitando a visualização detalhada das regiões da ruptura. Para essa análise os espécimes foram posicionados, individualmente, sobre um fundo de EVA (cor preta) e as configurações das diferentes intensidades de luz do aparelho foram ajustadas, selecionando a opção “pouca luz”, diminuindo o “brilho” para 45 e a “exposição” para 11, garantindo boa visualização.

Desse modo, as fraturas foram classificadas em: adesiva em dentina (AD), adesiva em cerâmica (ACe), coesiva em dentina (CD), coesiva em cerâmica (CCe), coesiva em cimento (CCi), mista em cimento/dentina (MCD) ou mista em

cimento/cerâmica (MCC), estabelecendo-se para cada grupo experimental a quantificação porcentual, em função do tipo de ocorrência observada.

Figura 18 – Microscópio digital portátil Dino-Lite Plus AM-313T, ANMO, Taiwan

4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados obtidos a partir do teste de resistência de união foram submetidos à análise estatística, empregando-se o teste paramétrico ANOVA a um critério de classificação, no sentido de identificar ou não probabilidades de igualdades ou diferenças entre as condições experimentais. Para comparações individuais entre os diferentes grupos de estudo, os dados foram submetidos ao teste complementar de Tukey, com nível de significância de 5%.

Para a avaliação da localização da ruptura nos corpos de prova, considerando os diferentes substratos e interfaces adesivas, foi estabelecida a quantificação porcentual do tipo de ocorrências observadas, ou seja, adesiva, coesiva e mista.

5 RESULTADOS

5 RESULTADOS

Foi verificado que houve diferença entre os fatores (substrato e tratamento) envolvidos neste estudo. Na Tabela 5 podem ser observados os dados referentes a cada grupo experimental.

TABELA 5 – Valores médios e desvios-padrão da resistência de união (MPa) sob microtração dos grupos testados.

Grupos	Resistência de união
1 (RelyX™ U200)	16,16 (7,16) ^a
2 (Clearfil™ SE Bond/RelyX™ ARC)	27,92 (6,17) ^b
3 (Scotchbond™/RelyX ARC)	25,06 (6,09) ^b

Letras diferentes indicam diferença estatística significativa ($p < 0,05$)

Letras iguais indicam semelhança estatística

De acordo com esses dados, verificou-se que, quando utilizado cimento resinoso convencional (RelyX™ ARC), independente do sistema adesivo, não houve diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) entre eles, não obstante o Grupo 2 ter apresentado valor numérico ligeiramente superior de resistência de união. Quando o cimento resinoso autoadesivo RelyX™ U200 (Grupo 1) foi utilizado, foram observados os menores valores de resistência de união, apresentando diferenças estatisticamente significantes quando comparados aos Grupos 2 e 3.

Durante a confecção dos corpos-de-prova, houve grande quantidade de falhas pré-teste, especialmente para o Grupo 1, onde apenas 42 vigas foram utilizadas, seguido do Grupo 2 (74) e Grupo 3 (125), tendo em vista que cada grupo deveria totalizar 160 corpos-de-prova (Tabela 6).

A Tabela 6 e Figuras 19-21 mostram os tipos e quantidades de fraturas obtidos no teste de microtração. Ao se verificar maior proporção de fraturas dos tipos adesiva em dentina (AD), adesiva em cerâmica (ACe) e mista entre cimento/cerâmica (MCC) e, observando grande discrepância entre a quantidade de corpos de prova válidos para cada grupo, foi realizado teste Qui-Quadrado para verificar se há associação entre as variáveis qualitativas nominais avaliadas (Grupo

e Tipo de Fratura), evidenciando que houve associação entre essas variáveis ($p<0,001$).

A Tabela 7 mostra o resultado do teste Qui-Quadrado, associando os tipos de fraturas mais frequentes, com maior porcentagem em dentina (AD) para os Grupos 1 e 2, enquanto para o Grupo 3 foi observada uma maior proporção de fraturas junto ao substrato cerâmico (ACe).

TABELA 6 – Quantidade dos tipos de fraturas.

Fraturas Grupos	AD	ACe	CD	CCi	CCe	MCC	MDC	Total
1	41	0	0	0	1	0	0	42
2	27	19	0	6	7	12	3	74
3	17	58	10	5	3	32	0	125

TABELA 7 – Teste de associação Qui-Quadrado para fraturas mais frequentes ($P<0,001$).

Fraturas Grupos	AD	ACe	MCC
1	100%	0	0
2	46.55%	32.75%	20.69%
3	15.88%	54.20%	29.90%

Figura 19– **A**, fratura tipo adesiva em dentina (AD) e **B**, fratura adesiva cerâmica (ACe)

Figura 20 – **A**, fratura tipo coesiva em dentina (CD); **B**, fratura coesiva em cerâmica (CCe) e **C**, fratura coesiva em cimento (CCi)

Figura 21 – **A**, fratura tipo mista dentina/cimento (MDC) e **B**, fratura tipo mista cerâmica/cimento (MCC)

