



unopar

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU
DOUTORADO EM ODONTOLOGIA

ELOISA HELENA ARANDA GARCIA DE SOUZA

**RESISTÊNCIA À UNIÃO DE UM CIMENTO RESINOSO A
UMA LIGA DE CO-CR UTILIZANDO DIFERENTES
TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE**

Londrina
2017

ELOISA HELENA ARANDA GARCIA DE SOUZA

**RESISTÊNCIA À UNIÃO DE UM CIMENTO RESINOSO A
UMA LIGA DE CO-CR UTILIZANDO DIFERENTES
TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação Strictu Sensu da Universidade Norte do Paraná - UNOPAR, como requisito à obtenção do título de Doutor em Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Danil Guiraldo

Londrina
2017

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Catologação na publicação elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da Universidade Estadual de Londrina.

Dados Internacionais de Catologação-na-Publicação (CIP)

S729r Souza, Eloisa Helena Aranda Garcia de.

Resistência à união de um cimento resinoso a uma liga de Co-Cr utilizando diferentes tratamentos de superfície / Eloisa Helena Aranda Garcia de Souza. – Londrina, 2017.
33 f. : il.

Orientador: Ricardo Danil Guiraldo.

Tese (Doutorado em Odontologia) – Universidade Norte do Paraná, Centro de Pesquisa em Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Odontologia, 2017.

Inclui bibliografia.

1. Cimentos dentários – Teses. 2. Resinas dentárias – Teses. 3.

Materiais dentários – Teses. 4. Dentística operatória – Teses. I. Guiraldo, Ricardo Danil.

II. Universidade Norte do Paraná. Centro de Pesquisa em Ciências da Saúde. Programa

de Pós-Graduação em Odontologia. III. Título.

ELOISA HELENA ARANDA GARCIA DE SOUZA

**RESISTÊNCIA À UNIÃO DE UM CIMENTO RESINOSO A UMA LIGA
DE CO-CR UTILIZANDO DIFERENTES TRATAMENTOS DE
SUPERFÍCIE**

Tese apresentada à UNOPAR, no Doutorado em Odontologia, área e concentração em Dentística, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor conferida pela Banca Examinadora formada pelos professores:

Prof. Dr. Ricardo Danil Guiraldo
Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Murilo Baena Lopes
Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Alcides Gonini Júnior
Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Wagner José Silva Ursi
Universidade Estadual de Londrina

Prof. Dr. Rodrigo Vieira Caixeta
Universidade do Oeste Paulista

Londrina, 23 de Fevereiro de 2017.

Dedicatória

Aos meus amados pais Gilbert Garcia de Souza (“in memorian”) e Benedita Aranda Garcia de Souza por terem sempre me ensinado o correto caminho.

Ao meu filho Rafael motivo de minha perseverança e dedicação à minha carreira.

Aos meus irmãos Ana Lúcia, Patrícia e Marcelo pelo apoio e incentivo.

Agradecimentos

Ao Senhor dos Exércitos, Deus, presença constante em meu coração e em meu caminhar nesta jornada.

À Profa. Dra. Sandrine Berger Guiraldo, pelo encanto de pessoa e esmero na orientação e auxílio na realização dos testes laboratoriais.

Ao Prof. Dr. Ricardo Danil Guiraldo, meu orientador, todo meu respeito e admiração pelo empenho, paciência e disponibilidade essenciais na realização deste trabalho.

Aos professores Prof. Dr. Murilo Baena Lopes, Prof. Dr. Wagner José Silva Ursi, Prof. Dr. Alcides Gonini Júnior e Prof. Dr. Rodrigo Vieira Caixeta pela dedicação e gentileza de participar da nossa banca examinadora.

A todos os professores do curso de Doutorado pela contribuição em minha formação profissional.

Às minhas colegas de turma Maura Dorileo, Gabriela Fleury Seixas e Karen Archangelo pela amizade, apoio e cumplicidade.

À acadêmica da Universidade do Norte do Paraná, Eloisa Paloco, pela sensibilidade e dedicação durante a colaboração nos ensaios laboratoriais

Aos funcionários da Unopar, especialmente Gleydson Navarro Machado, da secretaria de Pós-Graduação, pela amizade e gentileza em sempre estar pronto a nos atender.

À Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, representada pelo Prof. Dr. Hélio Hiroshi Sugimoto e ao Programa de Pós-graduação em Odontologia, representado pelo coordenador Prof. Dr. Alcides Gonini Júnior.

À Profa. Dra. Sueli de Almeida Cardoso pela amizade incondicional e confiança.

Aos colegas docentes da Universidade Estadual de Londrina (Clínica Odontológica Universitária) pelo apoio em minha carreira universitária.

À bibliotecária Angela Maria Dalla Torre, da Clínica Odontológica Universitária (UEL), meus sinceros agradecimentos pela disponibilidade em nos ajudar no levantamento bibliográfico.

Muito Obrigada.

SOUZA, Eloisa Helena Aranda Garcia. **Resistência à união de um cimento resinoso a uma liga de Co-Cr utilizando diferentes tratamentos de superfície.** 33 fls. Tese (Doutorado em Odontologia) - Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Universidade Norte do Paraná, Londrina, 2017.

RESUMO

O objetivo neste estudo foi avaliar a resistência de união ao microcisoramento em uma liga de Co-Cr com um cimento resinoso e diferentes tratamentos de superfície. Setenta e duas barras de Co-Cr (6,5 mm de comprimento x 5,0 mm de largura x 1,0 mm de espessura) foram divididas em seis grupos de acordo com os diferentes tratamentos de superfície (n = 12): Grupo 1 – Scotchbond Multiuso ativado por catalisador (SC); Grupo 2 – Alloy Primer + Scotchbond Multiuso ativado por catalisador (ASC); Grupo 3 – Clearfil Ceramic Primer + Scotchbond Multiuso ativado por catalisador (CSC); Grupo 4 – Primer & Bond 2.1 ativado por catalisador (PS); Grupo 5 – Alloy Primer + Primer & Bond 2.1 ativado por catalisador (APS); e Grupo 6 – Clearfil Ceramic Primer + Primer & Bond 2.1 ativado por catalisador (CPS). Todos os grupos foram pré-tratados com partículas de dióxido de alumínio (50 µm) por 15 segundos. Os grupos G1 e G4 não receberam aplicação de primer para metal, apenas os adesivos Scotchbond Multiuso (forma química) e Primer & Bond 2.1 (forma química). Os primers de metal foram aplicados nos grupos G2 e G5 (Alloy Primer) e nos grupos G3 e G6 (Clearfil Ceramic Primer) e, em seguida, os adesivos. Posteriormente, foi aplicado o cimento resinoso dual Enforce (ativado somente quimicamente). Duas matrizes cilíndricas de plástico transparente (Tygon) de 1 mm de diâmetro foram colocadas nas amostras, onde foi inserido o cimento resinoso Enforce. As matrizes foram removidas e o teste de resistência ao microcisoramento foi realizado. Os dados foram submetidos à Análise de Variância e ao teste de Tukey com significância de 5%. Para os grupos G1 e G4 a resistência de união foi significativamente menor que dos grupos G2 e G5 e os grupos G3 e G6 para ambos adesivos (p < 0,001). A aplicação de primers para tratamento de superfície e adesivos devem ser realizadas no intuito de promover melhor adesão entre metal e cimento resinoso.

