UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE BAURU

ANDRÉ TOMAZINI GOMES DE SÁ

**Resistência de união entre uma cerâmica
e o esmalte de dente bovino,
efetuada por diferentes sistemas adesivos
e técnicas de cimentação**

BAURU

2011

ANDRÉ TOMAZINI GOMES DE SÁ

**Resistência de união entre uma cerâmica e o esmalte de dente bovino,
efetuada por diferentes sistemas adesivos e técnicas de cimentação**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências Odontológicas Aplicadas, na área de concentração: Materiais Dentários.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Afonso Silveira Francisconi.

BAURU

2011

Sá, André Tomazini Gomes de
Sa11r Resistência de união entre uma cerâmica e o esmalte de dente bovino, efetuada por diferentes sistemas adesivos e técnicas de cimentação / André Tomazini Gomes de Sá. -- Bauru, 2011.

114 p. : il. ; 30 cm.

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

Orientador: Prof. Dr. Paulo Afonso Silveira Francisconi

Autorizo, exclusivamente pra fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese, por processo fotocopiadores oe/ou meios eletrônicos.

Assinatura do autor:

DEDICATÓRIA

Ao *F*ábio

e ao *A*rnaldo.

À *T*ânia

e à *B*eatriz.

Ao *A*loísio

e à *H*elena.

AGRADECIMENTOS

Agradeço especialmente ao Prof. Dr. Paulo Afonso Silveira Francisconi, orientador desse trabalho. Um Mestre muito bacana!

Agradeço à minha família, pela compreensão e pelo apoio concedido.

Agradeço também, com sentimento de respeito:

Aos Professores da disciplina de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo: César Antunes de Freitas, Paulo Amarante de Araújo e Ana Flávia Sanches Borges.

Ao Prof. Dr. Rafael Francisco Lia Mondelli, responsável pela área de Dentística do programa de pós-graduação da FOB-USP.

Aos Professores do Departamento de Dentística, Endodontia e Materiais Odontológicos.

Ao Prof. Dr. José Roberto Pereira Lauris.

Ao Alcides, à Sandra e à Lourisvalda.

Ao Reivanildo e ao Marcelo Giatti.

Ao Marcelo Gonçalves e ao Daniel Bonné.

A todos os funcionários da FOB.

Aos Professores do Instituto Federal do Paraná: Carlos Archangelo, Manoel Martin e Carlos Bertoncello.

À Diretora do Instituto Federal do Paraná, Profa. Edilomar Leonart.

Aos Professores da Universidade Estadual de Londrina: Wagner Ursi, Fábio Sene e Sérgio Mizuno.

Aos Professores Alcides Gonini Jr e Guilherme Nolasco.

Ao Prof. Amaury Silveira de Moraes.

Aos colegas de turma: Wagner, Sílvia, Marcela, Márcia, Fabiane, Juan, Álvaro e Cristiane.

Ao Reginaldo e ao Bruno, do Odontolab.

Muito obrigado!

“Duas horas depois lá ia PniN, capengando de volta, apoiado na bengala, não olhando pra nada. Um fluxo de dor quente ia substituindo gradualmente, em sua boca semimorta, abominavelmente martirizada, o gelado da anestesia. Depois disso, durante alguns dias, ele permaneceu de luto velando aquela parte íntima de seu corpo. Estava surpreendido o quanto gostava de seus dentes. Sua língua lisa e macia costumava escorregar e saltar alegremente entre as rochas familiares, checando os contornos e reentrâncias de um reino fragmentado, mas ainda seguro, penetrando de caverna em caverna, evitando um buraco, perscrutando uma gruta, descobrindo um fragmento de alga doce numa velha fenda. Mas agora nenhum tropeço, não restava qualquer marca. Tudo que existia para a língua era uma enorme ferida escura, uma terra incógnita de gengivas, que medo e desgosto proibiam de investigar. As chapas introduzidas na boca eram como partes de um pobre crânio fóssil adaptado às mandíbulas arreganhadas de um animal estranho.”

(Vladimir Nabokov em PniN)

RESUMO

O objetivo no presente trabalho foi avaliar a resistência da união adesiva de uma cerâmica vítrea (IPS e.max Press) fixada sobre o esmalte de dentes bovinos. Empregaram-se dois métodos de cimentação – um, com a fotoativação prévia do adesivo; outro, com a fotoativação simultânea do adesivo e do cimento compósito após a fixação do disco cerâmico, que tinha 5mm de diâmetro e 2mm de espessura. Pela combinação de dois sistemas adesivos fotopolimerizáveis (Optibond FL e Single Bond 2), e de dois cimentos (Variolink II e RelyX ARC), um fotopolimerizável e outro de cura dupla – associados às duas técnicas de cimentação – formaram-se oito condições de cimentação. As amostras foram submetidas a ensaio de cisalhamento pela técnica do fio de aço. Com base nos valores encontrados nas condições estabelecidas, após o respectivo tratamento estatístico, foi possível concluir que: a) a técnica de cimentação com fotopolimerização simultânea do adesivo com o cimento produziu índices de resistência superiores aos obtidos pela técnica de fotopolimerização prévia do adesivo; b) A combinação do adesivo Single Bond 2 com o cimento Variolink II resultou em menores valores de resistência adesiva, diante das outras três combinações de cimentos e adesivos formadas.

Palavras-chave: Esmalte dentário. Cerâmicas. Cimentos dentários.

ABSTRACT

Bond strength between a ceramic and bovine tooth enamel, made by different adhesive systems and luting techniques

The aim of this study was to evaluate the strength of adhesive bonding of a glass-ceramic (IPS e.max Press) fixed on the enamel of bovine teeth. There were used two methods of cementation – one in which the adhesive was pre-cured, and another in which the photopolymerization of the adhesive and composite cement was performed simultaneously after the fixing of ceramic disc, which was 5mm in diameter and 2mm thick. Through a combination of two light cured adhesive systems (Single Bond and FL Optibond 2) and two resin cements (Variolink II and RelyX ARC), one light-cured and another dual-cured – associated with the two luting techniques – eight conditions of cementation were formed. The samples were subjected to shear test technique. Under the established conditions, after statistical treatment of results the following conclusions could be drawn: a) the cementation technique with simultaneous curing of the adhesive with cement produced resistance rates higher than those obtained by the technique of pre-curing the adhesive; b) the combination of adhesive Single Bond 2 with cement Variolink II resulted in lower bond strength, in comparison with the other three combinations of cements and adhesives formed.

Keywords: Dental enamel. Ceramics. Dental cements.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- FIGURAS

Figura 1 -	Dispositivo fixado na base da máquina de ensaio onde se observa o fio de aço na forma de uma alça contornando a pastilha cerâmica cimentada no dente	65
Figura 2 -	Fraturas: três tipos de rompimentos	66

- GRÁFICO

Gráfico 1	Gráfico do tipo caixa e bigode (box-plot) adaptado para a estatística descritiva	70
-----------	--	----

LISTA DE TABELAS E QUADROS

TABELAS

Tabela 1	Valores individuais de resistência ao cisalhamento das amostras, expressos em MPa	69
Tabela 2	Estatística descritiva dos dados. $\bar{x}$ (média); dp (desvio padrão); min (menor valor); max (maior valor); $\bar{x}-dp$ (média subtraída do desvio padrão); $\bar{x}+dp$ (média somada ao desvio padrão)	70
Tabela 3	Análise da variância a três fatores, dos valores da resistência ao cisalhamento (em MPa), e respectivos níveis de probabilidade pelo teste F (p-valor)	71
Tabela 4	Média ($\bar{x}$), desvio-padrão (dp) e tamanho da amostra (N). Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tuckey ($p < 0,05$)	71
Tabela 5	Representação dos tipos de fraturas	72

QUADROS

Quadro 1	Cerâmica vítrea de dissilicato de lítio	57
Quadro 2	Adesivos	58
Quadro 3	Cimentos	58
Quadro 4	Condicionadores do esmalte e da cerâmica	59

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	27
2	REVISÃO DE LITERATURA	33
3	PROPOSIÇÃO	51
4	MATERIAL E MÉTODOS	55
4.1	Seleção e preparo dos dentes	55
4.2	Confecção de peças cerâmicas	56
4.3	Materiais utilizados	57
4.4	Tratamento das superfícies de cimentação	59
4.4.1	ESMALTE	59
4.4.2	CERÂMICA	60
4.5	Constituição dos grupos	60
4.6	Técnicas de cimentação	61
4.7	Ensaio de resistência ao cisalhamento	64
4.8	Caracterização das fraturas	65
5	RESULTADOS	69
5.1	Tensão do cisalhamento	69
5.2	Tipos de fraturas	72
6	DISCUSSÃO	75
7	CONCLUSÕES	85
	REFERÊNCIAS	89
	APÊNDICES	99

1 Introdução

1 INTRODUÇÃO

A virtude do tratamento conservador continua sendo amplamente reconhecida na odontologia restauradora. Recomenda-se uma abordagem equilibrada, sempre que possível, como alternativa para as opções de tratamentos que podem sacrificar tecidos dentais saudáveis em vão. É oportuno ressaltar que esta preocupação existe há muito tempo. Entretanto, os elementos materiais e circunstanciais para atingir tais objetivos evoluem a seu tempo.

As facetas laminadas de cerâmica representam um conceito de tratamento pouco invasivo de reabilitação estética e funcional de dentes anteriores. As propriedades ópticas das porcelanas e a excelente resistência obtida com a adesão ao dente acrescentam beleza e durabilidade ao tratamento.

A aplicação de porcelanas para restauração de coroas dentais foi primeiramente descrita por Land em 1903. Em 1938, Pincus descreveu uma técnica de confecção de folheados cerâmicos com objetivo estético. Semelhantes aos laminados cerâmicos atuais, não lograram sucesso. A cerâmica utilizada era muito frágil, e as peças, retidas com uma goma comum, soltavam-se facilmente (VAN NOORT, 2004). Na década de 1950, o trabalho de dois pesquisadores foi fundamental para o desenvolvimento de restaurações que aliam a preservação parcial de tecidos com a harmonia estética. As investigações Buonocore sobre condicionamento do esmalte e o aperfeiçoamento das resinas restauradoras, com a criação dos compósitos de Bowen impeliram os conceitos que são aplicados na odontologia restauradora moderna.

Porcelanas – que são materiais cerâmicos – têm uma longa história na odontologia restauradora. Além de biocompatíveis, demonstram excelentes propriedades ópticas para reproduzir coroas dentais, são resistentes ao manchamento e ao desgaste. Porcelanas feldspáticas com modificações estruturais foram desenvolvidas ao longo dos últimos anos a fim de melhorar suas propriedades mecânicas. Ou pela adição de partículas cristalinas, ou pela precipitação dessas

partículas por tratamento térmico, a resistência desses materiais tem alcançado índices de resistência que permitem aplicações clínicas bastante promissoras. A classe de cerâmicas chamadas “vitrificadas” compreende uma matriz vítrea em que está dispersa a fase cristalina. Este tipo de material também é incluído em uma categoria de cerâmicas conhecida como “adesiva”, ou seja, um tipo que permite sua aplicação – e tem características melhoradas – com técnicas de adesão ao esmalte e à dentina, pelo uso de agentes de fixação a base de resinas compostas. São empregadas para restaurar coroas parciais e totais, e podem inclusive ser utilizadas em pontes fixas na região anterior do arco.

Uma distinção se faz necessária aqui, a respeito da denominação dos diferentes tipos de restaurações cerâmicas. Em razão de o material cerâmico ser frágil, uma estrutura metálica é tradicionalmente utilizada para prover resistência à coroa. Esta coroa é chamada metalocerâmica. Portanto, quando aqui se fizer referência a coroa cerâmica, significa que todo seu corpo é cerâmico; de modo que expressões como “livre de metal” sejam descartáveis. Coroa cerâmica, laminado cerâmico ou ponte fixa cerâmica, se referem a artefatos com estrutura de uma cerâmica mais resistente – substitutiva do metal – coberta por outra menos resistente, ou também, a peças de uma única espécie de cerâmica, de qualquer tipo.