6 DISCUSSÃO

6 DISCUSSÃO

O desempenho clínico de restaurações indiretas guarda íntima relação com as diferentes etapas operacionais, clínicas e laboratoriais, mas depende em grande parte da técnica de cimentação utilizada para estabelecer uma efetiva união entre a restauração e o dente (RADOVIC et al., 2008), uma vez que os cimentos odontológicos constituem agentes de interação entre a superfície interna das restaurações indiretas e as paredes do preparo concebido às custas do substrato dentário. (BURKE, 2005). O mecanismo básico da interação dos cimentos resinosos convencionais envolve o uso de sistemas adesivos prévios para promover a união micromecânica, por meio da formação da camada híbrida e, com isso, aumentar a resistência de união com a estrutura dentária. No entanto, falhas na formação da camada híbrida são passíveis de ocorrer devido à complexidade da técnica: infiltração incompleta do adesivo na dentina desmineralizada, degradação do colágeno exposto, polimerização inadequada do adesivo (BARCELLOS et al., 2011).

Tendo em vista esses aspectos, fabricantes têm apresentado novos sistemas adesivos na tentativa de superação das intercorrências observadas com os sistemas convencionais, assim como de promover a simplificação dos passos clínicos e diminuir os efeitos adversos relacionados ao material e ao operador. Desse modo, foram lançados no mercado odontológico os cimentos resinosos autoadesivos, que combinam o uso do adesivo e cimento em apenas um único produto, eliminando a necessidade do pré-tratamento da superfície do preparo para efetivar o processo de união ao substrato dentário. (BARCELLOS et al., 2011). Do ponto de vista clínico, tem-se destacado, como maior vantagem desse tipo de cimento, a aplicação fácil e rápida, haja vista a eliminação de etapas prévias comumente empregadas com os cimentos resinosos convencionais, fato que o distingue como um dos materiais mais desejáveis na prática odontológica (VIOTTI et al., 2009).

A Tabela 5 apresenta os resultados dos ensaios de resistência de união, por meio do teste de microtração, tendo por fatores de variação dois tipos de cimentos resinosos, convencional e autoadesivo, incorporando protocolos alternativos de tratamento prévio do substrato dentinário com dois diferentes sistemas adesivos (convencional de três passos e autocondicionante de dois passos). Podem ser

observas diferenças numéricas e de significância estatística entre os grupos, tendo o Grupo 1 – cimento resinoso autoadesivo RelyX™ U200 – valores de resistência de união (16,16 MPa) significativamente mais baixos, quando comparados ao Grupo 2 (27,92 MPa) – sistema adesivo autocondicionante Clearfil™ SE Bond + cimento resinoso convencional RelyX™ ARC, assim como em relação ao Grupo 3 (25,06 MPa) – sistema adesivo convencional Adper Scotchbond™ Multi-Purpose + cimento resinoso convencional RelyX™ ARC. O Grupo 2, sistema adesivo autocondicionante de dois passos, apresentou os maiores valores numéricos de resistência de união, entretanto, não houve diferença estatisticamente significativa quando comparado ao Grupo 3, sistema adesivo convencional de três passos.

A observância de menor média de resistência de união para o Grupo 1 (16,16 MPa) está correlacionada à capacidade limitada do RelyX™ U200 em desmineralizar e se infiltrar no substrato dentinário. A observação do menor potencial de união do cimento autoadesivo encontra respaldo na literatura científica, tendo Burgess, Ghuman e Cakir (2010) destacado que alguns cimentos formam uma fraca interação micromecânica e química com o cálcio do dente. Outros estudos (DE MUNCK et al., 2004; AL-ASSAF et al., 2007) afirmam, igualmente, que a interação entre a superfície dentária e os materiais cimentantes autoadesivos é superficial e muito irregular, sem desmineralização suficiente da *smear layer*, não havendo a formação de uma camada híbrida real, possivelmente sem a formação de *tags* de resina, sendo que microscopicamente há observações de que não ocorre a formação de uma clássica camada híbrida e sim uma mínima interação com o substrato dentinário (DE MUNCK et al., 2004; YANG et al., 2006; AL-ASSAF et al., 2007; BITTER et al., 2009). Para Vaz et al. (2012), os monômeros ácidos incorporados ao cimento autoadesivo não são fortes o suficiente para condicionar a dentina subjacente à *smear layer* e formar uma efetiva camada híbrida ao longo da interface dentina/cimento. De forma correspondente, Pezzini (2010), observou que, independentemente do substrato, o cimento resinoso convencional demonstrou, significativamente, a mais alta resistência de união quando comparado ao cimento resinoso autoadesivo, destacando que os menores valores de união em dentina devem ser atribuídos à infiltração inadequada do cimento nesse substrato. Pela análise da Tabela 6, pode-se observar que, fundamentalmente, a fratura foi do tipo adesiva em dentina (AD) para o Grupo 1, indicando a limitada capacidade do

RelyX™ U200 de se unir química e micromecanicamente à dentina, fato menos evidente para os Grupos 2 e 3.

