MARCIO VIEIRA LISBOA

**ESTUDO DA UNIÃO ADESIVA ENTRE CIMENTOS RESINOSOS E
LIGAS À BASE DE NÍQUEL – CROMO, EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO
DE *PRIMERS* ADESIVOS METÁLICOS**

São Paulo

2005

Marcio Vieira Lisboa

Estudo da união adesiva entre cimentos resinosos e ligas à base de níquel-cromo, em função da aplicação de *primers* adesivos metálicos

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

Área de Concentração: Prótese Dentária

Orientador: Prof. Dr. Tetsuo Saito

São Paulo

2005

Catálogo-na-Publicação
Serviço de Documentação Odontológica
Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

Lisboa, Marcio Vieira

Estudo da união adesiva entre cimentos resinosos e ligas à base de níquel-cromo, em função da aplicação de *primers* adesivos metálicos.; orientador: Tetsuo Saito. – São Paulo, 2005.

117 : fig.; 30cm.

Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Odontologia. Área de Concentração: Prótese Dental) -- Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

1. Cimentos resinosos 2. *Primers* metálicos 3. ni-cr

CDD 617.69
BLACK D3322

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE E COMUNICADO AO AUTOR A REFERÊNCIA DA CITAÇÃO.

São Paulo, ____/____/____

Assinatura:

E-mail:

FOLHA DE APROVAÇÃO

Lisboa MV. Estudo da união adesiva entre cimentos resinosos e ligas a base de níquel-cromo, em função da aplicação de *primers* adesivos metálicos [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2005.

São Paulo, / /

Banca Examinadora

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

Titulação: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

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

Titulação: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

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

Titulação: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

A Deus por ser o principal veículo de todas as etapas de minha vida.

Aos meus pais pelo companheirismo em todos os momentos. Meu pai na figura de PAIZÃO, meu maior AMIGO E MESTRE, principalmente na dedicação incansável, no exemplo de homem e profissional. A minha mãe pelo carinho e cuidados incessantes e pela paz que ela transmite a todo momento, sendo pra mim A MAIOR FONTE DE PAZ PARA O ESPIRITO.

A minha irmã, Lívia, pelo carinho e companheirismo sempre transmitidos com muito calor humano e delicadeza!

A meu irmão Eduardo pelo companheirismo e pela amizade sinceras!

A minha vó, Carmelita, pela fiel torcida e pelas rezas fortes.

A todos os meus familiares das famílias Lisboa e Sacramento.

AGRADECIMENTOS

Ao **Prof. Dr.Tetsuo Saito**, muito obrigado pela oportunidade e apoio integral no desenvolvimento deste e de outros trabalhos e principalmente, pelos ensinamentos. Acredito que a larga experiência que o Sr, detém foi fundamental para compensar e transmitir paciência diante da minha inexperiência.

Ao Prof. Dr. Silas da Cunha Ribeiro pela recepção carinhosa em São Paulo e por me ajudar a realizar o começo de um sonho tão distante.

Ao Prof. Dr. Ivo Contin pelos preciosos ensinamentos que dedicou ao aprimoramento da minha formação técnica e por todos os conhecimentos que dividiu com tanta generosidade.

Ao Prof. Dr. Matsuyoshi Mori pelo incentivo, ensinamentos e disponibilidade a toda hora.

A Profa. Dra. Tomie Nakakuki de Campos pela paciência e generosidade que demonstrou na orientação e coreção do meu projeto de pesquisa e deste trabalho

Ao Prof. Prof. Dr. Fernando da Cunha Ribeiro por acreditar em mim e pelas oportunidades que me concedeu.

Aos professores da Disciplina de Prótese Parcial Fixa: Dr.José Antônio Lupi da Veiga, Dr. Cláudio Sendyk, Dr. Pedro Tortamano Neto e Dr. Hideki Yoshida, por esses anos de ensino.

Aos Prof. das disciplinas de Prótese Total e Prótese Parcial Removível.