O tratamento com laminados cerâmicos – usualmente também designados como facetas cerâmicas – atende aos requisitos de conservação, durabilidade e harmonia estética. Estão indicados para reparação de dentes anteriores com alterações de forma, de tamanho e de cor. Três pesquisadores – Horn, Simonsen e Calamia – foram responsáveis por reavivar o interesse nos laminados de cerâmica, com trabalhos desenvolvidos no início da década de 1980. Os autores aprimoraram substancialmente a qualidade da retenção de facetas. Demonstraram que a resistência adesiva de cerâmicas feldspáticas, se gravadas com ácido fluorídrico e silanizadas, era superior à obtida em esmalte, quando se utiliza resinas para a fixação (PEUMANS et al., 2000).

O desgaste necessário para preparar o dente que receberá o laminado é variável de acordo com as inúmeras condições clínicas existentes. Entretanto, há consenso de que a redução deve ser apenas a suficiente para permitir a confecção de uma peça que satisfaça os requisitos anatômicos e estéticos, sem prejuízo da

resistência. O objetivo é poupar tecido sadio e efetuar a adesão em esmalte. A resistência de união entre este substrato e as resinas disponíveis é superior à que apresenta a dentina. As lâminas, deste modo, podem ter espessuras de apenas 0,5mm em algumas condições. Sob este aspecto, afirma-se que a resistência de um dente laminado com cerâmica – quando a superfície de adesão ocorre sobretudo em esmalte – equivale à resistência de dentes íntegros (MAGNE, 2000).

Observa-se na literatura que diversos fatores podem influenciar a qualidade adesiva das restaurações cerâmicas. Os tipos de cimentos e de adesivos e o tratamento conferido à superfície do dente e da cerâmica são alguns dos assuntos mais abordados nos estudos. A adaptação da coroa ou da faceta sobre o dente preparado também é relevante para o sucesso do tratamento. Na medida em que os adesivos são polimerizados sobre as superfícies de fixação, do dente e do material cerâmico – em uma etapa prévia à fixação com o cimento – é formada uma camada rígida que ocupa um espaço não previsto na técnica de fabricação de restaurações indiretas, podendo prejudicar o assentamento da peça. Entretanto, para alguns autores, a não polimerização prévia do adesivo pode prejudicar a resistência de ligação com o substrato dentário. Considera-se que a foto ativação através do material restaurador não permite a polimerização adequada do adesivo, dependendo da espessura e da opacidade do material. Para a cimentação de laminados, a foto ativação do adesivo concomitante com a do cimento é adotada por alguns profissionais, pois que a pequena espessura da lâmina permitiria a efetiva polimerização do adesivo. Para restaurações diretas de resina composta, tal estratégia é desnecessária, vista a condição plástica como é inserida na cavidade. À maior espessura da camada de resina fluida, obtida por sua pré-polimerização, é reputada a propriedade de mediar as tensões induzidas pela contração do compósito restaurador na interface adesiva. Isto se deve, de acordo com as hipóteses descritas na literatura, ao menor módulo de elasticidade de resinas com pouca ou nenhuma carga. Teria desta forma, a capacidade de elevar a tensão necessária para destacar um compósito por ela unido ao dente.

Todavia, no modelo predominante para avaliar a resistência de união dos sistemas adesivos, um grande volume de resina composta é colocada sobre a resina adesiva aplicada na dentina. No caso de restaurações indiretas, um material – como a cerâmica, por exemplo – é fixada com uma resina composta de menor viscosidade

(cimento). Na mesma interface haverá também duas camadas de resina adesiva (mais fluida); uma unida ao dente e outra à cerâmica. Os cinco elementos que formam este conjunto – com quatro diferentes módulos de elasticidade – podem apresentar um comportamento mecânico diferente do conjunto de três elementos, e três diferentes módulos de elasticidade, do padrão direto de restaurações. Estes aspectos pertinentes às restaurações adesivas indiretas, e outros adicionais, serão mais bem explorados ao longo deste trabalho que teve como objetivo central avaliar a resistência adesiva de duas técnicas de fixação de uma cerâmica sobre esmalte bovino: uma, polimerizando-se o adesivo previamente à fixação com o cimento; outra, polimerizando-se o adesivo simultaneamente ao cimento.

2 Revisão de Literatura

2 REVISÃO DE LITERATURA.

A aplicação de porcelanas na restauração de coroas dentais foi primeiramente descrita por Land em 1903. Conhecida como porcelana feldspática, pois sua composição inclui feldspatos – minerais encontrados em muitos tipos de rochas sedimentares – que são silicatos de alumínio com proporções variadas de potássio, sódio e cálcio. O feldspato sofre liquefação quando se funde, formando uma matriz vítrea. Disperso na fase vítrea, o quartzo permanece inalterado durante o processo de queima e atua como um agente de reforço (VAN NOORT, 2004) As porcelanas são classificadas como materiais cerâmicos, de acordo com a definição genérica de cerâmicas: materiais inorgânicos, não metálicos, obtidos geralmente após tratamento térmico em temperaturas elevadas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA, [20-?]).

De acordo com Kelly (2008), as cerâmicas podem ser classificadas em três categorias de composição: 1) predominante de vidro; 2) vidro contendo partículas; 3) policristalinas. Considera, também, que são compósitos; ou seja, materiais que apresentam duas ou mais fases. Faz comparação com as resinas compostas utilizadas por dentistas. Dentro deste conceito, as cerâmicas têm uma matriz vítrea em que estão dispersas quantidades maiores ou menores de partículas. Nas cerâmicas policristalinas, em que não há fase vítrea, a matriz é formada por óxidos, de alumínio ou zircônia – e a carga é formada por substâncias conhecidas como dopantes. Dopantes são impurezas ou substâncias adicionadas em pequenas quantidades que alteram as propriedades de outra substância.

As cerâmicas com melhores propriedades ópticas para reconstrução dentária são as que têm alto conteúdo de vidro. Pequenas quantidades de óxidos são adicionadas por fabricantes para alterar características de translucidez e cor. São tradicionalmente empregadas como cobertura, sobre

estruturas metálicas ou sobre estruturas cerâmicas reforçadas por micropartículas ou policristalinas.

Para melhorar as propriedades mecânicas (como resistência e coeficiente de expansão térmica) de algumas cerâmicas, são acrescentadas partículas de carga. As partículas podem ser cristalinas ou formadas por vidros com temperatura de fusão maiores que a da matriz. Frequentemente, são essas partículas que são dissolvidas por ácidos, proporcionando a formação de micro porosidades na superfície, e conseqüentemente melhoram a retenção das peças restauradoras. As partículas podem ser adicionadas durante a fabricação, na forma de pós, ou precipitadas na forma de cristais durante a formação da massa vítrea. Neste último caso, são chamadas de cerâmicas vitrificadas (VAN NOORT, 2004).

Durante um tratamento de aquecimento subsequente à formação do vidro, ocorre a nucleação e a formação dos cristais. A cristalização controlada do vidro resulta na formação de cristais finos, dispersos homogeneamente na fase vítrea. O tamanho e o número de cristais formados são controlados pela temperatura e pelo tempo do tratamento térmico. van Noort (2004) afirma que as propriedades mecânicas das cerâmicas vitrificadas são influenciadas pelas seguintes características: 1) tamanho das partículas da fase cristalina; 2) fração do volume da fase cristalina; 3) resistência adesiva interfacial entre as fases; 4) diferenças nos módulos elásticos; 5) diferenças na expansão térmica.

Cerâmicas vitrificadas que apresentam leucita (KAlSi_2O_6) como fase cristalina apresentam resistência à flexão de até 120 Mpa (VAN NOORT, 2004). São exemplos de cerâmicas vitrificadas que apresentam leucita: VITA VMK 68 (VITA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany), Finesse All-Ceramic, (Dentsply, York, PA, USA), Optec OPC (Jeneric, Wallingford, CT, USA), e IPS Empress (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) (SPEAR; HOLLOWAY, 2008; GUESS et al., 2011).

O sistema Empress emax (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) consiste de duas diferentes cerâmicas vitrificadas. O material da infra-estrutura é uma cerâmica vitrificada com uma fase cristalina de dissilicato de lítio, e a

cerâmica de cobertura é vitrificada com apatita. Para a fabricação da infra-estrutura é empregado um processo em parte semelhante ao da técnica de fundição com cera perdida. Um padrão de cera é produzido sobre o troquel de gesso e revestido com um material refratário. Quando plastificada em forno próprio, a 920⁰ C, sob vácuo, a cerâmica é pressionada para o interior do molde (CONRAD; SEONG; PESUN, 2007). A fase cristalina representa em torno de 70% em volume, e os cristais, com 5µm de comprimento e 0,8µm de diâmetro, formam uma estrutura com resistência à flexão com índices de 350 MPa (GUESS et al., 2011). O material mais recente do mesmo fabricante é o IPS e max Press, com resistência flexural de 440 MPa. Como novidade, apresenta diferentes níveis de translucidez para o material de infra-estrutura. Está indicado para a confecção de incrustações, coroas unitárias anteriores e posteriores, e também para pontes fixas de até três elementos na região anterior. Esta mesma cerâmica foi recentemente apresentada com a configuração em blocos que são processados com tecnologia CAD/CAM. Estudos clínicos têm demonstrado que as cerâmicas vitrificadas com dissilicato de lítio apresentam bom desempenho, com índices de durabilidade de 96% em três anos no caso de coroas totais (ETMAN; WOOLFORD, 2010), e 100% de incrustações do tipo “onlays” após três anos (GUESS et al., 2009).

Peumans et al. (2000) fizeram uma ampla revisão literária sobre os principais aspectos envolvidos no tratamento com laminados cerâmicos. Afirmaram que por muitos anos a correção estética dos dentes anteriores severamente destruídos foi obtida com coroas totais. Consideram que esta é uma abordagem mais invasiva, que implica na remoção de grande volume de tecido dentário sadio e em possíveis danos pulpares e periodontais. Para os autores, o grande progresso na capacidade de adesão, tanto em esmalte como em dentina obtidos pelos sistemas adesivos de dois frascos com condicionamento ácido total, juntamente com o desenvolvimento de resinas compostas micro-híbridas de alto desempenho, levaram às técnicas restauradoras adesivas mais conservativas, para casos de dentes com problemas estéticos. Laminados de resina composta têm problemas relacionados com a durabilidade limitada, devido à descoloração, ao desgaste e às fraturas. Neste trabalho, os autores revisaram os estudos laboratoriais

relativos aos parâmetros mais importantes para prever a eficácia clínica das facetas de porcelana. A relevância clínica destes parâmetros foi, então, estabelecida pela revisão dos resultados de curto, médio e longo prazo de estudos *in vivo* com laminados cerâmicos, desenvolvidos ao longo da década

A restauração com facetas de porcelana abrange a colagem da lâmina delgada à superfície do dente pelo uso de adesivos e compósitos cimentantes com a finalidade de corrigir a cor, a forma ou a posição de dentes anteriores (OQUENDO; BREA; DAVID, 2011). O êxito do tratamento é muito influenciado pela força e pela durabilidade dos três diferentes componentes que formam o conjunto, ou seja, a superfície dental, o compósito cimentante e a porcelana (PEUMANS et al., 2010).

Devido aos excelentes resultados estéticos, à durabilidade e à biocompatibilidade, a restauração com laminados cerâmicos se tornou um padrão de tratamento de dentes anteriores (FRADEANI; REDEMAGNI; CORRADO, (2005). Os bons resultados clínicos do tratamento com laminados cerâmicos estão bem documentados na literatura odontológica, inclusive com índices de subsistência semelhantes aos de coroas totais metalocerâmicas (FRADEANI, 1998; FRADEANI; REDEMAGNI; CORRADO, 2005; GESS; STAPPERT, 2008; DELLA BONA; KELLY, 2008; KATOH et al., 2009; AYKOR; OZEL, 2009).

A redução do esmalte é requerida para melhorar a força de união da resina à superfície dentária. Deste modo, a camada aprismática superficial do esmalte não preparado – que oferece um potencial menor de retenção – é removido. Sobretudo, deve-se ter cuidado para manter o desgaste exclusivamente em esmalte para obter uma adesão ótima com a porcelana (MEYENBERG, 2006). Embora os resultados dos sistemas adesivos dentinários mais recentes sejam promissores, a resistência de cerâmicas aderidas ao esmalte ainda é superior quando comparada com a resistência de cerâmicas aderidas à dentina. A ampla maioria dos dentes a receber laminados cerâmicos deveria ter apenas parte do esmalte removido, aproximadamente 0,5mm, o que permitiria a pequena espessura da cerâmica.