Não obstante as evidências de que a interface entre os cimentos resinosos, convencionais e autoadesivos, junto à dentina sejam morfologicamente diferentes (DE MUNCK et al., 2004; AL-ASSAF et al., 2007), alguns autores indicam que os cimentos autoadesivos tem mostrado um desempenho com igual efetividade quando comparado com a maioria dos cimentos resinosos convencionais (ABO-HAMAR et al., 2005; WALTER; MIGUEZ; PEREIRA, 2005; GORACCI et al., 2006; AL-ASSAF et al., 2007; HIKITA et al., 2007; PIWOWARCZYK et al., 2007; HITZ et al., 2012), fato não corroborado pelo presente estudo. Porém, os resultados são muito variáveis, mostrando-se em alguns estudos superiores (PEUTZFELDT; SAHAFI; FLURY, 2011; TURKMEN et al., 2011) e, em outros, inferiores em relação aos cimentos resinosos convencionais (YANG et al., 2006; VIOTTI et al., 2009; SANDER et al., 2009; FARROKH et al., 2012; HITZ et al., 2012; SANTOS et al., 2012; VAZ et al., 2012), provavelmente pela diferença na composição dos agentes cimentantes e pela metodologia empregada. Embora alguns estudos tenham demonstrado que o condicionamento do esmalte, com ácido fosfórico, antes da aplicação do cimento autoadesivo, possibilita que o mesmo atinja ou supere a resistência de união dos cimentos resinosos convencionais (DE MUNCK et al., 2004; GORACCI et al., 2006; HIKITA et al., 2007; DUARTE JÚNIOR et al., 2008), tendo em vista o aumento proporcional de microporosidades, pela utilização de um ácido mais forte (ácido fosfórico 37%) quando em comparação com as produzidas, isoladamente, pelo cimento autoadesivo (DE MUNCK et al., 2004), tal concepção mostra-se desfavorável para a adesão em dentina (DE MUNCK et al., 2004; HIKITA et al., 2007), uma vez que a maior viscosidade dos cimentos autoadesivos dificulta a difusão ou penetração do componente monomérico entre as fibrilas de colágeno expostas, condicionando uma menor resistência de união (DE MUNCK et al., 2004).

Deve-se considerar que outros fatores podem interferir no processo de adesão dos cimentos resinosos autoadesivos, como a pressão exercida durante a cimentação, em virtude da alta viscosidade desses cimentos. Avaliações morfológicas revelaram que o RelyX™ Unicem (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) deveria ser aplicado com alguma pressão para melhorar a adaptação às paredes da cavidade (DE MUNCK et al., 2004). Por outro lado, Goracci et al. (2006) verificaram

a influência da pressão de assentamento durante a cimentação e constataram que esse fator não implicou decisivamente na resistência de união ao esmalte mas, em dentina, teve efeito positivo ou benéfico. Em relação à morfologia da interface observada, por meio da microscopia eletrônica de varredura, os referidos autores observaram que a aplicação de pressão durante o assentamento pode contribuir para a redução de porosidades e da espessura do cimento RelyX™ Unicem (3M ESPE, St. Paul, MN, USA), embora não tenha aumentado a penetração do mesmo nos substratos dentários, nem a formação de camada híbrida. Considerando o tipo de preparo estabelecido no presente experimento, onde os agentes cimentantes interagem com uma superfície dentinária plana, diferentemente dos preparos convencionais para restaurações indiretas, a cimentação dos blocos cerâmicos foi padronizada com indução da pressão digital, até que as bordas desses blocos (com espessura de 2,5 mm) entrassem em contato com a superfície de dentina, propiciando o escoamento e a padronização da espessura interna do cimento em 0,5 milímetro, tendo em vista a definição da configuração interna estabelecida previamente à cimentação.

Hikita et al. (2007) salientaram que, não obstante a diversidade de estudos e resultados, quanto à baixa resistência de união dos cimentos autoadesivos, devem ser considerados adicionalmente os aspectos operacionais que possam justificar sua utilização clínica, tais como a menor possibilidade de ser influenciado pelas diferentes etapas de tratamento prévio com os sistemas resinosos convencionais e da variabilidade do domínio técnico pelo operador, que podem comprometer longitudinalmente a estabilidade de união entre agente cimentante e substrato dentário. Portanto, o simples fato do cimento resinoso autoadesivo RelyX™ U200 ter apresentado resistência de união mais baixa, com relação aos demais grupos, não pode ser condição excludente para sua utilização clínica. As características intrínsecas do preparo cavitário devem ser também consideradas, especialmente quanto ao grau de expulsividade, altura e área de extensão, pois, em preparos com definição de paredes internas, a adesão inerente do cimento resinoso autoadesivo seria incrementada pela retenção friccional estabelecida entre as paredes do preparo, agente cimentante e restauração cerâmica indireta. De acordo com Abo-Hamar et al. (2005) o cimento autoadesivo pode ser considerado como uma alternativa ao cimento ionomérico para cimentação de cerâmicas de alta resistência

e restaurações à base de metal, mas pode não ser ideal para cimentação de facetas, inlays e coroas parciais se uma considerável área de esmalte estiver presente.