Aos novos e queridos amigos do departamento: Cássia Utiyama Takahashi, Élcio Yamamoto, Carlos Yokoyama, Edson Toguedani, Mário Kawagoe, Yose Marie E. Silva, Lilian Nakamura, Rogério Issao Sonoki, Carla Uono, Emerson Nakao, Christofer Itagaki, Edson Takeshita, Hamilton Aoki, Lúcio Kanashiro, Ivan Gianini Conz, Reinaldo Missaka, Sergio Nakazone Jr., Takashi Orii, Paola Bechtold, Patrícia Assanuma, Cristiane Ueda, Maurício Manzini de Souza, Lydia Brito dos Santos, Joelle-Marie Garcia, Sergio da Cunha Ribeiro, Dino , Denise Renó, Luis Otavio, Eduardo Inada, Roberto Markarian, Eliseu Bueno, Erico Moreira, Claudia Neves , Edna Costa, Vicente Muratore, Carla Seno, Priscila Penna, Renato Zanutto, Cláudio Akira Yamaguchi, Ana Patrícia , Vanessa, Ricardo Jun, Flávio Jun, Tatiana Guarnieri, Andréa Caradori, Max Dallas, Viviane Costa, Tarciso Arruda Paes Junior, Marina, Luciana Liu, Flavia, Carol, Ruy, João Colombini, Roberta Sasahara, Fernandinha

Aos funcionários do Departamento de Prótese da Faculdade de Odontologia da USP: Coraci A. Moraes, Regina C. Tognasoli, Sandra G. Silva, Valdinea Santos, Marlene Soares (Lena), Ana Cláudia Gomes, Maria José Barros (Zeza), Luís, Paula e Marcos.

Aos amigos do Laboratório da disciplina de Prótese Fixa, Hélio, Lafaiete e Cris pela amizade e disponibilidade em ajudar e realizar todos os procedimentos que solicitava. Consolidamos uma amizade forte e sincera, quero agradecer muito a vocês pela ajuda que me deram.

Ao Departamento de Materiais Dentários, pelas portas abertas e permissão para utilização de suas dependências, em especial aos técnicos Antônio e Sílvio.

Ao Prof. Paulo Capel pelos ensinamentos e recepção no departamento de Materiais Dentários.

Aos funcionários da Biblioteca da FOUSP, em especial as bibliotecárias D. Luzia e D. Vânia.

Aos técnicos do Instituto de Pesquisas em Energia Nuclear: Sr. Mariano e Sr. Eliel.

Aos meus primeiros amigos nessa nova empreitada: Marcelo Gomes da Silva e Murilo Souza de Oliveira.

Ao Cabeçudo do ZERO pela dedicação, disponibilidade e paciência na elaboração desse trabalho. Muito obrigado vinho!

A todos meus amigos da UFBA, do COAT e em especial a turma 97.1 que tanto me incentivaram, especialmente a André, Mauro, Tiago e Luciana.

Aos novos irmãos da República: Márcio, Luis Fernando, Paulão, Eduardo, Fausto, Zé Antonio, Emerson, Zé Luis, Igo, Marcelo, Cássia, Mara, Sheila, Daniela, Elisangela, Hebert, Israel, Chorres, Cavica, Ceci e Cambé.

À FAPESP pelo auxílio à pesquisa.

PEGADAS NA AREIA

Uma noite eu tive um sonho...

Sonhei que estava andando na praia com o Senhor, e através do céu passavam cenas da minha vida.

Para cada cena que se passava, percebi que eram deixados dois pares de pegadas na areia: um era o meu e o outro era do senhor.

Quando a última cena de minha vida passou diante de nós, olhei para trás, para as pegadas na areia, e notei que muitas vezes, no caminho da minha vida, havia apenas um par de pegadas na areia.

Notei também que isso aconteceu nos momentos mais difíceis e angustiante do meu viver. Isso me aborreceu deveras e perguntei então ao Senhor:

- Senhor, tu me disseste que, uma vez que resolvi te seguir, tu andarias sempre comigo, em todo o caminho. Contudo, notei que durante as maiores atribuições do meu viver, havia apenas um par de pegadas na areia. Não compreendo porque nas horas em que mais necessitava de ti, tu me deixaste sozinho.

O Senhor me respondeu:

- Meu querido filho. Jamais eu te deixaria nas horas da prova e do sofrimento. Quando viste, na areia, apenas um par de pegadas, eram as minhas. Foi exatamente aí que eu te carreguei nos braços.

Autor desconhecido

Lisboa MV. Estudo da união adesiva entre cimentos resinosos e ligas a base de níquel-cromo, em função da aplicação de *primers* adesivos metálicos [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2005.