Palavras-chave: Cimentos dentários. Cimentação. Resistência ao cisalhamento.

SOUZA, Eloisa Helena Aranda Garcia. **Bond strenght test of resin cement to a Co-Cr alloy using different treatments surface.** 33 fls. Tese (Doutorado em Odontologia) - Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Universidade Norte do Paraná, Londrina, 2017.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the bond strength to micro-shear in a Co-Cr alloy with a resin cement and different surface treatments. Seventy-two Co-Cr bars (6.5 mm long x 5.0 mm wide x 1.0 mm thick) were divided into six groups according to the different surface treatments (n = 12): Group 1 – Scotchbond Multi-Purpose Catalytic Activator (SC); Group 2 – Alloy Primer + Scotchbond Catalyst Activated Multipurpose (ASC); Group 3 – Clearfil Ceramic Primer + Catalyst Activated Multi-Purpose Scotchbond (CSC); Group 4 – Primer & Bond 2.1 activated by catalyst (PS); Group 5 – Alloy Primer + Primer & Bond 2.1 Activated by Catalyst (APS); and Group 6 – Clearfil Ceramic Primer + Primer & Bond 2.1 activated by catalyst (CPS). All groups were pretreated with aluminum dioxide particles (50 µm) for 15 seconds. Groups G1 and G4 did not receive application of primer to metal, only Scotchbond Multipurpose (chemical form) and Primer & Bond 2.1 (chemical form) adhesives. The metal primers were applied to groups G2 and G5 (Alloy Primer) and to groups G3 and G6 (Clearfil Ceramic Primer). Subsequently, the dual resin cement Enforce (activated only chemically) was applied. Two 1 mm diameter transparent plastic cylindrical matrices (Tygon) were placed in the samples, where the resin cement Enforce was inserted. The matrices were removed and the micro-shear strength test was performed. The data were submitted to Analysis of Variance and Tukey test with significance of 5%. For groups G1 and G4 the bond strength was significantly lower than the G2 and G5 groups and the G3 and G6 groups for both adhesives (p <0.001). The application of surface treatment primers and adhesives should be performed in order to promote better adhesion between metal and resin cement.

Keywords: Dental cements. Cementation. Shear strength.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

μm	micrometros
Al_2O_3	óxido de alumínio
G	grupo
G1	grupo 1
G2	grupo 2
G3	grupo 3
G4	grupo 4
G5	grupo 5
G6	grupo 6
mm	milímetro
MPa	Mega Pascal
n	número de espécimes
p	nível de significância
HF	ácido fluorídrico ou tratamento de superfície com ácido fluorídrico
SMQ	Scotchbond Multiuso Químico
AP	Alloy Primer (AP)
CP	Ceramic Primer
PBQ	Primer & Bond 2.1
Co-Cr	cobalto-cromo
Ni-Cr	níquel-cromo
Au-Pd	ouro-paládio
Pd-Ag	paládio-prata
Ni-Cr-Be	níquel-cromo-berílio

Au-Ag-Cu	ouro-prata-cobre
Ni-Ti	níquel-titânio
4 - META	4 - metacriloxietil trinelitato anidro
10 - MDP	10 - metacriloiloxidecil diidrogeno fosfato
MEPS	metacriloiloxialtil tiofosfato

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	13
3	PROPOSIÇÃO.....	18
4	ARTIGO CIENTÍFICO.....	19
5	CONCLUSÃO GERAL.....	31
	REFERÊNCIAS.	32

1 INTRODUÇÃO

A evolução das resinas compostas e os materiais utilizados com o fim de aderirem às estruturas dentais impulsionam o desenvolvimento e a busca da otimização dos materiais para cimentação de peças protéticas metálicas. Com o advento dos cimentos resinosos na Odontologia a substituição dos cimentos de fosfato de zinco e ionômero de vidro tem sido proposta. Em 1988, Shet e Jensen¹ relataram que posteriormente as porcelanas tinham como indicação cimentos de fosfato de zinco e em seguida os cimentos de ionômero de vidro eram indicação para cimentação de cerâmicas. Entretanto, os cimentos resinosos têm sido escolhidos devido ao fato de apresentarem capacidade de união micromecânica à estrutura dental e baixa solubilidade comparados aos cimentos convencionais². Com o surgimento dos cimentos à base de resina, as limitadas propriedades mecânicas e a solubilidade relativamente alta no meio bucal apresentadas pelos cimentos tradicionais, como o de poliacrilato, o de fosfato de zinco e de óxido de zinco e eugenol, estão sendo amenizadas³.

Embora exista uma tendência na escolha de restaurações confeccionadas através das resinas ou das porcelanas, as coroas metalo-cerâmicas ainda são muito utilizadas. Segundo Di Francescantonio e colaboradores⁴ estas são cimentadas convencionalmente com fosfato de zinco ou através dos cimentos ionoméricos. Entretanto, devido às características físicas dos cimentos resinosos eles também são indicados para a cimentação de coroas metalo-cerâmicas⁵.

A cimentação de coroas metalo-cerâmicas ainda tem como escolha os cimentos de fosfato de zinco pelos profissionais por ser um material consagrado há anos em termos de eficácia quanto à retenção. Mas uma vez que os cimentos resinosos também são indicados para a cimentação de peças metálicas, Di Francescantonio e colaboradores⁴, avaliaram a eficácia dos primers adesivos aplicados à ligas metálicas Co-Cr e Ni-Cr quanto à resistência à união de cimentos resinosos, e constataram a eficácia na utilização de um primer de metal quanto à maior força de adesão nestas ligas.