A esse respeito, McLaughlin e Morrison (1988) recomendaram que as preparações para laminados cerâmicos tivessem as seguintes características: a) deveriam ser conservativas; b) deveriam permitir uma cobertura de porcelana de aproximadamente 0,5mm, sem causar sobre contorno ao dente; c) não deveria invadir a dentina, especialmente nas margens da restauração; d) deveria favorecer a limpeza na margem gengival; e) não deveria apresentar ângulos internos agudos; f) deveria fornecer um guia de inserção para a cerâmica.

A possibilidade de se produzir um desgaste de 0,5mm sem atingir a dentina foi questionada por Ferrari et al. (1992). Os autores verificaram a espessura do esmalte nos terços gengivais, médios e incisais da face vestibular de incisivos. Os resultados indicaram que a espessura média do esmalte (2mm além da junção amelo-cementária), de centrais e laterais era de 0,4mm e 0,3mm, respectivamente.

Nattress et al. (1995) examinaram a profundidade de preparos e a incidência de exposição dentinária resultantes de uma técnica a mão livre para preparar incisivos centrais no caso de facetas de porcelana. Observaram que nas regiões proximais e cervicais a redução foi maior que 0,5mm na maior parte dos casos, com exposição de dentina em quase todos.

Brunton, Aminian e Wilson (2000) recomendam que se utilize uma matriz de silicona ou uma “broca” com indicação de profundidade de corte para que se obtenha a redução correta da superfície vestibular quando se faz um preparo para laminados cerâmicos.

Edelhoff e Sorensen (2002) quantificaram e compararam a quantidade de estrutura dentária removida pelo uso de três técnicas de preparação dental. Para os autores, as preparações tradicionais para coroas metalocerâmicas podem estar relacionadas com o aumento de complicações pulpares. Afirmaram que a adesão eficiente dos adesivos teve grande impacto no desenho de preparos dentais, com resultante preservação de tecido. Para eles, a retenção em esmalte é um aspecto importante, pois além de promover uma união mais forte do que a dentina diminui a sensibilidade pós-operatória e

reduz a necessidade de intervenções endodônticas. Sugerem, com base nos resultados do trabalho, que a preparação minimamente invasiva para laminados oferece uma formidável vantagem sobre as técnicas convencionais. Mesmo em caso de desgaste mais abrangente para facetas, menos da metade de tecido dental fora removido, comparado com desgastes para coroas totais. Os testes mostraram que preparações para metalocerâmicas totais demandaram a remoção de 63% a 72% do peso do dente. Nos preparos para laminados a remoção foi de 3% a 30% do peso do dente original.

Para Cherukara et al. (2003) há amplo consenso de que a profundidade do preparo da face vestibular deve ter ao menos 0,5mm. Entretanto, há, também, alguma evidência de mesmo este pequeno desgaste pode expor dentina. Testaram três técnicas habitualmente utilizadas para estabelecer a profundidade do desgaste na preparação da face vestibular de incisivos: sulcos transversais feitos com uma ponta diamantada esférica; sulcos axiais feitos com uma ponta cilíndrica; desgaste aleatório, sem demarcações prévias. Concluíram que a técnica com sulcos transversais ao eixo do dente, produzidos com ponta esférica resultou em preparos mais conservativos e consistentes.

A partir da informação de que a espessura do esmalte vestibular diminui com o avanço da idade e também em casos de erosão, Magne e Magne (2006) afirmaram que a restauração planejada deve ter o objetivo de restaurar o volume original do dente. Com efeito, a redução uniforme de 0,5mm do esmalte não é viável se já não há esmalte para tanto. A estratégia proposta consiste no enceramento diagnóstico, sobre o qual é construída uma barreira de silicone. Com esta matriz posicionada no arco obtém-se um gabarito de resina acrílica que servirá de guia para o desgaste do dente. Conforme os autores, esta definição do volume final do dente é um componente essencial para a preservação do esmalte no momento de preparar o dente.

Atualmente, quatro tipos de preparos para laminados de cerâmica em referência à borda incisal do dente são descritos na literatura: a “preparação da janela” (*window preparation*), que é limitada à superfície labial do dente e não implica a borda incisal; a preparação de “penas” (*feather*

preparation) com uma fina camada de cerâmica até a borda incisal; “preparação com bisel” (*bevel preparation*), que encobre a borda incisal e a “preparação de sobreposição incisal” (*incisal overlap preparation*) que se estende até a superfície palatal com o término em chanfro (SMALES; ETEMADI, 2004).

Castelnuovo et al (2000) avaliaram a fratura sob carga de laminados cerâmicos de IPS Empress, para quatro tipos de preparos: sem redução incisal; 2mm de redução incisal; 1mm de redução incisal com extensão de 1mm na face palatina; 4mm de redução incisal com extensão de 1mm para face palatina. Os dois primeiros grupos registraram as maiores resistências à fratura, comparáveis aos dentes íntegros do grupo controle.

Reafirmando a preferência por preparações conservativas, restritas ao esmalte, Hahn, Gustav e Hellwig (2000) acreditavam haver poucas e controversas informações sobre a capacidade do dente suportar cargas quando o bordo incisal é incluído na arquitetura do preparo dental para facetas. Examinaram, então, a resistência de incisivos restaurados com laminados de uma cerâmica reforçada com leucita (Empress), com e sem cobertura incisal. A menor resistência à fratura foi observada no grupo com cobertura incisal de cerâmica. Os dentes preparados apenas na face vestibular apresentaram resistência até mesmo superior a dentes íntegros. Mesmo assim, a resistência dos dentes com cobertura incisal foi três vezes maior do que a exercida em incisivos na direção axial. Deste modo, afirmaram que a técnica com cobertura incisal também pode ser empregada para restabelecer deficiências oclusais.

Stappert et al (2005) examinaram a possível influência do modelo de preparo sobre a longevidade e sobre a carga de ruptura de laminados cimentados em incisivos humanos, a partir da aplicação de ensaios de ciclagem térmica e mecânica. O grupo controle consistia de dentes íntegros, não preparados. Os três tipos de preparações avaliadas foram dos tipos: janela; com sobreposição incisal de 2mm; preparos com sobreposição incisal de 3mm se estendendo mais 2mm na face palatina. Os resultados não demonstraram diferença significativa entre os dentes íntegros e os dentes restaurados com quaisquer tipos de preparos.

Guess e Stappert (2008) publicaram estudo a partir do acompanhamento por 5 anos de restaurações laminadas de cerâmica executadas com dois tipos de preparos: um com sobreposição incisal e outro com extensão maior, envolvendo parte da face palatina. Cada restauração foi examinada para detecção de fissuras, fraturas e descolagem. A taxa de sobrevivência foi de 97,6% e 100% respectivamente para os citados tipos de preparo. Concluíram que a extensão pronunciada da cerâmica para a região palatal não poderia ser vinculada a uma maior probabilidade de fracasso, em comparação com preparos com bisel incisal. Afirmaram também que preparos extensos para laminados são uma opção segura para restauração de defeitos maiores em dentes anteriores.

Chun et al. (2010) examinaram a resistência de dentes restaurados com cerâmica IPS Empress com preparos para laminados e coroas totais. Em parte deles o esmalte cervical do término do preparo era mantido; na outra parte, não. Observaram que nos casos com o término do preparo em dentina houve significativa perda de resistência.

De acordo com Radz (2011), os laminados cerâmicos foram utilizados inicialmente com técnica em que não se desgastava o dente. As facetas de porcelana feldspática tinham normalmente espessuras entre 0,5mm e 0,7mm. Deste modo, os dentes apresentavam aparência volumosa e era comum haver inflamação gengival em consequência do sobrecontorno anatômico. Como este tipo de restauração continuou a evoluir, uma abordagem minimamente invasiva foi usada para fornecer uma restauração mais estética e biologicamente compatível. Uma preparação mínima de 0,5mm foi usada para permitir o espaço necessário para a porcelana. Para o autor, o método de construção de uma coroa ou laminado pela técnica de troquéis refratários ou com lâmina de platina consome muito tempo e requer um ceramista experiente. Além disso, considera o material muito frágil. Em um esforço para fornecer uma lâmina de porcelana mais forte e que facilitasse o trabalho dos ceramistas, a indústria introduziu em 1991 uma cerâmica reforçada com leucita, que era prensada em um molde refratário por meio da técnica da cera perdida. Entretanto, os laminados desta cerâmica tinham que ser fabricados em uma espessura de 1mm. A redução mais agressiva do dente resultava na exposição

da dentina. Conseqüentemente, falhas de adesão tornaram-se mais comuns. Surgiu, também, o questionamento na comunidade odontológica a respeito da ética profissional, relativa à destruição desnecessária de tecido dental sadio. Em reação a esta preocupação de dentistas e pacientes, houve uma evolução para retornar para o modo inicial de desgaste mínimo do dente. Atualmente, diz, laminados com apenas 0,3mm de espessura são produzidos por ceramistas capacitados, a partir de cerâmicas vitrificadas de alta resistência. Experiência clínica e quase trinta anos de dados mostram que laminados cerâmicos são previsíveis e bem sucedidos quando ligados a esmalte. O desgaste mínimo do dente, a seleção adequada dos materiais, a escolha de casos favoráveis e o emprego de técnicas apropriadas são imprescindíveis para o sucesso do tratamento, diz o autor.

A adesão satisfatória entre a cerâmica e a resina é obtida pela combinação de sistemas de união mecânicos e químicos. Abrasão por jateamento de ar com partículas e tratamento com ácido fluorídrico são métodos tradicionalmente utilizados para imprimir irregularidades na superfície cerâmica e aumentar a área de atuação do adesivo. Pós de óxidos de alumínio são jateados para remover porções mais fracas da cerâmica e criar um padrão irregular na superfície. A força de adesão promovida por estes meios podem ser influenciadas pela microestrutura da cerâmica, de acordo com Panah et al. (2008). Com a observação de que a maior parte dos estudos *in vitro* são feitos com cerâmicas feldspáticas, estes autores avaliaram a resistência de união entre uma resina adesiva (Heliobond) e uma cerâmica vitrificada com dissilicato de lítio (IPS Empress 2), variando o tratamento de superfície. Superfícies condicionadas com jateamento de óxidos e aplicação de ácido fluorídrico a 9,6%, subseqüentemente silanizadas, apresentaram os maiores valores de resistência ao cisalhamento em relação a estes tratamentos efetuados isoladamente.

Conforme os já referenciados autores (PEUMANS et al., 2000) da ampla revisão literária sobre laminados cerâmicos, por meio do condicionamento da superfície interna de um laminado com ácido fluorídrico, e com a subseqüente silanização da face condicionada, a força de adesão de compósitos para fixação tem sido calculada superior à que se atinge entre

estes compósitos e o esmalte dental condicionado. A gravura da superfície da porcelana com ácido fluorídrico cria um padrão retentivo. Análise com microscopia eletrônica da superfície de porcelana condicionada mostrou uma micro-estrutura amorfa com numerosas porosidades (PEUMANS et al., 1999). Estas micro-porosidades aumentam a área de superfície para colagem e levam a um intertravamento micro-mecânico do compósito de resina (SANTOS et al., 2009). Vários fatores como o tempo de ação do ácido, e sua concentração, e o tipo de porcelana determinam a micro-morfologia do padrão de gravura e, conseqüentemente, a resistência de união da resina com a porcelana.

Addison et al. (2007) relatam que o condicionamento superficial das cerâmica feldspática é um processo dinâmico e o resultado depende da constituição do substrato, da topografia da superfície, da concentração e do tempo de aplicação do ácido. Citam que a estrutura das porcelanas feldspáticas é constituída de uma matriz vítrea amorfa em que está presente uma rede de cristais tetraédricos de sílica, em que estão embutidas quantidades variáveis de cristais de feldspato e leucita. O comportamento de cerâmicas policristalinas em contato com ácido fluorídrico tem sido extensivamente examinado. Observa-se uma rápida dissolução da fase silícica presente nos limites granulares e a não dissolução do corpo granular. Nas cerâmicas vítreas reforçadas com partículas tem sido demonstrado que ocorre preferencialmente a dissolução das partículas cristalinas em relação à fase amorfa. Entretanto, a seletividade entre a dissolução de ambas as fases tem sido relatada como dependente da concentração do ácido. No caso de concentrações baixas do ácido a fase cristalina a dissolução da fase cristalina é precedente. No citado trabalho, observou-se um significativo enfraquecimento flexural da cerâmica conforme o aumento da concentração do ácido. Tal fato pode ser explicado pelo aumento de falhas preexistentes no material.