RESUMO

A força de adesão entre resinas e ligas de metais básicos resulta do embricamento mecânico entre a superfície do metal e a resina e da interação química entre óxidos presentes na superfície dos metais e monômeros adesivos das resinas compostas. A literatura, entretanto, mostra que ainda persistem algumas dúvidas sobre a interação entre os diversos tipos de sistemas adesivos e metais básicos, por isso, essa pesquisa visa: verificar se a presença do Be na composição de ligas a base de Ni-Cr influencia a união metal básico/resina; comparar dois cimentos resinosos adesivos nessa função e verificar a influência da utilização de condicionadores (*primers*) adesivos metálicos para ligas nobres sobre essa união. Após 2500 termociclos, foram realizados testes de resistência à tração em 160 corpos-de-prova, que consistiam de dois discos de Ni-Cr-Be (Verabond – Aalba Dental Inc., Cordelia, CA-USA) com 6 mm de diâmetro e 2 mm de espessura cimentados entre si, e dois discos de Ni-Cr (Durabond - Odonto Comercial Importadora Ltda, São Paulo, SP), com as mesmas dimensões, cimentados entre si. Foram utilizadas diferentes marcas comerciais de sistemas adesivos: os cimentos resinosos adesivos, Panavia F (Kuraray Co. Ltd.), Bistite II DC (Tokuyama Corp.) e os agente de união (*primers* adesivos metálicos), Alloy Primer (Kuraray Co. Ltd.), Metaltite (Tokuyama Corp.) e Cesead Opaque Primer (Kuraray Co. Ltd.). Discos cimentados sem primers serviram como grupo controle. Os resultados mostraram que houve diferença estatisticamente significativa entre as duas ligas (Ni-Cr-Be $-24,82 \pm 7,6$ MPa e Ni-Cr - $22,32 \pm 7,9$

MPa). Já para os cimentos houve superioridade adesiva do cimento Panavia F, que obteve média de resistência adesiva de $27,49 \pm 4,8$ MPa, sobre o cimento Bistite II, que obteve média de resistência adesiva de $19,63 \pm 8,4$ MPa. Os *primers* utilizados não apresentaram influência positiva sobre o Panavia F já que os grupos sem *primer* para esse cimento obtiveram média de $28,18 \pm 5,6$ MPa que é equivalente a média dos outros grupos com Panavia. Entretanto, para o cimento Bistite II DC os *primers* Alloy Primer e Metaltite obtiveram as menores médias, $12,7 \pm 7,6$ MPa e $15,71 \pm 4,8$ MPa respectivamente, enquanto sem *primer*, ou com o Cesead Opaque Primer, as médias foram significativamente superiores, $24,47 \pm 6$ MPa e $25,70 \pm 6,8$ MPa respectivamente. Diante dos resultados conclui-se que os *primers* adesivos metálicos não potencializaram a adesão de cimentos resinosos adesivos sobre ligas de Ni-Cr.

Palavras-Chave: Cimento resinoso, *primers*, Ni-Cr.

Lisboa MV Bonding strength between resin cements and niquel-chromium alloys related to the use of adhesive metal primers [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2005.

ABSTRACT

The bond strength for resin and basic metals comes from the interaction between oxides in the metal surface and adhesive monomers in the composite resins composition. The literature shows that still are some questions about this interaction so this research intends to: verify if the presence of Be at Ni-Cr alloy plays some influence for this union, compare two resin luting cements at this function and study the influence the use of metal primers for noble metals in this mechanism of adhesion. After 2500 thermocycles, tensile bond strength tests were loaded at 160 specimens, which consisted of two metals discs with 6 mm in diameter and 2 mm thick from a Ni-Cr-Be alloy (Verabond – Aalba Dental Inc., Cordelia, CA-USA) bonded together and two metal discs from a Ni-Cr alloy (Durabond - Odonto Comercial Importadora Ltda, São Paulo, SP) bonded together. Different brand adhesive systems were used: the resin cements, Panavia F (Kuraray Co. Ltd.) and Bistite II DC (Tokuyama Corp.) and the metal primers, Alloy Primer (Kuraray Co. Ltd.), Metaltite (Tokuyama Corp.) and Cesead Opaque Primer (Kuraray Co. Ltd.). Nonprimed specimens served as control group. The results indicated that there is statistical differences between the two alloys (Ni-Cr-Be $-24,82 \pm 7,6$ MPa e Ni-Cr - $22,32 \pm 7,9$ MPa). Panavia F had founded greater bond strength ($27,49 \pm 4,8$ MPa) than Bistite DC ($19,63 \pm 8,4$ MPa). The metal primers did not show any positive influence for the Panavia bond strength when we considere that the no primer group had $28,18 \pm 5,6$ MPa bond strength media which were equivalente to the others Panavia's groups. However for the

Bistite cement, the bond strength for Alloy primer and Metaltite were the lower medias, $12,7 \pm 7,6$ MPa and $15,71 \pm 4,8$ MPa respectively, while the no primer or the Cesead Opaque Primer groups showed superior medias $24,47 \pm 6$ MPa and $25,70 \pm 6,8$ MPa respectively. The outcome of this research shows that the metal primers used did not incresead the bond strength between resin cements and Ni-Cr alloys.