De acordo com Fonseca e colaboradores⁶, a adesão efetiva entre uma estrutura metálica e o agente de cimentação é importante para suportar as diversas alterações do meio bucal. O embricamento mecânico do cimento à estrutura metálica é favorecido através do prévio jateamento através do óxido de alumínio. Já

a união química, esta deve-se à utilização dos primers de metal compostos por monômeros funcionais^{7,8}. Segundo Matsumura e colaboradores⁹ e Yanagida e colaboradores¹⁰, o primer de metal é utilizado para criar uma forte união entre o metal e os materiais à base de resina. O mecanismo deve-se ao fato desse material conter monômeros ativos que promovem união química entre o cimento e os óxidos presentes na superfície metálica. A aplicação de primer para cerâmicas deve ser um passo clínico na cimentação de estruturas cerâmicas reforçadas por dissilicato de lítio¹¹. No entanto a literatura mostra muitas dúvidas quanto à aplicação dos primers de metal e sua eficácia quanto à união dos cimentos resinosos à estrutura metálica¹². Assim, a hipótese nula testada foi que diferentes tratamentos de superfícies não interferem na resistência à união de um cimento resinoso nas estruturas metálicas.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Shet e Jensen¹ (1988) discorreram sobre a utilização das porcelanas substituindo as resinas compostas por apresentarem aparência natural, estabilidade de cor e ataque por ácido na interface de cimentação melhorando a retenção à estrutura dental. Uma vez que a porcelana pode resistir às forças compressivas, a melhor união ao dente aumenta sua força de união e reduz alguma necessidade de mascarar as estruturas metálicas. Afirmaram ainda que historicamente o cimento de fosfato de zinco convencional, como agente cimentante de coroas metalo-cerâmicas e restaurações metálicas fundidas, apenas fornece retenção mecânica.

Ishijima e colaboradores⁵ (1992) relataram que a combinação de ligas metálicas e resina é comum na fabricação de próteses dentárias, e que a fixação de resinas nas ligas metálicas é realizada por retenção mecânica. Uma vez que as próteses dentárias estão sujeitas à carga excessiva e a ciclos térmicos na cavidade bucal, os autores avaliaram a resistência de união de uma resina composta ligada a várias ligas de fundição dentária (Au-Pd; Au-Pd-Ag; Pd-Ag; Ni-Cr-Be; Co-Cr) com três sistemas adesivos. Os cimentos resinosos utilizados foram: Panavia, Sistema Silicoater e Superbond C & B (4-META). (4-metacriloxietil trimelitato anidro). As superfícies metálicas foram tratadas unicamente com óxido de alumínio antes da aplicação dos adesivos. As amostras foram submetidas à ciclagem térmica e testadas num ensaio de resistência à flexão de quatro pontos. Observaram que o ciclo térmico causou uma redução na resistência à união para todas as combinações dos sistemas adesivos e ligas, mas o Sistema Silicoater apresentou a maior resistência à união. Quanto ao sistema 4-META esse se apresentou equivalente ao adesivo Panavia na resistência à união para a maioria das ligas metálicas.

Uma vez que o jato de óxido alumínio é recomendado como pré-tratamento para revestimento térmico à base de sílica, Kern e Thompson⁷ (1993) avaliaram: os efeitos do jateamento e técnicas de revestimento sobre a perda de volume da superfície do material; a morfologia da superfície, e mudanças na composição em uma liga metálica nobre (Au-Ag-Cu) e em duas ligas de metais

básicos (Ni-Cr; Co-Cr) por diferirem amplamente na dureza. Os autores observaram que a perda de volume foi estatisticamente significativa e superior na liga nobre em comparação com as ligas de metais básicos, mas não parece ser crítica para o ajuste clínico de restaurações. Incorporando partículas de óxido de alumínio que foram encontradas em todas as ligas as quais foram submetidas ao procedimento padronizado pelo jato, resultaram em maior perda de volume na liga de metal nobre em comparação com as duas ligas de metais básicos.

Diaz-Arnold e Vargas² (1999) reviram cinco tipos de cimentos quanto às suas vantagens, desvantagens, e indicações. Analisaram os seguintes cimentos: fosfato de zinco, policarboxilato, ionômero de vidro, cimento resinoso, e os ionômeros modificados por resinas. Observaram que cada agente de cimentação possui suas características quanto ao comportamento físico-químico. Nenhum cimento é considerado ideal para todas as situações e a técnica de manipulação e emprego exigem passos sensíveis. Afirmaram que para garantir o sucesso clínico, o profissional deve se familiarizar com os pontos fortes, limitações e requisitos de manuseamento de cada classe de cimento para cimentação de próteses.

Yanagida e colaboradores⁸ (2002) avaliaram os efeitos da preparação da superfície de oito condicionadores de metais e um sistema adesivo sobre a ligação entre um compósito utilizado para prótese e titânio fundido. Oito condicionadores de metal (Acryl Bond; All-Bond 2 Primer B; Alloy Primer; Cesead II Opaque Primer; EyeSide Opaque Primer; Metafast Bonding Liner; Metal Primer II; MR Bond), bem como uma técnica de modificação de superfície (Siloc). Os espécimes em forma de disco foram feitos a partir do titânio e foram tratados com um dos oito iniciadores ou tratados com o sistema Siloc e em seguida unidos com um compósito (Artglass). Após a termociclagem, dois grupos, tanto preparado com o material opaco Cesead II Primer ou tratados com o sistema Siloc exibiram maior resistência união comparados a outros grupos. Concluíram que este dois sistemas são considerados como sendo úteis para melhorar a união entre o titânio e o material composto testado (Artglass).

No estudo de Matsumura e colaboradores⁹ (2003) foram avaliadas as características de união de uma liga super-elástica de níquel-titânio (Ni-Ti)

utilizada em peças fundidas. Os espécimes foram confeccionados a partir de uma liga de Ni-Ti os quais foram jateados com oxido de alumínio e unidos com uma resina adesiva (Super-Bond C & B, contendo monômero fosfatado). Para o preparo desses corpos de prova também foi utilizado um condicionador de metal contendo um monómero de fosfato (Cesead II Opaque Primer) e em seguida foram submetidos à termociclagem. Como resultado observaram que após esse procedimento, os grupos que foram condicionados com monômero fosfatado apresentaram aumento das forças de união em as ligas metálicas. Quanto à análise através da fluorescência observaram que o níquel que foi unido à resina despreendeu da superfície da amostra, indicando que a corrosão do níquel de alta pureza ocorreu na interface resina-níquel. Os autores concluíram que a cimentação de peças fundidas em ligas super-elásticas de Ni-Ti pode ser conseguida com uma combinação de um metal condicionado por adesivo contendo monômero fosfatado.