Ayad et al. (2008) observaram a geração de poros e sulcos bem definidos, com conseqüente maior resistência de união de uma resina a uma cerâmica de cristais de dissilicato de lítio, a partir do condicionamento superficial com ácido fluorídrico a 9,5%, em detrimento da ação de ácido fosfórico ou do jateamento com óxidos exclusivamente.

A limpeza ultra-sônica da porcelana gravada com ácido fluorídrico, utilizando-se álcool, acetona ou água destilada é indicada para remover os resíduos ácidos e os detritos da superfície. A lavagem inadequada após o condicionamento da superfície de porcelana pode deixar sais remineralizados, que podem ser reconhecidos como um resíduo ou depósito branco (MAGNE; CASCIONE, 2006). De acordo com Peumans et al. (1999), a limpeza em banho ultra-sônico torna a superfície da cerâmica mais receptiva à resina adesiva.

O tratamento da superfície de uma cerâmica vítrea com um agente de ligação bi-funcional permite a união química deste material com compostos de resina. Um grupo de silano em uma extremidade se liga quimicamente ao dióxido de silício hidrolisado da superfície cerâmica; e um grupo de metacrilato na outra extremidade copolimeriza com a resina adesiva (PEUMANS et al., 2000; MENG et al., 2011).

A camada formada pela aplicação do silano é composta de polímeros de baixo peso molecular. A parte externa – que, além de pouco unida à superfície da cerâmica, é hidrolisável – pode, portanto, prejudicar a união com a cerâmica (VAN NOORT, 2004; PEGORARO et al., 2007). Diferentes procedimentos são sugeridos para remover estes oligômeros: lavagem com água (NOORT, 2004); aquecimento em forno a 100° C por 5 minutos (MAGNE; CASCIONE, 2006); aplicação de jato de ar quente (50° C) com lavagem em água aquecida (PEGORARO et al., 2007).

Cimentos fotopolimerizáveis são os mais recomendados para cimentação de laminados cerâmicos. Uma grande vantagem destes cimentos é o maior tempo de trabalho quando comparados aos de ativação química ou aos de cura mista (por fotoativação e ativação química). Isso torna mais fácil o procedimento de remoção do excesso extrudado durante a fixação (SCHULTE et al., 2005) e o tempo de presa pode ser controlado de modo previsível, diminuindo o tempo necessário para o acabamento da restauração. Além disso, sua estabilidade de cor é superior em comparação com os dois outros sistemas mencionados. No entanto, é importante que haja suficiente transmitância luminosa, pois a lâmina de porcelana absorverá parte da luz incidente. A espessura da porcelana é o principal fator determinante da transmitância da luz

disponível para polimerização. A cor e a opacidade da porcelana teriam menos influência sobre a quantidade de luz (PEUMANS et al., 2000).

Devido ao seu alto conteúdo mineral, os procedimentos adesivos no esmalte são considerados mais previsíveis. A união com os substratos dentais se dá principalmente através da interação micromecânica do agente de união com o esmalte condicionado e com as fibrilas colágenas expostas na dentina. A formação de micro extensões de resina no interior das micro-porosidades presentes em esmalte condicionado com ácido fosfórico é considerado como o mecanismo predominante de união. O ácido fosfórico promove um aumento na área e na energia livre de superfície através da desmineralização ao redor e no centro dos prismas de esmalte. A resistência ao cisalhamento da união de metacrilatos ao esmalte condicionado com ácido fosfórico, com concentrações entre 30% e 40%, variam entre 18 e 25 MPa (ROSA; PERDIGÃO, 2000).

Três métodos para se promover a união dos metacrilatos aos substratos dentais são utilizados atualmente: a) pela aplicação do ácido fosfórico, de 30 a 40%, para se condicionar o esmalte e a dentina previamente à aplicação do adesivo; b) aplicação de monômeros ácidos, sem a necessidade de utilização de um agente condicionante e da lavagem da superfície do dente previamente à aplicação da resina adesiva – desta forma, espera-se que a desmineralização e a infiltração dos monômeros ocorram simultaneamente; c) utilização de ionômeros de vidro, que além de formarem uma união micromecânica com o substrato, também se unem quimicamente à hidroxiapatita presente no substrato (DE MUNCK et al., 2005).

O desenvolvimento dos sistemas autocondicionantes teve como objetivo reduzir as dificuldades da técnica de adesão e simplificar os procedimentos clínicos de aplicação dos adesivos. Nesta técnica, “primers” autocondicionantes compostos de monômeros ácidos são aplicados sobre a dentina coberta pela lama dentinária. Após este passo simultâneo de condicionamento e infiltração de monômeros hidrófilos, uma camada de resina adesiva hidrófoba é aplicada sobre a dentina tratada. Acredita-se que os sistemas adesivos autocondicionantes desmineralizam a dentina e infiltram

seus monômeros simultaneamente, evitando o colapso das fibrilas de colágeno pela secagem com ar (MANSO et al., 2011).

Mais recentemente, foi lançada uma técnica autocondicionante que consiste em um único passo de aplicação. Os adesivos de passo único reúnem as etapas de condicionamento, infiltração e adesão em um único procedimento. Há na literatura diversas classificações para os sistemas adesivos. Podem ser classificados por gerações (1ª, 2ª, 3ª,); de acordo com o tipo de solvente (água, álcool ou acetona); número de frascos (frasco único, dois frascos); conteúdo de partículas de carga inorgânica; tipo de ativação (física, química ou dupla); modo de ação (condicionamento ácido prévio ou auto-condicionamento); número de passos de aplicação (um, dois ou três passos).

Há também uma classificação que se baseia na estratégia de ação: condicionamento ácido prévio – *etch and rinse*; ou auto-condicionamento – *self-etching*; e no número de passos utilizados durante o procedimento adesivo. Dependendo de como os três passos fundamentais de condicionamento, aplicação do primer e aplicação da resina adesiva são realizados ou combinados, os adesivos estão disponíveis em sistemas de três passos, dois passos, ou de passo único (DE MUNCK et al., 2005; REIS; PEREIRA; GIANINI, 2007).

A combinação das etapas de aplicação dos adesivos resultou na diminuição do número de passos, e conseqüentemente na simplificação dos procedimentos adesivos. Esta simplificação dos procedimentos ganhou rapidamente a aceitação dos clínicos. No entanto, é importante ressaltar que esta simplificação não resulta necessariamente em uma melhor união aos tecidos dentais (SODERHOLM, 2007; VAN LANDUYT et al., 2009; MINE et al., 2010).

A composição monomérica dos adesivos é um dos fatores determinantes no desempenho da união. Para que se obtenha união a um substrato úmido como a dentina, a utilização de monômeros hidrófilos é indispensável. Um dos monômeros hidrófilos mais utilizados é o HEMA (2-hidroxietil metacrilato). Este monômero hidrófilo está presente principalmente

na composição dos primers de adesivos de três passos e dois passos que utilizam o condicionamento ácido prévio, sendo também encontrado em sistemas autocondicionantes. Este monômero apresenta um radical hidrófilo, que tem afinidade pelo substrato úmido, e um radical hidrófobo que irá promover a polimerização com outros monômeros. Este monômero monofuncional de baixo peso molecular é de fundamental importância para permitir a infiltração do adesivo no substrato dentinário. No entanto, este monômero, por si só não é capaz de promover a formação de uma rede polimérica com propriedades mecânicas adequadas para a união aos tecidos dentais. Assim, monômeros hidrófobos bifuncionais são necessários para promover a união dos materiais resinosos. Os monômeros hidrófobos mais comumente utilizados são o Bis-GMA (bisfenol-A diglicidil eter dimetacrilato) e o UDMA (uretano dimetacrilato). Estes monômeros hidrófobos estão presentes em maior concentração na composição do adesivo ou “bond” (terceiro passo dos sistemas que utilizam o condicionamento ácido prévio e segundo passo dos sistemas auto-condicionantes). Mas também são encontrados em menores proporções nos outros frascos. Nos sistemas de dois passos que empregam o condicionamento ácido prévio e nos sistemas auto-condicionantes de passo único estão misturados com os outros componentes na mesma solução (REIS; PEREIRA; GIANINI, (2007).

Todos os sistemas adesivos apresentam algum tipo de solvente em sua composição. Os solventes mais comumente utilizados são a água, o etanol e a acetona. Sua principal função é facilitar o molhamento da superfície dental pelos monômeros resinosos.

Os sistemas adesivos são em sua maioria fotoativados. Os sistemas ativados por luz apresentam nas suas composições o sistema de amins aromáticas e fotoiniciadores, como a canforoquinona, para que a reação de polimerização ocorra através da ativação por luz. No entanto, existem situações clínicas nas quais é impossível utilizar a luz com intensidade suficiente para se iniciar a polimerização do adesivo, como na cimentação de pinos pré-fabricados e de algumas restaurações indiretas (REIS; PEREIRA; GIANINI, 2007).

Além dos componentes orgânicos nos sistemas adesivos, componentes inorgânicos também podem ser adicionados com a intenção de se melhorar as propriedades mecânicas das interfaces. Os sistemas adesivos foram inicialmente desenvolvidos para promover a união das resinas compostas ao esmalte e à dentina. Após a adequada aplicação e polimerização do sistema de união, existe ainda uma camada fina (entre 10 e 20 μm) na superfície, de monômeros não polimerizados devido à inibição da polimerização pelo oxigênio. Esta camada apresenta grupos vinílicos reativos que vão reagir com a resina composta permitindo a copolimerização, e conseqüentemente a união a este material (VAN NOORT, 2004; REIS; PEREIRA; GIANINI, 2007).

Adesivos de dois passos que utilizam o condicionamento ácido prévio são mais susceptíveis à degradação do que os sistemas de três passos. A aplicação do adesivo em três passos (ácido, primer e adesivo) favorece a copolimerização do primer, e a menor hidrofília da resina polimerizada pode resultar em uma melhor hibridização e menor susceptibilidade à degradação hidrolítica. De Munck et al. (2005), pela revisão da literatura a respeito da durabilidade da união produzida por diferentes técnicas de desmineralização e infiltração no substrato dental, concluíram que a técnica mais eficiente para se produzir uma união duradoura aos tecido dentais ainda é a técnica de três passos que utiliza o condicionamento ácido prévio. Deste modo, qualquer simplificação nos procedimentos adesivos resultaria em uma redução na eficiência da união. Segundo os autores, a única técnica que se aproxima deste padrão é a técnica auto-condicionante de dois passos.

3 Proposição

3 PROPOSIÇÃO

No presente trabalho, o objetivo foi avaliar a resistência da união adesiva de uma cerâmica vítrea fixada sobre o esmalte de dentes bovinos. Dois métodos de cimentação foram examinados – um, polimerizando-se o adesivo previamente à fixação com o cimento; outro, polimerizando-se o adesivo simultaneamente ao cimento. A combinação entre dois diferentes tipos de adesivos e dois diferentes tipos de cimentos, aplicada aos métodos de cimentação, resultou na formação de oito condições de cimentação.

A hipótese de nulidade formulada é a de que os índices de resistência adesiva obtidos com as duas técnicas de cimentação e com os diferentes agentes de fixação são equivalentes.

4 Material e Métodos

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Os corpos de prova consistiam do conjunto formado por um pequeno cilindro cerâmico – que simulava uma faceta – cimentado na face vestibular da coroa de um dente incisivo bovino, que estava fixado em um bloco cilíndrico de resina epóxica.

As ilustrações deste texto encontram-se agrupadas na página final deste capítulo.

4.1 Seleção e preparo dos dentes

Foram utilizados 80 incisivos superiores bovinos, selecionados a partir de um lote de 150 dentes recém-extraídos. Os que apresentavam trincas, coloração alterada ou quaisquer defeitos estruturais – visíveis a olho nú – foram eliminados da pesquisa. Foram limpos com curetas, escovas e água corrente, e então, conservados em solução de cloramina T a 1%. As raízes foram seccionadas no plano perpendicular ao do longo eixo do dente, com auxílio de um disco diamantado, com refrigeração de água. A referência para o corte era a junção cimento-esmalte da face vestibular. Em seguida, as coroas foram armazenadas em água deionizada, a temperatura ambiente, no interior de potes de plástico fechados.