Key-words:: resin cement, primers, Ni-Cr.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 4.1 - Modelo esquemático dos discos (vista lateral).	62
Figura 4.2 - Dispositivo para cimentação.....	67
Figura 4.3 - Discos posicionados nos orifícios antes da cimentação	67
Figura 4.4 - Detalhe da lâmina espaçadora com 50 μ m de espessura (fotografia ampliada).....	68
Figura 4.5 - “Linha de cimentação” antes da cimentação e após a instalação da lâmina metálica (fotografia ampliada).....	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 - Promotores de adesão	63
Tabela 4.2 - Característica dos cimentos resinosos.....	64
Tabela 4.3 - Combinação dos fatores: cimentos, primers adesivos e ligas metálicas	66
Tabela 5.1 - Médias e desvios padrão de resistência à tração (MPa) das ligas metálicas, tratamento de superfície e cimento	73
Tabela 5.2 - Análise de variância	74
Tabela 5.3 - Médias e os desvios padrão da resistência à tração (MPa) das ligas utilizadas	75
Tabela 5.4 - Médias e os desvios padrão (MPa) dos cimentos utilizados	75
Tabela 5.5 - Médias e os desvios padrão (MPa) dos tratamentos de superfície utilizados	76
Tabela 5.6 - Médias e os desvios padrão (MPa) da interação entre os cimentos utilizados e as ligas utilizadas	76
Tabela 5.7 - Médias e os desvios padrão (MPa) da interação entre os cimentos utilizados e os tratamentos de superfície.....	77
Tabela 5.8 - Médias e os desvios padrão (MPa) da interação entre as ligas utilizadas e os tratamentos de superfície	78
Tabela 5.9 - O tipo de fratura para cada corpo-de-prova. C= fratura coesiva, M=fratura mista, A= fratura adesiva	79

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

BIS Bistite II DC

PAN Panavia F

VER Verabond

DUR Durabond

ALL Alloy Primer

MET Metaltite

COP Cesead Opaque Primer

mW/cm² miliwatts por centímetro quadrado

mA/cm² miliampère por centímetro quadrado

mm milímetro

mm milímetro quadrado

cm centímetro

cm² centímetro quadrado

ISO International Standard Organization

min minutos

°C graus Celsius

N normal

PPF Prótese Parcial Fixa

AgPdCuAu Prata/Paládio/Cobre/Ouro

AgPd Prata/Paládio

Au Ouro

AuPd Prata/Paládio

Ni-Cr níquel-cromo

Cr-Co níquel-cromo

CuAl Cobre/Alumínio

Be berílio

BisGma	Bisfenol glicidil metacrilato
4-AET	4 acriloxietil ácido trimelítico
4-META	4-metacriloxietil trimelitato anidro
VBATDT	6-(4 vinilbenzil-n-propil) amino-1,3,5-triazino-2,4ditiol
MEPS	Metacrilóiloxietil tiofosfato
10-MDP	10-metacrilóiloxidecil dihidrogeno fosfato
MAC-10	11-metacrilóxi1,1-undecano ácido dicarboxílico
HNO ₃	Ácido nítrico
HCl	Ácido clorídrico
kgf	Quilograma força
Kgf/cm ²	Quilograma força por centímetro quadrado
lb/pol ²	Libra por polegada quadrada
MPa	MegaPascal

SUMÁRIO

p.

1 INTRODUÇÃO	19
2 REVISÃO DA LITERATURA	22
3 PROPOSIÇÃO	60
4 MATERIAL E MÉTODOS	61
4.1 Ligas metálicas.....	61
4.2 Condicionadores de superfície (<i>primers</i>).....	63
4.3 Cimentos Resinosos.....	64
4.4 Cimentação e obtenção dos corpos-de-prova.....	65
4.5 Armazenamento e Ciclagem térmica.....	71
4.6 Teste de adesão.....	71
5 RESULTADOS	73
6 DISCUSSÃO	80
7 CONCLUSÕES	90
REFERÊNCIAS	91
APÊNDICES.....	97

1 INTRODUÇÃO

A crescente procura por tratamentos estéticos restauradores revolucionou a prática da odontologia nas últimas duas décadas. Os conceitos convencionais de preparo cavitário, introduzidos no início do século, foram modificados drasticamente devido à filosofia mais conservadora dos preparos cavitários. Isto só foi possível, em função da adesão dos novos materiais restauradores aos tecidos mineralizados do dente (VAN MEERBECK et al., 1998).