Em relação aos Grupos 2 e 3, nota-se que os resultados de resistência de união demonstraram similaridade estatística, quanto aos valores obtidos, fato que poderia denotar que ambos teriam comportamento clínico semelhante. Independente do maior valor numérico de adesão, a pequena diferença observada para o Grupo 2 – ClearfilSEbond/ARC (27,92 MPa) com o Grupo 3 Scotchbond/ARC (25,06 MPa) deve ser correlacionada com os dados constantes das Tabelas 6 e 7, tendo em vista a quantidade de fraturas e os tipos de fraturas mais frequentes. Pelo exposto, pode-se notar que o Grupo 3 apresentou menor ocorrência de fratura adesiva em dentina, quando comparado ao Grupo 2. Esse aspecto de maior interatividade dos sistemas adesivos convencionais de três passos, em dentina, pode ser relacionado ao mecanismo de adesão inerente, envolvendo inicialmente condicionamento com ácido fosfórico para remover a *smear layer* e promover a desmineralização da dentina inter e peritubular, com a consequente exposição das fibrilas de colágeno e desobstrução parcial dos túbulos dentinários. O passo seguinte envolve a aplicação do primer (monômeros resinosos diluídos em solventes) cuja característica hidrofílica possibilita a difusão do componente monomérico pela área desmineralizada, preenchendo os espaços interfibrilares e revestindo essas fibrilas para subsequente interação com os componentes resinosos do adesivo. O terceiro passo consiste da aplicação do adesivo, porção mais hidrofóbica, composto por monômeros mais viscosos, porém, fluidos o suficiente para que haja a penetração pelo primer. O resultado é uma retenção micromecânica causada pela difusão e polimerização *in situ* dos monômeros resinosos do primer e adesivo junto às fibrilas expostas (CARVALHO et al., 2004a). Desse modo, a maior interatividade dentinária do sistema adesivo convencional de 3 passos (Adper Scotchbond™ Multi-Purpose - 3M/ESPE, St. Paul, MN, USA) pode justificar a menor ocorrência de falhas adesivas em dentina, quando em comparação ao Grupo 2, onde foi utilizado o adesivo autocondicionante. Deve-se conceber que, para os sistemas adesivos autocondicionantes de dois passos, a capacidade acídica do primer autocondicionante para interagir com a dentina subjacente ocorre de forma distinta dos adesivos convencionais de três passos, uma vez que o mecanismo de união

desse sistema promove a modificação da *smear layer*, sem a remoção subsequente dos fosfatos de cálcio dissolvidos, pois não há fase de lavagem. Assim, a infiltração dos monômeros resinosos ocorre simultaneamente com o processo de condicionamento, portanto a possibilidade de discrepâncias, passíveis de ocorrer nos adesivos de três passos, entre as etapas de condicionamento ácido e infiltração do primer, e consequente presença de áreas de fibrilas de colágeno desprotegidas são reduzidas (SILVA E SOUZA JUNIOR et al., 2010). Entretanto, a qualidade da interface dentina/adesivo/cimento está diretamente relacionada com a extensão da infiltração dos monômeros resinosos à rede de colágeno da dentina desmineralizada (VIOTTI et al., 2009). Estudos laboratoriais têm demonstrado superioridade, em termos de resistência de união, dos sistemas adesivos convencionais em comparação aos sistemas autocondicionantes, quando aplicados em dentina sadia e com profundidades superficial e média (CARVALHO et al., 2004a), não obstante alguns pesquisadores salientarem que alguns monômeros funcionais, como o 10-MDP, presentes em adesivos autocondicionantes de dois passos, Clearfil™ SE Bond (Kuraray, Okayama, Japão) utilizado no Grupo 2, possam interagir com a hidroxiapatita residual por meio de ligação iônica básica, potencializando a resistência de união à dentina e prevenindo a degradação pela microinfiltração (VAN MEERBEEK et al., 2003; YOSHIDA et al., 2004). Entretanto, quando se observam os dados constantes nas Tabelas 6 e 7, verifica-se, em termos de quantidade e porcentagem de fraturas mais frequentes em dentina, que o Grupo 2 apresentou, respectivamente, 27 e 46,5%, quando em comparação ao Grupo 3, que mostrou menor quantidade (17) e porcentagem (15,8%), embora tenha evidenciado significativa quantidade de falhas adesivas em cerâmica (ACe) e mista cerâmica/cimento (MCC).

Com relação à maior interatividade do Grupo 2 com o bloco cerâmico, devem ser salientadas as diferenças quanto à natureza e composição intrínseca dos agentes adesivos, sendo que fatores relacionados à presença de partículas inorgânicas, viscosidade e presença de monômeros funcionais à base de 10-MDP, no adesivo Clearfil™ SE Bond, podem ter contribuído para uma maior ligação mecânico-química com o bloco cerâmico pré-condicionado e silanizado, uma vez, que quando se observa a quantidade de fraturas adesivas junto à cerâmica e o valor médio de resistência de união, evidencia-se que o Grupo 2, Clearfil™ SE

Bond/RelyX ARC, demonstrou menor quantidade de fraturas adesiva em cerâmica (19) e fraturas mista cerâmica/cimento (12), em relação ao Grupo 3, Scotchbond/RelyXTM ARC, que apresentou maior quantidade de fraturas adesivas em cerâmica (58), assim como fraturas mista cerâmica/cimento (32), inferindo-se que as falhas de união do Grupo 3 decorreram, substancialmente, em função da menor interação adesiva com o elemento cerâmico, provavelmente pelo adesivo utilizado no Grupo 3 não apresentar partículas inorgânicas, menor viscosidade e monômeros funcionais como o 10-MDP. Corroborando essa possível premissa, Gomes et al., (2013) observaram que cerâmicas à base de zircônia mostraram valores de resistência de união à microtração mais elevados quando tratadas com primer/silano e agente cimentante à base de monômero funcional 10-MDP, promovendo a formação de ligações cruzadas do referido monômero com óxidos presentes na superfície cerâmica.