Cada coroa era então incluída em resina epóxica translúcida no interior de moldes de uma silicona de condensação. Os dentes eram posicionados no interior dos moldes de uma maneira que a superfície plana de suas faces vestibulares (terço médio) ficasse paralela à direção da carga aplicada no ensaio. Vinte e quatro horas depois da manipulação da resina

epóxica (proporção de 10g de base para 1g de catalisador), os cilindros de resina eram removidos do molde e sua circunferência era ajustada (com broca de tungstênio, em baixa rotação) para permitir o encaixe no dispositivo metálico. Os cilindros de resina obtidos tinham 1cm de altura e 2,5cm de diâmetro. Esta dimensão permitia que os corpos de prova resultantes pudessem ser adaptados a um dispositivo metálico utilizado no ensaio de cisalhamento, que será ainda descrito neste texto.

As superfícies correspondentes à face vestibular das coroas foram desgastadas e aplanadas em uma lixadeira (Arotec – SP, Brasil), pelo uso de lixas de carbureto de silício (Norton – SP, Brasil) com irrigação abundante. A padronização das superfícies de esmalte foi obtida com a aplicação de lixas com granulações decrescentes de números 320, 400 e 600. A superfície de esmalte vestibular era desgastada até se obter uma área exposta de aproximadamente 80mm². A profundidade do desgaste era da ordem de aproximadamente 0,5mm. Antes de serem armazenadas em água deionizada, estas amostras passavam por limpeza ultrassônica, também com água deionizada. Cabe ressaltar que os dentes foram mantidos hidratados ao longo de todo processo de trabalho, salvo o momento da cimentação.

4.2 Confeção das peças cerâmicas

As pastilhas de cerâmica IPS e.max press foram obtidas a partir de padrões de resina acrílica (Duralay, Reliance Dental Mfg., Co., IL, EUA) pela técnica da cera perdida – neste caso, resina acrílica perdida – que é o método usual de trabalho no caso de cerâmicas prensadas. Dez cilindros de resina, polimerizada no interior de tubetes de anestésico usados em odontologia, foram torneados para que tivessem 5mm de diâmetro – verificado com paquímetro digital (Starrett, SP, Brasil) e seccionados com 25mm de comprimento. Tanto o processo de inclusão destes padrões, como o de fundição e de limpeza da

cerâmica foi realizado de acordo com as especificações contidas no manual de instruções do fabricante da cerâmica. Cada um destes cilindros de cerâmica era então fixado com godiva de baixa fusão em uma base de resina acrílica e seccionado transversalmente – utilizando-se um disco diamantado, em uma máquina de cortes precisos (South-bay Tech, San Clemente, CA, EUA) – para que fossem obtidas 8 pastilhas cilíndricas com 5mm de diâmetro e 2,1mm de espessura. Em seguida, o conjunto de 8 pastilhas era fixado com godiva em uma outra base acrílica para que fosse retificado o aplanamento de uma das superfícies planas, que será denominada superfície – ou face – de fixação ou cimentação. Este tratamento – de padronização da superfície de cimentação da cerâmica – foi feito com o mesmo equipamento e com os mesmos tipos de lixas descritos no preparo da superfície de esmalte. As pastilhas, assim obtidas, apresentavam espessura uniforme de 2mm.

4.3 Materiais utilizados

A cerâmica, os adesivos, os cimentos e os materiais utilizados no tratamento das superfícies aderentes estão relacionados, respectivamente, nos Quadros 1, 2, 3 e 4.

Quadro1 – Cerâmica vítrea de dissilicato de lítio

Material	IPS e.max Press
Fabricante	Ivoclar Vivadent; Schaan, Liechtenstein
Composição (%)	SiO ₂ (57 – 80); Li ₂ O (11 – 19); K ₂ O (0 – 13); P ₂ O ₅ (0 – 11); ZrO ₂ (0 – 8); ZnO (0 – 8); Outros óxidos (0 – 10)
Lote	L25868

Quadro 2 – Adesivos

Material	Fabricante	Composição	Lote
Adper Single Bond 2	3M ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos	Bis-GMA, HEMA, UDMA, glicerolato bisfenol A, copolímero ácido polialquenoico, dimetacrilato, água e etanol	8RM
Optibond FL	Kerr Corporation, Orange, CA, Estados Unidos	<u>Primer:</u> HEMA, GPDM, PAMM, etanol, água e fotoiniciador <u>Adesivo:</u> TEGDMA, UDMA, GPDM, HEMA, Bis-GMA, partículas de carga e fotoiniciador	Primer 3098093 Adesivo 3095862

Quadro 3 – Cimentos

Material	Fabricante	Composição	Lote
RelyX ARC	3M ESPE, St. Paul, MN, Estados Unidos	Bis-GMA, TEGDMA, polímero dimetacrilato, partículas de zircônia e sílica	GW9JJ
Variolink II (base)	Ivoclar Vivadent AG; Schaan, Liechtenstein	Dimetacrilatos, carga inorgânica (sílica, vidro de bário, trifluoreto de itérbio), catalisadores, estabilizadores e pigmentos	L31516

Quadro 4 – Condicionadores do esmalte e da cerâmica

Material	Fabricante	Composição	Lote
Condac 37 - FGM	DENTSCARE LTDA, Joinville, SC, Brasil	Ácido fosfórico a 37%, espessante, corante e água deionizada	210109
Condicionador de Porcelanas.	Dentsply LTDA, Petrópolis, RJ, Brasil	Ácido fluorídrico a 10%, água, espessante e corante	178312B
Silano	Angelus S/A, Londrina, PR, Brasil	Silano e etanol	10915

4.4 Tratamento das superfícies de cimentação

4.4.1 ESMALTE

Para todas as condições de cimentação, o tratamento da superfície do esmalte foi executado da forma relacionada abaixo, utilizando-se pincéis descartáveis (Cavibrush, FGM, Joinville, SC, Brasil) para a aplicação dos ácidos:

- Secagem com jato de ar comprimido, por aproximadamente 15 segundos.
- Aplicação de ácido fosfórico por 30 segundos, seguida de lavagem com jato de água pelo mesmo tempo.
- Secagem com jato de ar comprimido, por aproximadamente 15 segundos.

4.4.2 CERÂMICA

Da mesma forma que para o esmalte, a superfície de fixação das cerâmicas de todos os grupos foram tratadas com isonomia, da seguinte forma:

- Secagem com jato de ar comprimido, por aproximadamente 15 segundos.
- Aplicação de ácido fluorídrico por 20 segundos, seguida de lavagem com jato de água pelo mesmo tempo.
- Secagem com jato de ar comprimido, por aproximadamente 15 segundos.
- Aplicação de ácido fosfórico por 1 minuto, com suave agitação do pincel.
- Remoção do excesso de ácido com jato de água e imersão em água deionizada, em cuba de ultrassom, por 5 minutos.
- Secagem com ar comprimido por aproximadamente 15 segundos.
- Aplicação do silano, por 1 minuto.
- Secagem do silano (evaporação do solvente – álcool) por 1 minuto com jato de ar quente ($50^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$), por meio de um aparelho secador de cabelo comum.

4.5 Constituição dos grupos

Foram confeccionados 10 corpos de prova para cada uma das 8 condições estudadas. Para facilitar citações subsequentes, os grupos representativos destas condições foram identificados por siglas, da forma seguinte:

- 1) **Grupo RX SB CF** – Cimento RelyX; adesivo Single Bond, com fotopolimerização antecedente à aplicação do cimento.
- 2) **Grupo RX SB SF** - Cimento RelyX; adesivo Single Bond, sem fotopolimerização antecedente à aplicação do cimento.
- 3) **Grupo RX OB CF** - Cimento RelyX; adesivo Optibond FL, com fotopolimerização antecedente à aplicação do cimento.
- 4) **Grupo RX OB SF** - Cimento RelyX; adesivo Optibond FL, sem fotopolimerização antecedente à aplicação do cimento.
- 5) **Grupo VL SB CF** - Cimento Variolink II, adesivo Single Bond, com fotopolimerização antecedente à aplicação do cimento.
- 6) **Grupo VL SB SF** - Cimento Variolink II, adesivo Single Bond, sem fotopolimerização antecedente à aplicação do cimento.
- 7) **Grupo VL OB CF** - Cimento Variolink II, adesivo Optibond FL, com fotopolimerização antecedente à aplicação do cimento.
- 8) **Grupo VL OB SF** - Cimento Variolink II, adesivo Optibond FL, sem fotopolimerização antecedente à aplicação do cimento.

4.6 Técnica de cimentação

Grupo RX SB CF:

A partir de uma gota do adesivo Adper Single Bond 2 depositada em um casulo plástico, aplicava-se – com um pincel descartável – uma fina camada do produto sobre a superfície de fixação da cerâmica; um jato de ar comprimido era direcionado sobre a peça por 10 segundos para acelerar a evaporação do solvente. Em seguida, o adesivo era fotopolimerizado por 10 segundos, a 1cm de distância da ponta do aparelho de lâmpada halógena (Degulux soft-start, Degussa, GmbH, Alemanha), que fornecia 500mW/cm² de potência – verificada com um radiômetro (Demetron Research Co., Danbury,

CT. EUA). Imediatamente, o adesivo era aplicado sobre o dente, de modo semelhante ao acima descrito.

O cimento RelyX é um material de cura química, que pode ser acelerada pela aplicação de luz visível. É apresentado em uma seringa dupla que contém as pastas A e B; a extrusão de partes iguais das pastas é conseguida pressionando-se uma alavanca acoplada ao dispositivo. O material (cor A3) era dispensado sobre uma placa de vidro, manipulado com uma espátula nº 24 por 10 segundos e aplicado na face adesiva da pastilha com uma espátula nº 1 de ponta delgada. Com o auxílio de uma pinça “porta-bracket”, a pastilha cerâmica era posicionada e assentada sobre o dente. De imediato, o conjunto era submetido a uma compressão vertical exercida com o auxílio de um dispositivo que possuía duas plataformas; uma inferior na qual se posicionava o corpo de prova, e uma superior, móvel, que se encaixava em 2 hastes verticais, presas à base. Sobre a plataforma superior colocavam-se lingotes com massa variável, que no caso deste trabalho era de 500g. Fixada na parte intermediária da plataforma superior, uma haste vertical com ponta afilada e romba apoiava-se sobre o centro da pastilha. Aguardava-se 10 segundos para que o cimento escoasse e aplicava-se luz por 5 segundos – à distância de aproximadamente 5cm – ao redor da peça. Deste modo o cimento apresentava a consistência adequada para a remoção dos excessos, pelo uso de um esculpidor hollembach nº 3s, com a peça ainda estabilizada pela compressão vertical. Removia-se o corpo de prova do dispositivo e efetuava-se a fotopolimerização do cimento, por 60 segundos, com a ponteira do aparelho encostada na cerâmica.

Grupo RX SB SF:

A técnica de cimentação neste grupo era equivalente à do grupo RX SB CF. Entretanto não se fazia a fotopolimerização do adesivo, tanto na cerâmica como no dente, antes da aplicação do cimento – ou seja, a fotopolimerização de ambos era efetuada simultaneamente, depois que a peça estava assentada sobre o dente, da forma descrita no caso anterior.

Grupo RX OB CF:

A aplicação do sistema adesivo (Optibond FL), neste grupo, era feita em dois passos para o esmalte. Primeiro se aplicava uma fina camada do “primer” com subsequente jato de ar por 15 segundos, para facilitar a evaporação do solvente. A resina adesiva do 2º frasco (“bond”) era sobreposta, também numa demão, com movimentos suaves do pincel, sobre a primeira. Aplicava-se aqui, também, um jato de ar com o propósito de uniformizar o material – pois neste caso não havia solvente para ser evaporado. Neste momento efetuava-se a fotoativação por 10 segundos, na mesma condição descrita para o grupo RX SB CF. Todavia, sobre a cerâmica, utilizava-se apenas esta resina do 2º frasco, que contém os monômeros hidrofóbicos. Fazia-se a fotoativação, como descrito anteriormente.

Grupo RX OB SF:

Repetia-se, neste grupo, o mesmo procedimento empregado no anterior; entretanto, a fotoativação do adesivo era feita depois de assentada a cerâmica sobre o dente, como explicado no grupo RX SB SF.

Grupo VL SB CF:

O cimento Variolink II é apresentado em seringas individuais, com matizes variados. Sua polimerização pode ser obtida pela mistura da pasta base com a pasta catalisadora, ou apenas pela exposição da pasta base à radiação luminosa de um aparelho fotopolimerizador. Neste trabalho, empregou-se apenas a pasta base, de cor A3.