Por meio da técnica do condicionamento ácido do esmalte dental, Buonocore (1955) demonstrou ser possível um determinado tipo de adesão entre o material restaurador e o dente. Bowen (1963) introduziu o BisGMA que é o principal componente das bases orgânicas da maioria dos materiais resinosos odontológicos existentes no mercado atualmente. Desde então, várias pesquisas têm sido feitas tanto na área de restauração estética como na de cimentação adesiva.

Inicialmente, os materiais adesivos foram utilizados para restaurações estéticas e também para próteses adesivas com algumas ligas metálicas. As técnicas foram se aperfeiçoando e possibilitando a utilização de agentes cimentantes adesivos para os diversos tipos de ligas metálicas em próteses fixas.

Apesar do aperfeiçoamento dos agentes cimentantes, a observação de falhas constantes na interface cimento resinoso/metal despertou o interesse para o estudo de métodos que proporcionassem uma união mais efetiva do cimento resinoso tanto a ligas nobres como a metais básicos (JACQUES, 2003).

Vários mecanismos foram introduzidos com o objetivo de melhorar o padrão original de adesão entre resina e metal, o qual ocorria através de macrorretenções (perfurações nas aletas metálicas das próteses adesivas). Dentre as alternativas propostas, pode-se incluir a formação de microrretenções através da “técnica do sal” (ISIDOR et al., 1991), microjateamento com partículas de óxido de alumínio (FRANÇA; MUENCH; CARDOSO, 1998; ISIDOR et al., 1991), jateamento com sílica ou *silicoating* (MC CAUGHEY , 1993), ataque eletrolítico (THOMPSON; DEL CASTILHO; LIVADITIS, 1983; WATANABE; POWERS; LOREY,1988), deposição de estanho ou *tin-plating* (BARKERKEIR; LATTA, 2000; MC CAUGHEY, 1993), tratamento térmico (OGUNYINKA, 2000), *primers* ou condicionadores para metal (YOSHIDA; ATSUTA, 1997) ou uma associação de métodos.

A adesão a ligas de metais básicos foi melhorada consideravelmente em função da presença de determinados componentes adesivos nos cimentos resinosos. A força de adesão entre resinas e metais é físico-química e resulta do embricamento mecânico do cimento com a superfície dos metais e das interações químicas entre óxidos presentes na superfície dos metais e os derivados dos ácidos carboxílico ou fosfórico presentes nos cimentos. No entanto, estes monômeros não são capazes de promover uma adesão tão efetiva entre ligas de metais nobres e cimentos resinosos, uma vez que não há a formação de camada passivadora de óxidos nessas ligas. Sendo assim, foram criados *primers* para metais, que possibilitaram um aumento significativo da resistência de união em ligas nobres (JACQUES, 2003).

Um crescente número de sistemas adesivos para metais nobres, constituídos de um *primer* adesivo e um cimento resinoso, vem sendo introduzido

como resultado do desenvolvimento de novos monômeros derivados do tiol (Tiona). Condicionadores para metal, *primers*, do grupo Tiona são usualmente vendidos no mercado odontológico como um líquido em frasco único contendo solvente, acetona e/ou etanol (MATSUMURA; ATSUTA; TANOUE, 2002).

Recentemente, foram introduzidos no mercado dois primers metálicos apresentando diferentes tipos de monômeros adesivos derivados da Tiona. Apesar dos fabricantes enaltecerem suas propriedades, quando comparados com os primers convencionais, principalmente as propriedades relacionadas à adesão a metais nobres, não há informações detalhadas sobre as características desses dois sistemas (MATSUMURA et al., 2000), e tampouco sobre seu comportamento frente a ligas de Ni-Cr.

É inegável a evolução tecnológica da Odontologia, concomitantemente, a dos cimentos resinosos e sistemas adesivos. Contudo, apesar dos cimentos resinosos serem muito ecléticos, existem determinadas situações em que se faz necessária uma correta indicação do tipo de cimento resinoso a ser empregado para obter-se sucesso no tratamento protético.