Em face das controvérsias relacionadas ao tema, Carvalho et al. (2004a) destacam que, embora haja uma tendência dos fabricantes em produzirem e estimularem a utilização clínica de sistemas adesivos simplificados, pelas vantagens inerentes, a literatura específica contempla substancialmente evidências científicas baseadas em pesquisas laboratoriais e clínicas, indicando que os sistemas adesivos convencionais de três passos apresentam comportamento mais favorável e com maior credibilidade, com o passar dos anos.

Portanto, considerando que o adequado comportamento clínico de uma restauração cerâmica apresenta estreita relação com a técnica de cimentação, é essencial que os aspectos inerentes à composição e mecanismo de adesão dos agentes cimentantes resinosos, assim como dos procedimentos técnico-operacionais, sejam criteriosamente observados pelo profissional para obtenção de resultados previsíveis e reproduzíveis, especialmente quanto à estabilidade retentiva das restaurações cerâmicas indiretas. Nesse sentido, a introdução de novos agentes resinosos deve conceber modificações para suprimir as limitações inerentes dos sistemas já existentes e favorecer as características manipulativas e de praticidade na rotina clínica de cimentação. Visto que laboratorialmente os diferentes protocolos de cimentação com cimentos resinosos, autoadesivo e convencional associado aos adesivos dentinários, demonstram comportamentos distintos, tornam-se fundamentais estudos clínicos, contemplando diferentes configurações de preparos

e a real influência da simplificação dos sistemas adesivos e agentes cimentantes resinosos no desempenho longitudinal de restaurações cerâmicas indiretas.

7 CONCLUSÕES

7 CONCLUSÕES

Tendo em vista a metodologia estabelecida, os materiais testados e os resultados obtidos neste estudo, pôde-se concluir que:

1. O cimento resinoso autoadesivo RelyX™ U200 apresentou menor potencial de resistência de união após a cimentação de blocos cerâmicos em substrato dentinário, com diferença estatística significativa, quando comparado ao cimento resinoso convencional RelyX™ ARC e tratamento prévio com os adesivos convencional de três passos (Adper™ Scotchbond™ Multi-Purpose) e autocondicionante de dois passos (Clearfil™ SE Bond), rejeitando-se a hipótese de nulidade entre os diferentes grupos;
 2. Os protocolos de cimentação com utilização do agente resinoso convencional, associados aos sistemas adesivos, convencional de três passos e autocondicionante de dois passos, demonstraram similaridade em função dos valores médios de resistência de união aos substratos dentinário e cerâmico;
 3. Dentre os tipos de fraturas, após o teste de microtração, evidenciou-se maior ocorrência de rupturas adesivas em dentina (AD) e em cerâmica (ACe), sendo que o cimento autoadesivo apresentou, essencialmente, falhas adesivas em dentina. A associação do sistema adesivo convencional de três passos com o cimento resinoso convencional evidenciou menor potencial de rompimento na interface dentinária, mas maior junto ao substrato cerâmico, quando em comparação à associação do sistema adesivo autocondicionante de dois passos com o cimento resinoso convencional.
-

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

Abo-Hamar SE, Hiller KA, Jung H, Federlin M, Friedl KH, Schmalz G. Bond strength of a new universal self-adhesive resin luting cement to dentin and enamel. *Clin Oral Investig*. 2005;9(3):161-7.

Aguiar TR, Francescantonio MDI, Ambrosano GMB, Gianini M. Effect of curing mode on bond strength of self-adhesive resin luting cements to dentin. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2010;93(1):122-7.

Al-Assaf K, Chakmakchi M, Palaghias G, Karanika-Kouma A, Eliades G. Interfacial characteristics of adhesive luting resins and composites with dentine. *Dent Mater*. 2007;23(7):829-39.

Anchieta RB, Rocha EP, Almeida EOD, Junior ACF, Martini AP. Bonding all-ceramic restorations with two resins cement techniques: a clinical report of three-year follow-up. *Eur J Dent*. 2011;5:478-485.

Anusavice KJ. Phillips, materiais dentários. 11 ed. Rio de Janeiro, Brasil: Elsevier; 2005.

Barcellos DC; Batista GR; Silva MA; Rangel PM; Torres CR; Fava M. Evaluation of bond strength of self-adhesive cements to dentin with or without application of adhesive systems. *J Adhes Dent*. 2011;13:261-265.

Behr M, Rosentritt M, Mangelkramer M, Handel G.. The influence of different cements on the fracture resistance and marginal adaption of all-ceramic and fiber-reinforced crowns. *Int J Prosthodont*. 2003;16:538-542.