Repete-se, neste grupo, o método empregado no grupo RX SB CF, excetuando-se o da manipulação do cimento. Aqui, este era coletado diretamente na seringa recipiente com a espátula que era usada para depositá-lo sobre a superfície cerâmica.

Grupo VL SB SF:

O mesmo método do grupo RX SB SF, com ressalva à manipulação do cimento, como observado na descrição do grupo anterior a este.

Grupo VL OB CF:

O mesmo método do grupo RX OB CF, com ressalva à manipulação do cimento, como observado anteriormente.

Grupo VL OB SF:

O mesmo método do grupo RX OB SF, com ressalva à manipulação do cimento, como observado anteriormente.

4.7 Ensaio de resistência ao cisalhamento

Após a cimentação as amostras foram armazenadas em água deionizada – a 37° C, por 24 horas – para que fossem submetidas ao ensaio de resistência ao cisalhamento. Os testes de resistência ao cisalhamento foram executados em uma máquina de ensaios universal (Kratos, SP, Brasil), com célula de carga de 500Kgf e velocidade de deslocamento de 0,5mm / minuto. As amostras eram inseridas por uma abertura posterior em um dispositivo metálico, que possuía um jogo de parafusos com a função de fixá-las firmemente. O dispositivo fixado à base da máquina de ensaio tinha, também, uma pequena abertura na parte superior, por onde se passava um fio de aço nº 0,8, na forma de uma alça, que, contornando a pastilha cerâmica, junto à superfície dental, transmitia a carga até que ocorresse a ruptura da união adesiva (Figura 1).

Figura 1 – Dispositivo fixado na base da máquina de ensaio onde se observa o fio de aço na forma de uma alça contornando a pastilha cerâmica cimentada no dente

A carga máxima suportada por cada amostra era registrada em Kgf, cujos valores divididos pela área de união resultavam nos índices de tensão ao cisalhamento expressos em MPa.

Os dados individuais detectados foram posteriormente submetidos ao tratamento estatístico, o qual constou inicialmente de uma análise de variância, seguida de um teste de correlação múltipla, cujos resultados podem ser encontrados no capítulo seguinte.

4.8 Caracterização das fraturas

As superfícies dos dentes e dos discos cerâmicos foram fotografados com máquina do tipo SLR digital, lente fixa de 60mm, macro, na

proporção de 1:1. Posteriormente, as imagens foram recortadas para evidenciar o sítio de fixação, e tratadas nos aspectos de contraste e brilho.

Classificou-se o tipo de rompimento da seguinte forma:

A – fratura adesiva (entre os materiais de fixação e o esmalte).

B – fratura mista (coesiva nos materiais de fixação e adesiva entre eles e o esmalte).

C – fratura coesiva no esmalte.

As imagens obtidas estão representadas no apêndice do trabalho. Na Figura 2 estão representados exemplos dos três tipos de rompimentos, de acordo com a classificação proposta.

Figura 2 – Fraturas: três tipos de rompimentos

5 Resultados

5 RESULTADOS

5.1 Tensão de cisalhamento

Os valores individuais (expressos em MPa) de resistência ao cisalhamento para cada uma das oito condições estudadas são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1- Valores individuais de resistência ao cisalhamento das amostras, expressos em MPa

Grupo	RXSBCF	RXSBSF	RXOBCF	RXOBSF	VLSBCF	VLSBSF	VLOBCF	VLOBSF
Amostra								
1	18.65	37.03	25.02	34.21	25.14	18.63	24.62	32.81
2	36.46	31.41	29.17	31.39	26.44	34.29	25.42	38.16
3	30.99	34.58	30.64	28.99	30.24	41.23	34.51	32.66
4	30.01	35.51	34.16	27.34	22.87	29.96	31.76	24.02
5	24.50	37.48	35.91	32.74	35.03	30.11	32.34	32.71
6	34.68	33.94	30.39	32.96	24.27	32.16	33.74	30.34
7	30.21	39.11	30.06	37.48	23.52	23.22	28.32	44.03
8	35.16	24.92	35.81	31.54	22.07	30.24	30.76	35.06
9	32.94	36.51	32.34	24.64	27.87	30.61	24.30	37.06
10	29.02	29.24	26.64	35.13	27.64	29.32	29.22	29.79

A estatística descritiva dos dados obtidos no ensaio de resistência ao cisalhamento é apresentada na Tabela 2. Para ilustrar os dados desta tabela formou-se o Gráfico 1.

Tabela 2 – Estatística descritiva dos dados. x (média); dp (desvio padrão); min (menor valor); max (maior valor); x-dp (média subtraída do desvio padrão); x+dp (média somada ao desvio padrão)

	RXSBCF	RXSBSF	RXOBCF	RXOBSF	VLSBCF	VLSBSF	VLOBCF	VLOBSF
x-dp	24,89	29,65	27,38	27,84	22,59	23,96	25,75	28,26
min	18,65	24,92	25,02	24,64	22,07	18,63	24,30	24,02
x	30,26	33,97	31,01	31,64	26,51	29,98	29,50	33,66
max	36,46	39,11	35,91	37,48	35,03	41,23	34,51	44,03
x+dp	35,63	38,29	34,64	35,45	30,43	35,99	33,25	39,07
dp	5,37	4,32	3,63	3,81	3,92	6,01	3,75	5,40

Gráfico 1 – Gráfico do tipo caixa e bigode (box-plot) adaptado para a estatística descritiva

A análise da variância a três critérios (ANOVA) revelou diferenças significantes ($p < 0,05$) para o fator tratamento (Tabela 3).

Pode-se observar que, ao nível de significância de 5%, o fator de interação entre cimento e adesivo teve uma correlação fraca ($p=0,049$), próximo do limite de rejeição de H_0 .

Tabela 3 – Análise da variância a três fatores, dos valores da resistência ao cisalhamento (em MPa), e respectivos níveis de probabilidade pelo teste F (p-valor)

ANOVA	1 - CIMENTO / 2 - ADESIVO / 3 - TRATAMENTO					
FATOR	df	MS	df	MS	F	p-level
	Effect	Effect	Error	Error		
1	1	65,55820465	72	21,24707794	3,085516214	0,083
2	1	32,48700333	72	21,24707794	1,529010534	0,220
3	1	179,1609802	72	21,24707794	8,432264328	0,005
12	1	85,20191956	72	21,24707794	4,010053635	0,049
13	1	13,56304455	72	21,24707794	0,638348699	0,427
23	1	7,116244793	72	21,24707794	0,334928185	0,565
123	1	17,86050034	72	21,24707794	0,840609729	0,362

O teste de Tuckey de comparações múltiplas foi utilizado para identificar as diferenças reveladas na ANOVA. Os resultados são apresentados na Tabela 4. Pode-se observar que a média do grupo VLSB é inferior à média dos demais grupos. Entretanto, o valor de p ($p=0,047$) está próximo do limite de rejeição de H_0 .

Tabela 4 – Média ($\bar{x}$), desvio-padrão (dp) e tamanho da amostra (N). Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tuckey ($p<0,05$)

Cimento/Adesivo	$\bar{x}$	dp	N
RX SB	32,12 ^a	5,11	20
RX OB	31,33 ^a	3,63	20
VL SB	28,24 ^b	5,25	20
VL OB	31,58 ^a	5,01	20

5.2 Tipos de fratura

Na Tabela 5 estão demonstrados os padrões de fratura observados em cada uma das amostras avaliadas. As ilustrações das amostras estão localizadas nos apêndices.

Tabela 5 – Representação dos tipos de fraturas

Grupo	RXSBCF	RXSBSF	RXOBCF	RXOBSF	VLSBCF	VLSBSF	VLOBCF	VLOBSF
Amostra								
1	B	A	A	A	C	B	B	A
2	B	A	A	A	A	C	A	A
3	B	B	B	A	A	B	A	B
4	C	B	C	A	C	B	B	A
5	C	B	C	A	B	C	B	B
6	B	A	B	A	B	B	B	A
7	B	B	A	A	B	B	C	B
8	B	C	C	A	B	A	C	A
9	B	A	B	C	C	B	A	B
10	B	A	A	C	B	B	B	B

6 Discussão

6 DISCUSSAO

A retenção de laminados cerâmicos depende principalmente da força de união do adesivo ao esmalte e à cerâmica. A adesão com o esmalte provavelmente determina o sucesso deste tipo de restauração, pois a força de união à cerâmica supera a que é obtida em esmalte (LIU et al., 2009).

Para Sadek et al. (2005), a definição do sucesso clínico dos materiais restauradores é primordial; entretanto, a princípio sua eficácia deve ser testada com métodos laboratoriais. A variação de valores de resistência adesiva relatados na literatura é atribuída às diferenças entre técnicas de ensaio, aos diferentes tratamentos dos substratos e aos métodos de envelhecimento das amostras (KLOSA et al. 2009).

Ensaio de resistência ao cisalhamento e ensaios de resistência à micro-tração são padrões de testes utilizados para se aferir quantitativamente a retenção de materiais restauradores aos substratos dentários. O método de cisalhamento recebeu muitas críticas na literatura odontológica da década de 1990. De acordo com vários autores, os valores obtidos por meio deste tipo de ensaio são influenciados principalmente pela distribuição não uniforme das tensões geradas (VERSLUIS; TANTBIROJN; DOUGLAS, 1997; DELLA BONA; VAN NOORT, 1995, DEHOFF; ANUSAVICE; WANG, 1995).

Della Bona e van Noort (1995), afirmaram que este tipo de teste é inadequado para verificar o valor da resistência adesiva entre compósitos e cerâmicas. Os dados obtidos pelo modelo de um cilindro aderido a um disco representariam a resistência coesiva do material de base empregado ao invés da resistência de união da interface adesiva. A prevalência de falhas na interface adesiva em testes de resistência à tração evidencia que este método é mais apropriado para avaliar a união entre compósitos e cerâmicas. Todavia, Akgungor, Akkayan e Gaucher, 2005 consideram que tensões de cisalhamento

são as causas originais das falhas adesivas dos materiais restauradores *in vivo*.

Com o objetivo de superar estas limitações, Sano et al. (1994) desenvolveram um teste de resistência à microtração, atualmente considerado como o mais confiável para avaliar a resistência de ligação entre adesivos e substratos de interesse odontológico (DELLA BONA; ANUSAVICE; SHEN, 2000). Contudo, algumas restrições são descritas na literatura pertinente. Zohairy et al. (2004) demonstraram que a fixação lateral dos espécimes utilizados em testes de microtração causa tensões não uniformes no corpo do material. Observaram, também, que o meio mais eficiente para evitar a distribuição não uniforme de tensões se dá pela aplicação da carga nos extremos superiores e inferiores do espécime. Sadek et al. (2005) levantaram questões a respeito da validade dos testes de microtração para o substrato de esmalte. Com este tipo de teste, afirmaram, os valores de resistência adesiva em esmalte são equivalentes ou até mesmo inferiores aos obtidos em dentina; e estas observações não estariam relacionadas às diferentes categorias de adesivos, já que haviam estudado e afastado esta possibilidade em estudos anteriores. Estes autores afirmaram que neste estudo os valores de resistência adesiva em esmalte foram inferiores aos obtidos em dentina. Estes resultados estariam em desacordo com os dados constantes na literatura precedente, fornecidos por testes convencionais de cisalhamento e tração, além de serem discrepantes com o que a experiência clínica de muitos anos indicaria. A hipótese considerada é de que a fragilidade inerente ao esmalte seria responsável pelas falhas dos espécimes, diante de níveis de tensão relativamente baixos, quando comparado com a dentina. Defeitos estruturais, causados pelo mecanismo de corte, foram observados com maior frequência nos espécimes de esmalte, justificando os resultados da resistência adesiva.

No presente trabalho, optou-se pelo ensaio convencional de cisalhamento com alça de fio de aço, pois o objetivo era avaliar a fixação adesiva em esmalte bovino, pela utilização de uma cerâmica de alta resistência. Além dos fatos acima mencionados, considerou-se a dificuldade para se cortar esta cerâmica em palitos delicados, como requerido no teste de

microtração. Adicionalmente, trata-se de uma linha de pesquisa dos autores envolvidos, e, portanto, a disponibilidade de meios materiais foi facilitada.

A possibilidade de se aplicar os dados obtidos nos ensaios mecânicos em que se utilizam dentes bovinos tem sido considerada na literatura odontológica (LOPES et al., 2003). De fato, a dificuldade crescente de se obter dentes humanos íntegros tem conduzido muitos pesquisadores a atentar para substratos alternativos. Em muitos dos estudos a este respeito os resultados observados apresentaram valores semelhantes aos de dentes humanos (NAKAMICHI; IWAKU; FUSAYAMA, 1983; ROMANO et al., 2004; MOTA et al., 2003).