Yanagida e colaboradores¹⁰ (2003) testaram a união adesiva de uma liga de titânio-alumínio-nióbio (Ti-6Al-7Nb) indicada para restaurações fundidas com oito condicionadores de metal (Acryl Bond; All Bond 2 Primer B; Alloy Primer; Cesead II Opaque Primer; Metafast Bonding Liner; Metal Primer II; MR Bond; Super-Bond Liquid) e três resinas autopolimerizáveis (Repairsin; Super Bond C & B; Tokuso Rebase). Foi feita a termociclagem e o teste de cisalhamento. Os autores recomendaram o uso de uma combinação de um dos três iniciadores (Alloy Primer, Cesead II Opaque Primer, Metal Primer II) contendo monômero fosfatado e a resina Super-Bond para a união da liga titânio-alumínio-nióbio (Ti-6Al-7Nb).

Freitas e Fancisconi¹² (2004) discorreram sobre o efeito de diferentes tratamentos de superfície (polimento com lixa 600; polimento com lixa 600 e aplicação do Alloy Primer; jato de óxido de alumínio de 100 µm; jato de alumínio de 100 µm e aplicação do Alloy Primer de uma liga metálica (Co-Cr-Mo) sobre a resistência ao cisalhamento da união dessa liga com um cimento resinoso (Rely X™) assim como fizeram a análise do tipo de fratura. Foram avaliadas os tipos de falha e o aspecto final da superfície metálica. As falhas foram classificadas como: adesiva; se a falha ocorreu na interface metal-resina; coesiva, quando o cimento resinoso foi fraturado, ou uma combinação de adesiva e coesiva em cimento resinoso. Os autores concluíram que: 1) o melhor resultado de retenção foi encontrado com

tratamento por jato de óxido de alumínio no grupo com polimentos com lixa 600 e o Alloy Primer, assim como no grupo submetido ao jato de óxido de alumínio de 100 µm independentemente da aplicação do primer; 2) a aplicação do condicionador Alloy Primer na liga metálica Co-Cr foi eficaz na obtenção da ligação química entre o cimento à base de resina; 3) todas amostras apresentarem falha adesiva na interface resina-metal.

Guedes e colaboradores³ (2008) realizaram um estudo objetivando avaliar as propriedades mecânicas de quatro cimentos resinosos de dupla ativação: dois convencionais (Enforce F e RelyX ARC) e dois autocondicionantes (RelyX Unicem e Maxcem). As propriedades analisadas foram: resistência à compressão; resistência à tração diametral, e resistência à flexão. Com base nos dados concluíram que: 1) em relação à resistência à compressão, o cimento resinoso convencional RelyX ARC apresentou valor estatisticamente superior ao dos cimentos autocondicionantes (RelyXUnicem e Maxcem), enquanto o cimento Enforce F apresentou valor intermediário sem diferença estatística dos demais cimentos; 2) quanto aos valores de resistência à tração diametral não houve diferença estatística significativa entre os quatro cimentos resinosos avaliados; e 3) no ensaio de resistência à flexão, os cimentos resinosos convencionais Enforce F e RelyX ARC apresentaram valores estatisticamente similares entre si e superiores aos dos autocondicionantes RelyX Unicem e Maxcem, que também se apresentaram estatisticamente semelhantes entre si.

Com o intuito de avaliar o efeito dos primers de metal sobre a resistência à união de cimentos resinosos em ligas de metais básicos Fonseca e colaboradores⁶ (2009) utilizaram: o titânio puro e uma liga de Ni-Cr; dois primers de metal (Alloy Primer e Metaltite) e dois cimentos resinosos (Panavia F e Bistite II DC). Foram confeccionados cilindros de metal onde foram feitos os tratamentos com os primers adesivos assim como a aplicação dos cimentos resinosos. Após a polimerização dos cimentos foram obtidos espécimes através dos cimentos resinosos aplicados os quais foram submetidos ao teste de cisalhamento. Através dos resultados obtidos os autores concluíram que: 1) o Alloy Primer obteve um decréscimo da resistência ao cisalhamento quando da utilização do Panavia F sobre a liga Ni-Cr; 2) para ambos metais o Metaltite não proporcionou nenhum efeito na

resistência ao cisalhamento do Bistite II DC: 3) a resistência ao cisalhamento para o titânio foi significativamente maior quando comparada à liga Ni-Cr.

Di Francescantonio e colaboradores⁴ (2010) avaliaram a eficácia de quatro primers adesivos (Metaltite; Metal Primer II; Alloy Primer; Ceramic Primer) aplicados a duas ligas de metais básicos (Co-Cr e Ni-Cr) para testar a resistência ao cisalhamento de quatro cimentos resinosos (Bistite II DC; Link Max; Panavia F 2.0: RelyX Unicem) pelo teste de microcisalhamento. Observaram que: 1) as forças de adesão de cimentos resinosos às ligas Ni-Cr e Co-Cr não foram aumentadas através da aplicação do primer adesivo, exceto pelo uso do Metal Primer II e do cimento resinoso Link Max; e 2) que os quatro sistemas de cimentação apresentaram maior força de união na liga metálica Co-Cr do que na liga de Ni-Cr, enquanto três sistemas não apresentaram diferenças na resistência à união entre as ligas metálicas.

Garbosa e colaboradores¹¹ (2016) avaliaram a resistência à união ao microcisalhamento de estruturas protéticas cerâmicas reforçadas por dissilicato de lítio cimentadas com cimento resinoso RelyX ARC sob diferentes tratamentos de superfície e sistemas adesivos. Um total de 72 barras retangulares de dissilicato de lítio (6,5 mm de comprimento × 5 mm de largura × 1 mm de espessura) foram fabricadas, tratados com partículas de Al₂O₃ (50 µm) e dividido em seis grupos (n=12) dependendo dos pré-tratamentos de superfície, como se segue: 1) condicionamento com ácido fluorídrico 10% durante 20 segundos (10HF) + silano (s) + Adper Scotchbond Multi Uso (ASM); 2) 10HF + S + Single Bond Universal (SBU); 3) 10HF + ASM; 4) 10HF + SBU; 5) S + ASM; e 6) S + SBU. Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey ($\alpha=0,05$). Para ambos os adesivos, a resistência à união (MPa) dos grupos tratados com condicionamento ácido e silano (1- 24,82; 2- 24,90) foram superiores ($p<0,001$) aos grupos tratados com apenas condicionamento ácido (3- 16,47; 4- 19,94) ou apenas silano (5- 18,42; 6- 13,24). A silanização deve ser um passo clínico em cimentação de estruturas cerâmicas reforçadas por dissilicato de lítio, mesmo com a aplicação do adesivo universal que contém em sua formulação um silano.