Behr M, Rosentritt M, Regnet T, Lang R, Handel G. Marginal adaptation in dentin of a self-adhesive universal resin cement compared with well-tried systems. *Dent Mater*. 2004;20(2):191-7.

Bernardo RT, Obici AC, Sinhoreti MAC. Effect of chemical or dual cure on Knoop microhardness in the resin cements. *Ciênc Odontol Bras*. 2008;11:80-85.

Bitter K, Paris S, Pfuertner C, Neumann K, Kielbassa AM. Morphological and bond strength evaluation of different resin cements to root dentin. *Eur J Oral Sci*. 2009;117(3):326-33.

Blatz MB, Mante FK, Saleh N, Atlas AM, Mannan S, Ozer F. Postoperative tooth sensitivity with a new self-adhesive resin cement-a randomized clinical trial. *Clin Oral Investig*. 2013;17(3):793-8.

Bowen RL. Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. *J Am Dent Assoc*. 1963;66:57-64.

Brum R, Mazur R, Almeida J, Borges G, Caldas D. The influence of surface standardization of lithium disilicate glass ceramic on bond strength to a dual resin cement. *Oper Dent*. 2011;36(5):478-85.

Bueno ALN, Arrais CA, Jorge AC, Reis AF, Amaral CM. Light-activation through indirect ceramic restorations: does the overexposure compensate for the attenuation in light intensity during resin cement polymerization. *J Appl Oral Sci*. 2011;19(1):22-7.

Burgess JO, Ghuman T, Cakir D. Self-adhesive resin cements. *J Esthet Restor Dent*. 2010;22(6):412-9.

Burke FJ. Trends in indirect dentistry: 3. Luting materials. *Dent Update*. 2005;32(5):251-4, 257-8, 260.

Carvalho RM, Carrilho MR de O, Pereira LCG, Garcia FCP, Marquesini Junior L, Silva SM de Ae, et al. Sistemas adesivos: fundamentos para a compreensão de sua aplicação e desempenho em clínica. *Biodonto*. 2004;2(1):18,20.a

Carvalho RM, Pegoraro TA, Tay FR, Pegoraro LF, Silva NR, Pashley DH. Adhesive permeability affects coupling of resin cements that utilise self-etching primers to dentine. *J Dent*. 2004;32(1):55-65.b

Caughman WF, Chan DC, Rueggeberg FA. Curing potential of dual polymerizable resin cements in simulated clinical situations. *J Prosthet Dent*. 2001;85(5):479-84.

Cheong C, King NM, Pashley DH, Ferrari M, Toledano M, Tay FR. Incompatibility of self-etch adhesives with chemical/dual-cured composites: two-step vs one-step systems. *Oper Dent*. 2003;28(6):747-55.

Christensen GJ. Resin cements and postoperative sensitivity. *J Am Dent Assoc*. 2000;131(8):1197-9.

Christensen GJ. The rise of resin for cementing restorations. *J Am Dent Assoc.* 1993;124(10):104-5.

Cury AH, Goracci C, de Lima Navarro MF, Carvalho RM, Sadek FT, Tay FR, et al. Effect of hygroscopic expansion on the push-out resistance of glass ionomer-based cements used for the luting of glass fiber posts. *J Endod.* 2006;32(6):537-40.

De Angelis F, Minnoni A, Vitalone LM, Carluccio F, Vadini M, Paolantonio M, et al. Bond strength evaluation of three self-adhesive luting systems used for cementing composite and porcelain. *Oper Dent.* 2011;36(6):626-34.

De Mendonca AA, Souza PP, Hebling J, Costa CA. Cytotoxic effects of hard-setting cements applied on the odontoblast cell line MDPC-23. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007;104(4):102-8.

De Munck J, Vargas M, Van Landuyt K, Hikita K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Bonding of an auto-adhesive luting material to enamel and dentin. *Dent Mater.* 2004;20(10):963-71.

De Souza Costa CA, Hebling J, Randall RC. Human pulp response to resin cements used to bond inlay restorations. *Dent Mater.* 2006;22(10):954-62.

Duarte S Jr., Botta AC, Meire M, Sadan A. Microtensile bond strengths and scanning electron microscopic evaluation of self-adhesive and self-etch resin cements to intact and etched enamel. *J Prosthet Dent.* 2008;100(3):203-10.

Duke ES. New technology directions in resin cements. *Compend Contin Educ Dent.* 2003;24(8):606-8,10.

Fabianelli A, Goracci C, Bertelli E, Davidson CL, Ferrari M. A clinical trial of Empress II porcelain inlays luted to vital teeth with a dual-curing adhesive system and a self-curing resin cement. *J Adhes Dent.* 2006;8(6):427-31.

Farrokh A, Mohsen M, Soheil S, Nazanin B. Shear bond strength of three self-adhesive resin cements to dentin. *Indian J Dent Res.* 2012;23(2):221-5.

Ferracane JL, Stansbury JW, Burke FJ. Self-adhesive resin cements - chemistry, properties and clinical considerations. *J Oral Rehabil.* 2011;38(4):295-314.

Garcia EJ, Reis A, Arana-Correa BE, Sepúlveda-Navarro WF, Higashi C, Gomes JC, et al. Reducing the incompatibility between two-step adhesives and resin composite luting cements. *J Adhes Dent.* 2010;12(5):373-9.