Neste estudo, o esmalte bovino foi empregado para simular a situação de uma restauração laminada de cerâmica. Como pode ser observado no capítulo de revisão da literatura, a fixação dos laminados é, ou deveria ser, efetuada preferencialmente em esmalte. Os objetivos principais, dada a condição conservadora deste tratamento, são: preservação de tecido dental, e obtenção de máxima resistência adesiva, que é alcançada sobretudo em esmalte, e não em dentina.

A hipótese de nulidade enunciada neste trabalho foi rejeitada com base nos resultados observados. A média dos valores de resistência de união na técnica de fotoativação simultânea do adesivo e do cimento foi significativamente superior à da outra condição estudada. Entre as quatro possíveis combinações de adesivos e cimentos, o grupo representado pelo adesivo Single Bond e pelo cimento Variolink apresentou índice de resistência menor do que os outros três grupos, que tiveram médias semelhantes. Entretanto, pode-se observar que, ao nível de significância de 5%, o fator de interação entre cimento e adesivo teve uma correlação fraca ($p=0,049$), próximo do limite de rejeição de H_0 . Com efeito, ao se considerar as possíveis variações locais do substrato dentário e a influência do erro humano na aplicação da técnica operatória, há grande probabilidade de se obter resultados equivalentes entre os quatro grupos se, por exemplo, forem utilizados dentes humanos.

Neste contexto, pode-se questionar se o adesivo fotopolimerizável deve ser ativado previamente à fixação com o cimento, no caso de restaurações indiretas de cerâmica. Frankenberger et al., (2007) não observaram diferença de resistência adesiva em “inlays” de compósito cimentados com três tipos de adesivos, ao polimerizá-los separadamente ou simultaneamente ao cimento. Atribuíram o resultado à hipótese de que os adesivos, ao serem submetidos ao jato de ar, apresentariam uma camada tão fina que, devido à inibição pelo oxigênio, não seriam efetivamente polimerizados, a despeito da ativação luminosa por 40 segundos.

Há consenso, na literatura, de que restaurações indiretas de cerâmicas com espessuras superiores a 2mm deveriam ser fixadas com cimentos autopolimerizáveis ou de cura dupla (LOPES et al., 2004; AKGUNGOR; AKKAYAN; GAUCHER, 2005; KRAMER et al., 2008; ACQUAVIVA et al., 2009). Entretanto, sabe-se que os cimentos de cura dupla deveriam ser fotoativados, pois apenas a polimerização química não proporciona a completa polimerização dos monômeros. Um aspecto desvantajoso deste tipo de cimento é a alteração de cor (para o amarelo) devido aos grupamentos amina empregados na polimerização química. (AKGUNGOR; AKKAYAN; GAUCHER, 2005).

Considera-se (de acordo com as referências citadas no parágrafo anterior) que peças restauradoras cerâmicas com espessuras inferiores a 2mm são adequadas para cimentação com agentes exclusivamente fotopolimerizáveis. Indica-se, porém, que o tempo de exposição à luz seja aumentado em relação ao utilizado em restaurações diretas, para garantir a efetiva polimerização do material.

Nas restaurações diretas de resina composta a fotopolimerização precedente do adesivo é indiscutivelmente indicada. Além da questão prática de inserção do compósito, que não se assenta adequadamente na cavidade quando o adesivo está fluido – deve-se levar em conta que a polimerização adequada do adesivo permite que haja alta taxa de conversão dos monômeros e permite a formação de uma camada híbrida apropriada. No entanto, o

benefício da fotoativação em separado do adesivo para restaurações indiretas não está ainda bem estabelecido (RECHENBERG; GÖHRING; ATTIN, 2010).

Deve-se ponderar, outrossim, que a dupla camada rígida estabelecida pelo adesivo polimerizado – uma na superfície dentária, outra na superfície cerâmica – prejudicará a correta adaptação da peça. Esta é a razão para se investigar o efeito que tal estratégia terá sobre aspectos como resistência adesiva e adaptação da restauração. A fotopolimerização do adesivo após a inserção da peça restauradora promoveu melhor adaptação marginal das incrustações no estudo conduzido por Rechenberg, Göhring e Attin (2010). Para estes autores, quando a restauração cerâmica é cimentada sobre o adesivo já polimerizado, o espaço entre a restauração e o dente é aumentado devido à desadaptação. A espessura da película de adesivo é muito variável, de acordo com a efetividade do jato de ar empregado para evaporar o solvente e da característica específica de cada material. Geralmente, escreveram os citados autores, a espessura média da camada de adesivo varia entre 6 e 300µm, dependendo da geometria cavitária e do material utilizado.

Segundo Alster et al., (1995), juntas adesivas delgadas são consideradas mais fortes do que as mais espessas. No estudo, demonstraram uma variação inversa entre a espessura da camada cimentante e a resistência à tração. A explicação provável, disseram, se dá pela distribuição de tensões diferentes entre uma e outra condição.

Para D'Arcangelo et al., (2009), embora a espessura da camada cimentante possa ser um fator determinante da resistência adesiva, relacionada à distribuição das tensões, a relação entre esse fator e a resistência ao cisalhamento e à tensão, observadas em ensaios permanece obscura.

Arrais et al., (2008) citam a falta de consenso entre os fabricantes, na indicação da polimerização prévia do adesivo em restaurações indiretas. Crêem que, clinicamente, a fotopolimerização simultânea de adesivo e cimento seja vantajosa. Estão de acordo com o raciocínio de que a espessura da

camada adesiva polimerizada causará a desadaptação da peça restauradora, ocasionando discrepâncias marginais e interferências oclusais (HIKITA et al., 2007).

Chapman et al., (2007) obtiveram resultados diferentes de resistência adesiva entre esmalte e dentina influenciados pela polimerização simultânea de adesivos e cimentos. No caso do esmalte, a resistência adesiva não foi influenciada por esta abordagem; mas em dentina, houve diminuição da resistência, com esta técnica. Concluíram que, sob a perspectiva clínica, a fotopolimerização simultânea pode ser utilizada em restaurações aderidas exclusivamente ao esmalte.

Os adesivos aplicados no presente estudo dependem do condicionamento da superfície aderente com ácido fosfórico, com concentrações entre 30% e 40%. Um – Optibond FI – pertence à categoria de adesivos de dois frascos e três passos. Pode ser considerado, ainda hoje, como “padrão ouro” para adesão em esmalte. O outro – Single bond – é classificado como de um frasco e dois passos. No primeiro, os monômeros hidrófilos estão contidos em um frasco, e os hidrófobos, no outro. Esta característica é vantajosa para a cimentação de cerâmicas pois neste substrato não há necessidade de se aplicar os monômeros hidrófilos. No segundo, os dois tipos de monômeros estão juntos no único frasco.

Embora alguns adesivos mais recentes, conhecidos como autocondicionantes, apresentem qualidades importantes na prática clínica, e sejam eficientes na adesão em dentina, não suplantam os adesivos aqui utilizados no aspecto de resistência adesiva, sobretudo em esmalte (ERICKSON; BARKMEIER; LATTA, 2009).

Os procedimentos de preparação da superfície cerâmica empregados neste estudo estão de acordo com os propostos na literatura pertinente, descrita no capítulo de revisão da literatura. Têm como objetivo propiciar uma ligação físico-química entre a cerâmica e os adesivos, por meio da criação de microporosidades na superfície e por meio da interação química assegurada pelos agentes de ligação silanos.

Os dois tipos de cimentos utilizados são compósitos com viscosidade apropriada para cimentação adesiva. Como foi explicado no capítulo Materiais e métodos, o cimento Variolink teve apenas a pasta de formulação fotopolimerizável utilizada. Esta ressalva é necessária, pois o produto é apresentado também como de cura dupla, que se obtém pela manipulação desta pasta base com uma pasta catalisadora, vendida separadamente. O cimento RelyX só pode ser utilizado pela manipulação das duas pastas contidas no dispositivo continente.

As fraturas observadas nas imagens presentes no apêndice deste trabalho foram classificadas como: adesivas, mistas e coesivas em esmalte. Estas últimas ocorreram para todos os grupos e podem influenciar os resultados de resistência do conjunto. Como já relatado, é um fenômeno pertinente ao método de ensaio. O que se vê são imagens macroscópicas dos espécimes, e, portanto não é possível distinguir a presença do adesivo sobre o esmalte. As fraturas indicadas como adesivas na Tabela 5 são apenas indicativas de que o conjunto formado por cimento e adesivo não é identificável na imagem. Em muitos espécimes, entretanto, é nítido o tipo de rompimento em que parte do cimento e do adesivo permaneceram unidos ao esmalte. Não é possível estabelecer qualquer vínculo entre os padrões de fratura e os valores de resistência adesiva.

Por fim, a respeito das implicações clínicas do presente estudo, deve-se ter em mente que os procedimentos foram executados em uma bancada de laboratório, sem agentes contaminantes, como a saliva, por exemplo. Os discos cerâmicos e a superfície aderente do esmalte eram planos, não oferecendo, portanto, qualquer dificuldade de assentamento das peças.

Quanto aos resultados, indicam que, em relação à resistência adesiva, a técnica em que o adesivo e o cimento são polimerizados simultaneamente após o assentamento da peça restauradora pode ser utilizada com sucesso na cimentação de laminados cerâmicos, quando aderidos predominantemente em esmalte.

7 Conclusões

7 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos neste estudo, considerando suas limitações, é razoável concluir que:

- 1) A técnica de cimentação com fotopolimerização simultânea do adesivo com o cimento produziu índices de resistência superiores aos obtidos pela técnica de fotopolimerização prévia do adesivo.
- 2) A combinação do adesivo Single Bond 2 com o cimento Variolink II resultou em menores valores de resistência adesiva, diante das outras três combinações de cimentos e adesivos formadas.

Referências

REFERÊNCIAS¹

Acquaviva PA, Cerutti F, Adami G, Gagliani M, Ferrari M, Gherlone E. Degree of conversion of three composite materials employed in the adhesive cementation of indirect restorations: a micro-Raman analysis. *J Dent.* 2009 Aug.;37(8):610-5.

Akgungor G, Akkayan B, Gaucher H. Influence of ceramic thickness and polymerization mode of a resin luting agent on early bond strength and durability with a lithium disilicate-based ceramic system. *J Prosthet Dent.* 2005 Sep.;94(3):234-41.

Alster D, Feilzer AJ, De Gee AJ, Davidson CL. Tensile strength of thin resin composite layers as a function of layer thickness. *J Dent Res.* 1995 Nov.;74(11):1745-8.

Arrais CA, Rueggeberg FA, Waller JL, de Goes MF, Giannini M. Effect of curing mode on the polymerization characteristics of dual-cured resin cement systems. *J Dent.* 2008 June;36(6):418-26.

Associação Brasileira de Cerâmica. Informações técnicas - definição e classificação. São Paulo: ABC; [20-?] [acesso 2011 jul. 04]. Disponível em: <http://www.abceram.org.br/site/index.php?area=4&submenu=46>.

Ayad MF, Fahmy NZ, Rosenstiel SF. Effect of surface treatment on roughness and bond strength of a heat-pressed ceramic. *J Prosthet Dent.* 2008 Feb.;99(2):123-30.

Aykor A, Ozel E. Five-year clinical evaluation of 300 teeth restored with porcelain laminate veneers using total-etch and a modified self-etch adhesive system. *Oper Dent.* 2009 Sep.-Oct.;34(5):516-23.

¹ Normas de Vancouver: *Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals: Writing and Editing for Biomedical Publication*, do International Committee of Medical Journals Editors (ICMJE) - maio de 2009.

Brunton PA, Aminian A, Wilson NH. Tooth preparation techniques for porcelain laminate veneers. *Br Dent J*. 2000 Sep.;189(5):260-2.

Castelnuovo J, Tjan AH, Phillips K, Nicholls JI, Kois JC. Fracture load and mode of failure of ceramic veneers with different preparations. *J Prosthet Dent*. 2000 Feb.;83(2):171-80.

Chapman JL, Burgess JO, Holst S, Sadan A, Blatz MB. Precuring of self-etching bonding agents and its effect on bond strength of resin composite to dentin and enamel. *Quintessence Int*. 2007 Sep.;38(8):637-41.