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo nesta Tese¹ foi avaliar a resistência de união ao microcisoramento em uma liga de Co-Cr com um cimento resinoso e diferentes tratamentos de superfície e analisar os módulos de fratura.

¹ Este estudo foi realizado no formato alternativo na forma de artigo científico intitulado “**Influence of adhesive and primer systems on bond strength of chemically activated resin cement to Co-Cr dental alloy**”. Este artigo será submetido à publicação ao periódico **The International Journal of Prosthodontics**, assim, formulado conforme suas normas.

4 ARTIGO

Resistência à união de cimentos resinosos utilizando diferentes tratamentos na superfície de uma liga de Co-Cr utilizada em coroas metalocerâmicas

O objetivo neste estudo foi avaliar a resistência de união ao microcissalhamento em uma liga de Co-Cr com um cimento resinoso e diferentes tratamentos de superfície. Setenta e duas barras de Co-Cr (6,5 mm de comprimento x 5,0 mm de largura x 1,0 mm de espessura) foram divididas em seis grupos de acordo com os diferentes tratamentos de superfície (n = 12): Grupo 1 – Scotchbond Multiuso ativado por catalisador (SC); Grupo 2 – Alloy Primer + Scotchbond Multiuso ativado por catalisador (ASC); Grupo 3 – Clearfil Ceramic Primer + Scotchbond Multiuso ativado por catalisador (CSC); Grupo 4 – Primer & Bond 2.1 ativado por catalisador (PS); Grupo 5 – Alloy Primer + Primer & Bond 2.1 ativado por catalisador (APS); e Grupo 6 – Clearfil Ceramic Primer + Primer & Bond 2.1 ativado por catalisador (CPS). Todos os grupos foram pré-tratados com partículas de dióxido de alumínio (50 µm) por 15 segundos. Os grupos G1 e G4 não receberam aplicação de primer para metal, apenas os adesivos Scotchbond Multiuso (forma química) e Primer & Bond 2.1 (forma química). Os primers de metal foram aplicados nos grupos G2 e G5 (Alloy Primer) e nos grupos G3 e G6 (Clearfil Ceramic Primer) e, em seguida, os adesivos. Posteriormente, foi aplicado o cimento resinoso dual Enforce (ativado somente quimicamente). Duas matrizes cilíndricas de plástico transparente (Tygon) de 1 mm de diâmetro foram colocadas nas amostras, onde foi inserido o cimento resinoso Enforce. As matrizes foram removidas e o teste de resistência ao microcissalhamento foi realizado. Os dados foram submetidos à Análise de Variância e ao teste de Tukey com significância de 5%. Para os grupos G1 e G4 a resistência de união foi significativamente menor que dos grupos G2 e G5 e os grupos G3 e G6 para ambos adesivos ($p < 0,001$). A aplicação de primers para tratamento de superfície e adesivos devem ser realizadas no intuito de promover melhor adesão entre metal e cimento resinoso.

Introdução

Dos procedimentos restauradores protéticos, a prótese fixa do tipo metalocerâmica tornou-se altamente popular, devido à sua qualidade estética e alta resistência. Até a década de 70, as infra-estruturas metálicas tinham como material de eleição as ligas nobres a base de ouro, prata, paládio e platina. Porém, com o alto custo do ouro e a melhora das propriedades físicas das ligas alternativas, ocorreu uma gradativa substituição das ligas áureas pelas não nobres, principalmente à base de níquel-cromo (Ni-Cr) e cobalto-cromo (Co-Cr).¹ Segundo Di Francescantonio et al.,² estas são cimentadas convencionalmente com fosfato de zinco ou dos cimentos ionoméricos. Em estudo prévio,³ não mostrou diferenças entre estes cimentos para estruturas de Ni-Cr.

Antes da cimentação, uma variedade de tratamentos de superfície estão disponíveis, todos supostamente para melhorar a resistência de união da restauração ao cimento.⁴ Assim, a utilização de adesivos para dentina e de cimentos resinosos para reparo de prótese fixa, vem sendo estudada⁵ e tem sido apresentada como alternativa simples e confiável mecanicamente. Segundo Ozcan,⁶ diferentes tratamentos de superfície podem ser utilizados previamente à confecção do reparo propriamente dito, como: condicionamento da superfície da restauração protética com ácido hidrófluídrico, rugosidade micromecânica induzida por brocas, jateamento com óxido de alumínio, jateamento com óxido de sílica, adesivos dentinários ou a combinação desses fatores. Escolhendo uma melhor combinação de cimentos disponíveis e tratamentos de superfície para obter um vínculo de confiança de cimentos para metais é uma preocupação central na pesquisa dental.⁷

Como procedimentos restauradores indiretos são muito utilizados na Odontologia há uma constante busca em otimizar procedimentos e passos clínicos, então, verificar a resistência de união de diferentes sistemas adesivos é fundamental para o sucesso das restaurações indiretas diminuindo tempo clínico e facilitando procedimentos restauradores.⁸ Assim, o objetivo foi avaliar a resistência à união ao microcissalhamento de estruturas metálicas à base de Co-Cr cimentadas com cimento resinoso com diferentes tratamentos de superfície e sistemas adesivos.