Gerth HU, Dammaschke T, Zuchner H, Schafer E. Chemical analysis and bonding reaction of RelyX Unicem and Bifix composites – a comparative study. *Dent Mater.* 2006;22(10):934-41.

Gomes AL, Castillo-Oyagüe R, Lynch CD, Montero J, Albaladejo A. Influence of sandblasting granulometry and resin cement composition on microtensile bond strength to zirconia ceramic for dental prosthetic frameworks. *J Dent.* 2013;41(1):31-41.

Good ML, Mitchell CA, Pintado MR, Douglas WH. Quantification of all-ceramic crown margin surface profile from try-in to 1-week post-cementation. *J Dent.* 2009;37:65-75.

Goracci C, Cury AH, Cantoro A, Papacchini F, Tay FR, Ferrari M. Microtensile bond strength and interfacial properties of self-etching and self-adhesive resin cements used to lute composite onlays under different seating forces. *J Adhes Dent.* 2006;8(5):327-35.

Goracci C, Fabianelli A, Sadek FT, Papacchini F, Tay FR, Ferrari M. The contribution of friction to the dislocation resistance of bonded fiber posts. *J Endod.* 2005;31(8):608-12.

Haddad MF, Rocha EP, Assunção WG. Cementation of prosthetic restorations: from conventional cementation to dental bonding concept. *J Craniofac Surg.* 2011;22:952-8.

Hikita K, Van Meerbeek B, De Munck J, Ikeda T, Van Landuyt K, Maida T, et al. Bonding effectiveness of adhesive luting agents to enamel and dentin. *Dent Mater.* 2007;23(1):71-80.

Hitz T, Stawarczyk B, Fischer J, Hammerle CH, Sailer I. Are self-adhesive resin cements a valid alternative to conventional resin cements? A laboratory study of the long-term bond strength. *Dent Mater.* 2012;28(11):1183-90.

Inoue S, Koshiro K, Yoshida Y, De Munck J, Nagakane K, Suzuki K, et al. Hydrolytic stability of self-etch adhesives bonded to dentin. *J Dent Res*. 2005;84(12):1160-4.

King NM, Tay FR, Pashley DH, Hashimoto M, Ito S, Brackett WW, et al. Conversion of one-step to two-step self-etch adhesives for improved efficacy and extended application. *Am J Dent*. 2005;18(2):126-34.

Kumbuloglu O, Lassila LV, User A, Vallittu PK. A study of the physical and chemical properties of four resin composite luting cements. *Int J Prosthodont*. 2004;17(3):357-63.

Ladha K, Verma M. Conventional and contemporary luting cements: an overview. *J Indian Prosthodont Soc*. 2010;10(2):79-88.

Luthy H, Loeffel O, Hammerle CH. Effect of thermocycling on bond strength of luting cements to zirconia ceramic. *Dent Mater*. 2006;22(2):195-200.

Manso AP, Silva NR, Bonfante EA, Pegoraro TA, Dias RA, Carvalho RM. Cements and adhesives for all-ceramic restorations. *Dent Clin North Am*. 2011;55(2):311-32.

Melo RM, Özcan M, Barboza SH, Galhano G, Amaral R, Bottino MA, et al. Bond strength of two resin cements on dentin using different cementation strategies. *J Esthet Restor Dent*. 2010;22(4):262-9.

Myers ML, Caughman WF, Rueggeberg FA. Effect of restoration composition, shade, and thickness on the cure of a photoactivated resin cement. *J Prosthodont*. 1994;3(3):149-57.

Pashley DH, Tay FR, Breschi L, Tjäderhane L, Carvalho RM, Carrilho M, et al. State of the art etch-and-rinse adhesives. *Dent Mater*. 2011;27(1):1-16.

Perdigao J, Geraldeli S, Hodges JS. Total-etch versus self-etch adhesive: effect on postoperative sensitivity. *J Am Dent Assoc*. 2003;134(12):1621-9.

Peumans M, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Five-year clinical effectiveness of a two-step self-etching adhesive. *J Adhes Dent*. 2007;9:7-10.

Peumans M, Kanumilli P, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Clinical effectiveness of contemporary adhesives: a systematic review of current clinical trials. *Dent Mater*. 2005;21:864-81.

Peutzfeldt A, Sahafi A, Flury S. Bonding of restorative materials to dentin with various luting agents. *Oper Dent*. 2011;36(3):266-73.

Pezzini, MMG. Resistência à microtração de dois cimentos resinosos autocondicionantes em função do tipo de substrato dental e tempo de armazenagem em água [tese na internet]. Piracicaba (SP): Universidade Estadual de Campinas; 2010 [acesso em 2013 mar]. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=000780755&fd=y>

Pisani-Proença J, Erhardt Mc, Amaral R, Valandro Lf, Bottino Ma, Del Castillo-Salmerón R. Influence of different surface conditioning protocols on microtensile bond strength of self-adhesive resin cements to dentin. *J Prosthet Dent*. 2011;105(4):227-35.