Cherukara GP, Seymour KG, Zou L, Samarawickrama DY. Geographic distribution of porcelain veneer preparation depth with various clinical techniques. *J Prosthet Dent*. 2003 June;89(6):544-50.

Chun YH, Raffelt C, Pfeiffer H, Bizhang M, Saul G, Blunck U et al. Restoring strength of incisors with veneers and full ceramic crowns. *J Adhes Dent*. 2010 Feb.;12(1):45-54.

Conrad HJ, Seong WJ, Pesun IJ. Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: a systematic review. *J Prosthet Dent*. 2007 Nov.;98(5):389-404.

D'Arcangelo C, Vanini L, Prosperi GD, Di Bussolo G, De Angelis F, D'Amario M et al. The influence of adhesive thickness on the microtensile bond strength of three adhesive systems. *J Adhes Dent*. 2009 Apr.;11(2):109-15.

De Munck J, van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M et al. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res*. 2005 Feb.;84(2):118-32.

DeHoff PH, Anusavice KJ, Wang Z. Three-dimensional finite element analysis of the shear bond test. *Dent Mater*. 1995 Mar.;11(2):126-31.

Della Bona A, Anusavice KJ, Shen C. Microtensile strength of composite bonded to hot-pressed ceramics. *J Adhes Dent*. 2000 Winter;2(4):305-13.

Della Bona A, Kelly JR. The clinical success of all-ceramic restorations. *J Am Dent Assoc*. 2008 Sep.;139 Suppl:8S-13S.

Della Bona A, van Noort R. Shear vs. tensile bond strength of resin composite bonded to ceramic. *J Dent Res*. 1995 Sep.;74(9):1591-6.

Edelhoff D, Sorensen JA. Tooth structure removal associated with various preparation designs for anterior teeth. *J Prosthet Dent*. 2002 May;87(5):503-9.

El Zohairy AA, de Gee AJ, de Jager N, van Ruijven LJ, Feilzer AJ. The influence of specimen attachment and dimension on microtensile strength. *J Dent Res*. 2004 May;83(5):420-4.

Erickson RL, Barkmeier WW, Latta MA. The role of etching in bonding to enamel: a comparison of self-etching and etch-and-rinse adhesive systems. *Dent Mater*. 2009 Nov.;25(11):1459-67.

Etman MK, Woolford MJ. Three-year clinical evaluation of two ceramic crown systems: a preliminary study. *J Prosthet Dent*. 2010 Feb.;103(2):80-90.

Ferrari M, Patroni S, Balleri P. Measurement of enamel thickness in relation to reduction for etched laminate veneers. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 1992;12(5):407-13.

Foong J, Lee K, Nguyen C, Tang G, Austin D, Ch'ng C et al. Comparison of microshear bond strengths of four self-etching bonding systems to enamel using two test methods. *Aust Dent J*. 2006 Sep.;51(3):252-7.

Fradeani M. Six-year follow-up with Empress veneers. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 1998 June;18(3):216-25.

Fradeani M, Redemagni M, Corrado M. Porcelain laminate veneers: 6- to 12-year clinical evaluation--a retrospective study. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2005 Feb.;25(1):9-17.

Frankenberger R, Lohbauer U, Taschner M, Petschelt A, Nikolaenko SA. Adhesive luting revisited: influence of adhesive, temporary cement, cavity cleaning, and curing mode on internal dentin bond strength. *J Adhes Dent*. 2007;9 Suppl 2:269-73.

Guess PC, Schultheis S, Bonfante EA, Coelho PG, Ferencz JL, Silva NR. All-ceramic systems: laboratory and clinical performance. *Dent Clin North Am*. 2011 Apr.;55(2):333-52.

Guess PC, Strub JR, Steinhart N, Wolkewitz M, Stappert CF. All-ceramic partial coverage restorations--midterm results of a 5-year prospective clinical splitmouth study. *J Dent*. 2009 Aug.;37(8):627-37.

Guess PC, Stappert CF. Midterm results of a 5-year prospective clinical investigation of extended ceramic veneers. *Dent Mater*. 2008 June;24(6):804-13.

Hahn P, Gustav M, Hellwig E. An in vitro assessment of the strength of porcelain veneers dependent on tooth preparation. *J Oral Rehabil*. 2000 Dec.;27(12):1024-9.

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 Jan.;23(1):71-80.

Katoh Y, Taira Y, Kato C, Suzuki M, Shinkai K. A case report of a 20-year clinical follow-up of porcelain laminate veneer restorations. *Oper Dent*. 2009 Sep.-Oct.;34(5):626-30.

Kelly JR. Dental ceramics: what is this stuff anyway? *J Am Dent Assoc*. 2008 Sep;139 Suppl:4S-7S.

Klosa K, Wolfart S, Lehmann F, Wenz HJ, Kern M. The effect of storage conditions, contamination modes and cleaning procedures on the resin bond strength to lithium disilicate ceramic. *J Adhes Dent*. 2009 Apr.;11(2):127-35.

Krämer N, Reinelt C, Richter G, Frankenberger R. Four-year clinical performance and marginal analysis of pressed glass ceramic inlays luted with ormocer restorative vs. conventional luting composite. *J Dent*. 2009 Nov.;37(11):813-9.

Krämer N, Taschner M, Lohbauer U, Petschelt A, Frankenberger R. Totally bonded ceramic inlays and onlays after eight years. *J Adhes Dent*. 2008 Aug.;10(4):307-14.

Liu HL, Lin CL, Sun MT, Chang YH, Liu PR. Damage accumulation simulations in the adhesive of enamel/ceramic interface using the FE submodelling and the element deactivation approaches. *J Adhes Dent*. 2009b June;11(3):199-206.

Lopes MB, Sinhorette MA, Correr Sobrinho L, Consani S. Comparative study of the dental substrate used in shear bond strength tests. *Pesqui Odontol Bras*. 2003 Apr.-June;17(2):171-5.

Lopes LG, Franco EB, Name Neto A, Herrera FS, Kurachi C, Castañeda-Espinosa JC et al. Polymerization of a dual-cured cement through ceramic: LED curing light vs halogen lamp. *J Appl Oral Sci*. 2004 Dec.;12(4):312-6.

McLaughlin G, Morrison JE. Porcelain fused to tooth - the state of the art. *Restorative Dent*. 1988 Nov.;4(4):90-4.

Magne P, Cascione D. Influence of post-etching cleaning and connecting porcelain on the microtensile bond strength of composite resin to feldspathic porcelain. *J Prosthet Dent*. 2006 Nov.;96(5):354-61.

Magne P, Douglas WH. Cumulative effects of successive restorative procedures on anterior crown flexure: intact versus veneered incisors. *Quintessence Int*. 2000 Jan.;31(1):5-18.

Magne P, Magne M. Use of additive waxup and direct intraoral mock-up for enamel preservation with porcelain laminate veneers. *Eur J Esthet Dent*. 2006 Apr.;1(1):10-9.

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

Meng X, Yoshida K, Taira Y, Kamada K, Luo X. Effect of siloxane quantity and pH of silane coupling agents and contact angle of resin bonding agent on bond durability of resin cements to machinable ceramic. *J Adhes Dent*. 2011 Feb.;13(1):71-8.

Meyenberg KH. Nonvital teeth and porcelain laminate veneers--a contradiction? *Eur J Esthet Dent*. 2006 Autumn;1(3):192-206.

Mine A, De Munck J, Vivan Cardoso M, van Landuyt KL, Poitevin A, Kuboki T et al. Enamel-smear compromises bonding by mild self-etch adhesives. *J Dent Res*. 2010 Dec.;89(12):1505-9.

Mota CS, Demarco FF, Camacho GB, Powers JM. Tensile bond strength of four resin luting agents bonded to bovine enamel and dentin. *J Prosthet Dent*. 2003 June;89(6):558-64.

Nakamichi I, Iwaku M, Fusayama T. Bovine teeth as possible substitutes in the adhesion test. *J Dent Res*. 1983 Oct.;62(10):1076-81.

Nattress BR, Youngson CC, Patterson CJ, Martin DM, Ralph JP. An in vitro assessment of tooth preparation for porcelain veneer restorations. *J Dent*. 1995 June;23(3):165-70.

Oquendo A, Brea L, David S. Diastema: correction of excessive spaces in the esthetic zone. *Dent Clin North Am*. 2011 Apr.;55(2):265-81.

Panah FG, Rezai SM, Ahmadian L. The influence of ceramic surface treatments on the micro-shear bond strength of composite resin to IPS Empress 2. *J Prosthodont*. 2008 July;17(5):409-14.

Pegoraro TA, da Silva NR, Carvalho RM. Cements for use in esthetic dentistry. *Dent Clin North Am*. 2007 Apr.;51(2):453-71.

Peumans M, De Munck J, van Landuyt K, Poitevin A, Lambrechts P, van Meerbeek B. Two-year clinical evaluation of a self-adhesive luting agent for ceramic inlays. *J Adhes Dent*. 2010 Apr.;12(2):151-61.

Peumans M, van Meerbeek B, Lambrechts P, Vanherle G. Porcelain veneers: a review of the literature. *J Dent*. 2000 Mar.;28(3):163-77.

Peumans M, van Meerbeek B, Yoshida Y, Lambrechts P, Vanherle G. Porcelain veneers bonded to tooth structure: an ultra-morphological FE-SEM examination of the adhesive interface. *Dent Mater*. 1999 Mar.;15(2):105-19.

Radz GM. Minimum thickness anterior porcelain restorations. *Dent Clin North Am*. 2011 Apr.;55(2):353-70.

Rechenberg DK, Göhring TN, Attin T. Influence of different curing approaches on marginal adaptation of ceramic inlays. *J Adhes Dent*. 2010 June;12(3):189-96.

Reis AF, Pereira PNR, Giannini M. Sistemas adesivos: atualidades e perspectivas. In: Jubileu de Ouro CIOSP [eBook]. Mary Caroline Skelton Macedo, Raphael Baldacci Filho, coordenadores. São Paulo: CIOSP/APCD; 2007.

Romano FL, Tavares SW, Ramalli EL, Magnani MBBA, Nouer DF. Análise *in vitro* da resistência ao cisalhamento de braquetes metálicos colados em incisivos bovinos e humanos. *Rev Dental Press Ortodon Ortop Facial*. 2004 nov./dez.;9(6):63-9.

Rosa BT, Perdigão J. Bond strengths of nonrinsing adhesives. *Quintessence Int*. 2000 May;31(5):353-8.

Sadek FT, Cury AH, Monticelli F, Ferrari M, Cardoso PE. The influence of the cutting speed on bond strength and integrity of microtensile specimens. *Dent Mater*. 2005 Dec.;21(12):1144-9.

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

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

Schulte AG, Vöckler A, Reinhardt R. Longevity of ceramic inlays and onlays luted with a solely light-curing composite resin. *J Dent*. 2005 May;33(5):433-42.

Smales RJ, Etemadi S. Long-term survival of porcelain laminate veneers using two preparation designs: a retrospective study. *Int J Prosthodont*. 2004 May-June;17(3):323-6.

Söderholm KJ. Dental adhesives how it all started and later evolved. *J Adhes Dent*. 2007;9 Suppl 2:227-30.

Spear F, Holloway J. Which all-ceramic system is optimal for anterior esthetics? J Am Dent Assoc. 2008 Sep;139 Suppl:19S-24S.

Stappert CF, Ozden U, Gerds T, Strub JR. Longevity and failure load of ceramic veneers with different preparation designs after exposure to masticatory simulation. J Prosthet Dent. 2005 Aug.;94(2):132-9.

van Landuyt KL, Mine A, De Munck J, Jaecques S, Peumans M, Lambrechts P et al. Are one-step adhesives easier to use and better performing? Multifactorial assessment of contemporary one-step self-etching adhesives. J Adhes Dent. 2009 June;11(3):175-90.

van Noort R. Introdução aos materiais dentários. 2. ed. Porto Alegre: Artmed; 2004.

Apêndices

APENDICE A – Imagem representativa do Grupo 1

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

APENDICE B – Imagem representativa do Grupo 2

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

APENDICE C – Imagem representativa do Grupo 3

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

APENDICE D – Imagem representativa do Grupo 4

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

APENDICE E – Imagem representativa do Grupo 5

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

APENDICE F – Imagem representativa do Grupo 6

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

APENDICE G – Imagem representativa do Grupo 7

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

APENDICE H – Imagem representativa do Grupo 8

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10