Materiais e Métodos

Foram utilizadas 72 barras de liga de Co-Cr (Fitcast Cobalto; Talmax, Curitiba, PR, Brasil) com dimensões 6,5 mm (comprimento) X 5 mm (largura) X 1 mm (espessura). Nas barras de Co-Cr foi feito tratamento prévio por meio de jateamento com óxido de alumínio 50 µm (Bio-Art, São Carlos, SP, Brasil) por 15 segundos, com pressão de 2,5 bar (Micro-etcher ERC, DanvilleEngineering, San Ramon, CA, EUA), seguido por limpeza em cuba ultrassônica (Soniclean; Sanders do Brasil, Sta. Rita do Sapucaí, MG, Brasil) em água destilada por 5 minutos. Foram aplicados os primers para metal Alloy Primer (Kuraray Noritake Dental Inc., Okayama, Japan) e Clearfil Ceramic Primer (Kuraray Noritake Dental Inc., Okayama, Japan) e mantidos por sessenta segundo sobre as barras e em seguida secos com jato de ar por 15 segundos (de acordo com as instruções dos fabricantes). Posteriormente foram aplicados os adesivos o Scotchbond Multiuso (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) misturado com o Catalizador (3M ESPE) na proporção 1:1 e o Prime & Bond 2.1 (Dentsply, Milford, DE, EUA) misturado com Self Cure Activator (Dentsply) na mesma proporção 1:1. Tanto os primers quanto os adesivos foram aplicados através de aplicadores descartáveis (Microbrush; KG Sorensen Ind. Com. Ltda, Barueri, SP, Brasil). Os dois adesivos foram aplicados por 20 segundos e secos com jato de ar por 10 segundos segundo orientação dos fabricantes. Os grupos foram divididos da seguinte forma: Grupo 1 (G1) - Scotchbond Multiuso ativado por catalisador (SC); Grupo 2 (G2) - Alloy Primer + Scotchbond Multiuso ativado por catalisador (ASC); Grupo 3 (G3) - Clearfil Ceramic Primer + Scotchbond Multiuso ativado por catalisador (CSC); Grupo 4 (G4) - Primer & Bond 2.1 ativado por catalisador (PS); Grupo 5 (G5) - Alloy Primer + Primer & Bond 2.1 ativado por catalisador (APS); Grupo 6 (G6) - Clearfil Ceramic Primer + Primer & Bond 2.1 ativado por catalisador (CPS) e empregados os materiais listados na Tabela 1.

Tabela 1: Primers para metal, adesivos e cimento resinoso utilizados no estudo.

Materiais	Fabricante / Lote	Composição
Alloy Primer	Kuraray / 00447AD	MEPS: metacrilato tiofosfórico; MMA: metil metacrilato
Clearfil Ceramic Primer	Kuraray / 240009	Monômero fosfatado (10-MDP), 3-(trimetoxisilil) propil metacrilato (MPTS), etanol
Scotchbond multi - purpose adhesive	3M ESPE / N733996	Solução de Bisfenol diglicidil dimetacrilato (BIS-GMA), 2 hidroxietil metacrilato (HEMA) e canforoquinona
Scotchbond multi-purpose catalyst	3M ESPE / N667321	BIS-GMA e HEMA
Prime & Bond 2.1	DENTSPLY/196334I	Resina UDMA; Penta; Resina R5-62-1; Canforoquinona; EDAB (Etil Dimetil Aminobenzoato); BHT (Butil Hidroxitolueno); Bisfenol A dimetacrilato Pó; Fluoridrato de Cetilamina e Acetona PA.
Self Cure Activator	DENTSPLY/107533I	Sulfinato de Sódio Aromático (iniciador da autopolimerização), Acetona, Etanol
Enforce	DENTSPLY/218068I	Pasta Base: Vidro de Boro Silicato de Alumínio e Bário Silanizado, Pigmentos Minerais, Cabosil TS, NupolBis-GMA, Bisfenol A DimetacrilatoEtoxi, BHT, Canforoquinona, TEGDMA, Concentrado Flu Blau, Uvinil M40, EDAB e Dietanolamina. Pasta Catalisadora: Vidro de Boro Silicato de Alumínio e Bário Silanizado, Pigmento Mineral, Cabosil TS, NupolBis-GMA, BHT, Bisfenol A DimetacrilatoEtoxi, TEGDMA e Peróxido de Benzoíla

Nas superfícies de cada barra foram posicionadas duas matrizes transparentes cilíndricas (Tygontubing - TYG-03; Saint-Gobain Performance Plastic, Maime Lakes, FL, EUA) com dimensões de 1 mm de altura e 0,75 mm de diâmetro interno, seguindo a metodologia sugerida por SHIMADA, YAMAGUCHI, TAGAMI⁹. Em seguida, o cimento resinoso Enforce cor A2 (Dentsply, Milford, DE, EUA) foi manipulado segundo orientações dos fabricantes (proporção 1:1) durante 20 segundos e aplicado no interior das matrizes com o auxílio de uma sonda exploradora #5 (Hu-Friedy, Chicago, IL, EUA) e condensados com o condensador nº 3 (Duflex; S. S. White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil).

As barras foram imersas em água destilada e armazenadas em umidade absoluta com temperatura constante de 37°C por 24 horas em ambiente com ausência de luz. As matrizes foram removidas com auxílio de lâmina de bisturi em aço-carbono nº 15 (Lamedid Solidor, Osasco, SP, Brasil) expondo os dois cilindros de cimento resinoso com uma área de união de 0,38 mm² cada e submetidas ao ensaio de microcisalhamento.

Para realização do teste de microcisalhamento, as barras foram posicionadas em um dispositivo de teste acoplado à máquina de ensaio universal (EMIC, São José dos Pinhais, PR, Brazil) com auxílio de cola de cianoacrilato (Super Bonder, Loctite, Itapevi, SP, Brasil). Na base dos cilindros de cimento resinoso foi aplicado o carregamento utilizando um fio de aço (0,2 mm de diâmetro) a uma velocidade de 0,5 mm/min até o rompimento da união à barra metálica de Co-Cr. Através do software acoplado à máquina de ensaio universal foram obtidos os dados de ruptura sendo expressos em quilograma-força (KgF) e convertidos em MegaPascal (MPa). Os valores de resistência à união foram submetidos à análise de variância assim como ao teste de Tukey com significância 5%. As amostras fraturadas foram observadas qualitativamente sob microscopia óptica (Olympus Corp, Tóquio, Japão) com aumento de 40x. Para os padrões de fratura foi feita a classificação em: Modo I, adesiva (interface metal-cimento); modo II, coesiva no cimento e modo III, mista (combinação das fraturas adesiva e coesiva no cimento).

Resultados

Os valores médios da resistência ao teste de microcisalhamento são mostrados na Tabela 2. Para os grupos 1 e 4 (sem tratamento de superfície), a resistência de união foi significativamente menor que dos grupos 2 e 5 (com o tratamento Alloy Primer) e grupos 3 e 6 (com o tratamento Ceramic Primer) para ambos adesivos ($p < 0,001$).

Tabela 2: Valores médios de resistência de união (MPa) e Desvio padrão para todos os grupos.

Tratamento de Superfície			
Sistema Adesivo	Sem	Alloy Primer	Ceramic Primer
Adper			
Scotchbond	5,02 (1,48) B, b	15,81 (1,90) A, a	16,92 (1,67) A, a
Multiuso			
Prime & Bond 2.1	13,38 (1,17) A, b	15,36 (0,57) A, a	16,30 (1,83) A, a

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna e / ou letras minúsculas na linha são significativamente diferentes em $p < 0,001$ (teste de Tukey).