Piwowarczyk A, Bender R, Ottl P, Lauer HC. Long-term bond between dual-polymerizing cementing agents and human hard dental tissue. *Dent Mater*. 2007;23(2):211-7.

Radovic I, Monticelli F, Goracci C, Vulicevic ZR, Ferrari M. Self-adhesive resin cements: a literature review. *J Adhes Dent*. 2008;10(4):251-8.

Sanares AM, Itthagarun A, King NM, Tay FR, Pashley DH. Adverse surface interactions between one-bottle light-cured adhesives and chemical-cured composites. *Dent Mater*. 2001;17:542-56.

Sander RF, Prates LHM, Chain MC, Clavo MCM. Resistência de união ao cisalhamento de cimentos resinosos autocondicionantes à dentina. *Rev Clin Pesq Odontol*. 2009;5(3):273-9.

Santos GC, Santos MJMC, Rizkalla AS. Adhesive cementation of etchable ceramic esthetic restorations. *J Can Dent Assoc*. 2009;75(5):379-84.

Santos MJ, Bapoo H, Rizkalla As, Santos GC. Effect of Dentin-cleaning Techniques on the Shear Bond Strength of Selfadhesive Resin Luting Cement to Dentin. *Oper Dent*. 2011;36(5):512-20.

Santos MJ, Driessen CH, de Freitas AP, Rizkalla AS, Santos GC, Jr. In vitro shear bond strength of resin-based luting cements to dentin. *Gen Dent*. 2012;60(4):e215-20.

Shillingburg HT, Hobo S, Whitsett LD, et al. *Fundamentals of fixed prosthodontics*. São Paulo, Brasil: Quintessence; 1997.

Silva e Souza Junior MH, Carneiro KGK, Lobato MF, Silva e Souza PAR, Góes MF. Adhesive systems: important aspects related to their composition and clinical use. *J Appl Oral Sci*. 2010;18(3):207-14.

Simon JF, Darnell LA. Considerations for proper selection of dental cements. *Compend Contin Educ Dent*. 2012;33(1):28-30,32,34-5.

Soares CJ, Soares PV, Pereira JC, Fonseca RB. Surface treatment protocols in the cementation process of ceramic and laboratory-processed composite restorations: a literature review. *J Esthet Restor Dent*. 2005;17:224-35.

Suh BI, Feng L, Pashley DH, Tay FR. Factors contributing to the incompatibility between simplified-step adhesives and chemically cured or dual-cured composites. Part III. Effect of acidic resin monomers. *J Adhes Dent*. 2003;5(4):267-82.

Taschner M, Frankenberger R, Garcia-Godoy F, Rosenbusch S, Petschelt A, Kramer N. IPS Empress inlays luted with a self-adhesive resin cement after 1 year. *Am J Dent*. 2009;22(1):55-9.

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

Tay FR, Suh BI, Pashley DH, Prati C, Chuang SF, 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*. 2003;5:91-105.

Turkmen C, Durkan M, Cimilli H, Oksuz M. Tensile bond strength of indirect composites luted with three new self-adhesive resin cements to dentin. *J Appl Oral Sci*. 2011;19(4):363-9.

Ulker HE, Sengun A. Cytotoxicity evaluation of self-adhesive composite resin cements by dentin barrier test on 3D pulp cells. *Eur J Dent*. 2009;3(2):120-6.

Van Landuyt KL, Yoshida Y, Hirata I, Snauwaert J, De Munck J, Okazaki M, et al. Influence of the chemical structure of functional monomers on their adhesive performance. *J Dent Res*. 2008;87(8):757-61.

Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, et al. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent*. 2003;28(3):215-35.

Van Meerbeek B, Inokoshi S, Davidson CL, De Gee AJ, Lambrechts P, Braem M, et al. Dual cure luting composites – part II: clinically related properties. *J Oral Rehabil*. 1994;21:57-66.

Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J, Van Landuyt KL. State of the art of self-etch adhesives. *Dent Mater*. 2011;27(1):17-28.

Vaz RR, Hipolito VD, D'Alpino PH, Goes MF. Bond strength and interfacial micromorphology of etch-and-rinse and self-adhesive resin cements to dentin. *J Prosthodont*. 2012;21(2):101-11.

Viotti RG, Kasaz A, Pena CE, Alexandre RS, Arrais CA, Reis AF. Microtensile bond strength of new self-adhesive luting agents and conventional multistep systems. *J Prosthet Dent*. 2009;102(5):306-12.

Vrochari AD, Eliades G, Hellwig E, Wrbas KT. Curing efficiency of four self-etching, self-adhesive resin cements. *Dent Mater*. 2009;25(9):1104-8.

Walter R, Miguez PA, Pereira PN. Microtensile bond strength of luting materials to coronal and root dentin. *J Esthet Restor Dent*. 2005;17(3):165-71;discussion 171.

Yang B, Ludwig K, Adelung R, Kern M. Micro-tensile bond strength of three luting resins to human regional dentin. *Dent Mater*. 2006;22(1):45-56.

Yoshida Y, Nagakane K, Fukuda R, Nakayama Y, Okazaki M, Shintani H, et al. Comparative study on adhesive performance of functional monomers. *J Dent Res*. 2004;83(6):454-8.