A Tabela 3 mostra a distribuição dos padrões de fratura nos grupos experimentais.

Tabela 3: Análise dos modos de fratura das amostras (%) entre os grupos.

Grupos	Falha adesiva	Falha coesiva	Falha mista
1	68,75	6,25	25,0
2	50,0	12,5	37,5
3	75,0	5,0	20,0
4	68,75	0,0	31,25
5	75,0	0,0	25,0
6	70,0	5,0	25,0

Modo I, adesiva (interface metal-cimento); modo II, coesiva no cimento e modo III, mista (combinação das fraturas adesiva e coesiva no cimento).

Discussão

O sucesso clínico das coroas metalo-cerâmicas está relacionado com a retenção e vedamento cervical através de sua cimentação. Os cimentos de fosfato de zinco e os cimentos de ionômero de vidro são utilizados para a cimentação das porcelanas.¹⁰ No entanto, com o advento dos cimentos resinosos a percolação marginal tem-se mostrado uma situação a ser minimizada. A cimentação de metalo-cerâmicas ainda se mostra sensível em relação à falta de aderência e e infiltração marginal que deve ocorrer entre o cimento e os substratos dentais.^{11,12} Sendo assim Swartz et al.¹³, atentos à infiltração causada pela cimentação de coroas metalo-cerâmicas com cimento fosfato de zinco, iniciaram ensaios clínicos e laboratoriais com cimentos à base de resinas.

Os pesquisadores mostram-se preocupados em relação à cimentação de metalo-cerâmicas devido sua falha principalmente no que se refere a união dente-cimento-resina-metal. A fratura do cimento resinoso, devido à sua fragilidade e à falha adesiva dentinária, faz com que o tratamento do metal seja indicado.¹⁴ A dinâmica da união resina ao metal envolve parâmetros técnicos que podem ocasionar problemas, tais como: comprometimento da resistência mecânica de retenção, irritação do tecido gengival, microinfiltração, instabilidade da cor, perda da área para aplicação da face estética.^{11,12,15}

O teste de microcisalhamento parece diminuir o estresse do substrato, conseqüentemente gerando menor ocorrência de falhas coesivas.¹⁶ No entanto, na literatura aparecem dúvidas em relação à aplicação dos primers de metal e eficiência no que tange a união dos cimentos resinosos à estrutura metálica.¹⁷ Os resultados indicam a influência no teste de microcisalhamento quanto ao uso dos primers de metal na superfície das barras de Co-Cr. Sendo assim a hipótese nula foi confirmada. Analisando a Tabela 2 observamos que em relação ao teste de microcisalhamento, quanto aos grupos que não receberam tratamento de superfície, onde foi utilizado o Adper Scotchbond Multiuso (G1) a resistência à união apresentou significativamente menor quando comparada ao grupo onde foi aplicado o Prime & Bond 2.1 (G4). Isso se explica ao fato deste sistema adesivo ser quimicamente compatível e indicado para o uso com o cimento resinoso Enforce. Quando do uso do tratamento de superfície com o Alloy Primer não houve diferença estatisticamente significativa na força de união quanto ao uso dos dois sistemas

adesivos. O mesmo aconteceu quando do tratamento de superfície com Clearfil Ceramic Primer embora os resultados obtidos através deste primer para metal tenham sido maiores que o Alloy Primer. O monômero fosfatado MDP presente no Alloy Primer e no Clearfil Ceramic Primer provavelmente reaja quimicamente o óxido de cromo criado na superfície de fundição da liga metálica de Co-Cr.¹⁸

Apesar do Alloy Primer conter o MDP ele é apenas indicado para aumentar a resistência à união das resinas acrílicas ao ouro e à ligas de metais básicos e semi-preciosos e ao titânio.^{12,19,20} Embora o Clearfil Ceramic Primer também seja composto pelo monômero fosfatado MDP, mostrou produzir uma resistência à união um pouco maior quando comparado ao Alloy. Primer.¹⁸ Esse fato pode estar relacionado aos outros componentes existentes no Clearfil Ceramic Primer. A diferença na composição dos produtos é a responsável pelos resultados obtidos, pois cada primer para metal apresenta monômeros funcionais diferentes.¹⁸ A união entre a superfície da liga fundida e o cimento resinoso é criada por retenção micromecânica promovida por jateamento^{18,21} e a camada de óxidos de cromo é facilmente criada sobre a superfície da liga metálica de Co-Cr.¹⁸

Quanto à avaliação dos padrões de fratura foi possível constatar que a fratura adesiva foi a que obteve maior incidência em todos os grupos seguida da fratura mista e em menor índice a fratura coesiva. Os resultados da análise dos padrões de fratura, independentemente do grupo experimental, foram em sua maioria do tipo adesiva, ou seja, na área de união cimento-metal. Mesmo nas situações consideradas mistas, observou-se que uma área pequena envolvida na união cimento-metal apresentava alguma retenção de material resinoso, deixando as barras de CO-Cr praticamente livres de qualquer remanescente de cimento. Este achado é interessante, pois mesmo quando maiores valores de resistência à união foram obtidos, não se observou alteração significativa no modo de falha dos espécimes testados. Assim tendo como base os resultados obtidos neste estudo, a hipótese nula foi rejeitada uma vez que os resultados mostraram diferentes valores quanto à resistência à união diante a tipos de tratamento de superfície o os diferentes sistemas adesivos estudados.

Conclusão

O tratamento de superfície de liga de Co-Cr através de primers para metal deve ser utilizado no intuito de aumentar a retenção do cimento resinoso à liga de Co-Cr promovendo assim uma melhor retenção das peças protéticas confeccionadas com esta liga.

Referências

1. Wang RR, Welsch GE, Castro-Cedeno M. Interfacial reactions of cast titanium with mold materials. *Int J Prosthodont* 1998;11:33-43.
2. Di Francescantonio M, de Oliveira MT, Garcia RN, Romanini JC, da Silva NR, Giannini M. Bond strength of resin cements to Co-Cr and Ni-Cr metal alloys using adhesive primers. *J Prosthodont* 2010;19:125-129.
3. Peixoto RF, Hermanson MP, Pupim D, et al. Tensile strength of Ni-Cr copings subjected to inner surface sandblasting using different cementing agents: An in vitro study. *Acta Odontol Scand* 2016;74:108-14.
4. Al-Helou H, Swed E. Effect of metal type and surface treatment on shear bond strength of resin cement (in vitro study). *J Indian Prosthodont Soc* 2016;6:49-52.
5. Garcia-Godoy F, Kaiser DA, Malone WF, et al. Shear bond strength of two resin adhesives for acid-etched metal prostheses. *J Prosthet Dent* 1991;65:787-789.
6. Ozcan M, Niedermeier W. Clinical study on the reasons for and location of failures of metal-ceramic restorations and survival of repairs. *Int J Prosthodont* 2002;15:299-302
7. Raeisosadat F, Ghavam M, Hasani Tabatabaei M, et al. Bond strength of resin cements to noble and base metal alloys with different surface treatments. *J Dent (Tehran)* 2014;11:596-603.
8. Blatz MB, Sadan A, Martin J, et al. In vitro evaluation of shear bond strengths of resin to densely-sintered high-purity zirconium--oxide ceramic after long-term storage and thermal cycling. *J Prosthet Dent* 2004;91:356-62.
9. Shimada Y, Yamaguchi S, Tagami J. Micro-shear bond strength of dual-cured resin cement to glass ceramics. *Dent Mater* 2002;8:380-8.
10. Shet J, Jensen ME. Luting interfaces and materials or etched porcelain restorations. .A status report of the American Journal of Dentistry. *Am J Dent* 1988;1:225-235.
11. Ribeiro CMB, Lopes MWF, Farias ABL, Cabral BLA, Guerra CMF. Prothesis cementation: conventional and adhesive procedures. *Int J Dent* 2007;6:58-62.
12. Della Bona A, Borba M, Benetti P, Cechetti D. Effect of surface treatments on the bond strenght of a zirconia-reinforced ceramic to composite resin. *Braz Oral Res* 2007;21:10-15.
13. Swartz ML, Phillips RW, Johnston JF. A laboratory and clinical investigation of certain resin restorative and cementing materials. *J Prosthet Dent* 1955;5:698-710.

14. Oyagüe RC, Monticelli F, Toledano M, Osorio E, Ferrari M, Osorio R. Influence of surface treatments and resin cement selection on bonding to densely-sintered zirconium-oxide ceramic. *Dent Mater* 2009;25:172-179.
15. Strygler H, Nicholls JI, Townsend JD. Microleakage at the resin-alloy interface of chemically retained composite resin for cast restorations. *J Prosthet Dent* 1991;65:733-739.
16. Heintze SD. Clinical relevance of tests on bond strength, microleakage and marginal adaptation. *Dent Mater* 2013;29:59-84.
17. Freitas AP, Francisconi PAS. Effect of metal primer on the bond strength of the resin-metal interface. *J Appl Oral Sci* 2004; 2:113-116.
18. Yoshida K, Kamada K, Sawase T. Effect of three adhesive primers for noble metal on the shear bond strengths of three resin cements. *J Oral Rehabil* 2001;28:14-19
19. Yoshida K., Taira Y, Sawase T. Effects of adhesive primers on bond strength of self-curing resin to cobalt-chromium alloy. *J Prosthet Dent* 1997;77:617-620
20. Lisboa MV, Bauer JRO, Lisboa JAA, et al. Influence of adhesive metal primers on bond strength between resin cements and nickel-chromium alloys. *RPG Rev Pós Grad* 2006;13:89-95
21. Tanaka T, Fujiyama E, Shimizu H, et al. Surface treatment of nonprecious alloys for adhesion-fixed partial dentures. *J Prosthet Dent* 1986;55:456-462

5 CONCLUSÃO GERAL

Analisando os resultados obtidos podemos concluir que:

1 - Através do tratamento químico de superfície de liga de Co-Cr realizado com primers para metal observou-se maior adesão do cimento resinoso.

2 - A hipótese nula testada não foi aceita.

REFERÊNCIAS

1. Shet JJ, Jensen ME. Luting interfaces and materials on etched porcelain restorations. A status report on the American Journal of Dentistry. *Am J Dent* 1988;1(5):225-35
2. Diaz-Arnold AM, Vargas MA, Haselton DR. Current status of luting agents for fixed prosthodontics. *J Prosthet Dent* 1999;81(2):135-41.
3. Guedes LLS, Mattos ECG, Zani IM, Prates LHM, Chain MC. Avaliação das propriedades mecânicas de cimentos resinosos convencionais e autocondicionantes. *Rev Odontol UNESP* 2008;37(1):85-9
4. Di Francescantonio M, de Oliveira MT, Garcia RN, Romanini JC, da Silva NR, Giannini M. Bond strength of resin cements to Co-Cr and Ni-Cr metal alloys using adhesive primers. *J Prosthodont* 2010;19(2):125-9.
5. Ishijima T, Caputo AA, Mito R: Adhesion of resin to casting alloys. *J Prosthet Dent* 1992;67(4):445-9
6. Fonseca RG, Almeida, JGSP, Haneda, IG, Adabo GL. Effect of metal primers on bond strength of resin cements to base metals. *J Prosthet Dent* 2009;101(4):262-8
7. Kern M, Thompson VP. Sandblasting and silica-coating of dental alloys: volume loss, morphology and changes in the surface composition. *Dent Mater* 1993;9(3):151-61.
8. Yanagida H, Matsumura H, Taira Y, Atsuta M, Shimoe S. Adhesive bonding of composite material to cast titanium with varying surface preparations. *J Oral Rehabil* 2002;29(2):121-6.
9. Matsumura H, Tanoue N, Yanagida H, Atsuta M, Koike M, Yoneyama T. Adhesive bonding of super-elastic titanium-nickel- alloy castings with a phosphate metal conditioner and an acrylic adhesive. *J Oral Rehabil* 2003;30(6):653-8
10. Yanagida H, Taira Y, Shimoe S, Atsuta M, Yoneyama T, Matsumura H. Adhesive bonding of titanium-aluminium-niobium alloy with nine surface preparations and three self-curing resins. *Eur J Oral Sci* 2003;111(2):170-4.

11. Garboza CS, Berger SB, Guiraldo RD, Fugolin AP, Gonini-Júnior A, Moura SK, Lopes MB. Influence of surface treatments and adhesives systems on lithium disilicate microshear bond strength. *Braz Dent J* 2016;27(4):458-62
12. Freitas AP, Francisconi PAS. Effect of metal primer on the bond strength of the resin-metal interface. *J Appl Oral Sci* 2004;2(2):113-6.