Neste contexto, a presente pesquisa objetiva avaliar a adesão entre cimentos resinosos e ligas à base de Ni-Cr, em função da utilização de primers adesivos metálicos.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Swartz, Phillips e Johnston (1955), preocupados com a falta de aderência e infiltração marginal entre o cimento fosfato de zinco e os substratos dentais, deram início às investigações clínicas e laboratoriais com cimentos à base de resina. A princípio, esses protótipos dos cimentos resinosos atuais não possuíam características de adesão à estrutura dental ou aos metais, mas já apresentavam um tipo de condicionador de superfície, que aumentava a adesão desses cimentos ao esmalte e à dentina, embora seu mecanismo de ação não fosse conhecido. Os resultados obtidos mostraram que a umidade reduziu a força de união; que a adesão entre os cimentos e o esmalte e entre os cimentos e a dentina eram diferentes e que o condicionador foi, em geral, benéfico para manter a adesão.

Rochette (1973) introduziu o conceito da união do metal aos dentes. Estruturas metálicas de ouro tipo IV com perfurações afuniladas eram jateadas e silanizadas na face em contato com os dentes e estes sofriam ataque ácido. Posteriormente, as peças eram adaptadas aos dentes com a resina composta Sevriton (Claudius Ash, Inc., Niagara Falls, N.Y). A proposta inicial era a esplintagem de dentes com problemas periodontais, mas também foram incluídos pânticos em cerâmica ou resina acrílica na sua estrutura. O autor relata, ainda, o acompanhamento de casos clínicos, por dois anos, com sucesso. O retentor perfurado tornou-se o modelo padrão durante vários anos, sendo usado tanto para prótese anterior quanto para a posterior.

Howe e Denehy (1977) reconheceram a retenção otimizada das estruturas metálicas, nesse caso em ligas de metais não preciosos, associadas às resinas compostas (Adaptic – Johnson & Johnson Dental Products Company, East Windsor, N.J.) e começaram a utilizar próteses parciais metalocerâmicas, com retentores metálicos em forma de haletas perfuradas e pânticos, a fim de restituir os dentes anteriores ausentes. Os autores enaltecem o caráter não invasivo desse procedimento quando comparado aos preparos dentais convencionais para próteses fixas e apresentam casos clínicos com dois anos de preservação.

Livaditis (1980) reportou a utilização de prótese adesiva com macrorretenções perfuradas para retentores de dentes posteriores em dentições com oclusão funcional normal e de um novo cimento resinoso, o Comspan (L.D. Caulk Company), que foi apresentado como agente de união autopolimerizável (Bis-GMA) com espessura de 25 μ m.

Tanaka et al. (1981) sugeriram que uma resina adesiva eliminaria a necessidade de retenções mecânicas em próteses metaloplásticas, resultando em inúmeras vantagens. Esta pesquisa mostrou que as resinas acrílicas contendo o monômero adesivo 4-META se uniam muito bem em superfícies metálicas lisas, principalmente em ligas de metal básico. Na avaliação da resistência adesiva por tração, ocorreram falhas coesivas no cimento, com valores registrados em 250 kg/cm², sugerindo que a união no metal poderia ser maior. Os autores sugeriram ainda que o monômero adesivo 4-META possuía afinidade e capacidade de se unir quimicamente aos óxidos formados na superfície metálica e que tratamentos visando incrementar a formação desses óxidos resultariam em aumento e

durabilidade da capacidade adesiva, já que a adesão permaneceu alta, até mesmo quando os autores promoveram armazenamento em água a 37°C e 80°C e 500 termociclos.

Livaditis e Thompson (1982) utilizaram uma solução de ácido nítrico a 0,5 N com uma corrente de 250 mA/cm² por 5 min, seguida por imersão em uma solução de ácido clorídrico a 18% em um limpador ultra-sônico durante 10 minutos, para condicionar a superfície interna dos retentores de liga de metal básico em prótese parcial fixa (PPF) adesiva. Sessenta e cinco próteses adesivas (entre 3 e 6 elementos), com esse esquema de condicionamento nos retentores, foram cimentadas (Comspan - L.D. Caulk Company) como parte de um estudo piloto para o estudo longitudinal e avaliação dessa técnica, tida como alternativa para a reabilitação com PPF convencionais. Essas próteses ficaram conhecidas como prótese adesiva de Maryland, já que esses estudos foram desenvolvidos na Universidade de Maryland, em Baltimore, nos Estados Unidos.

Segundo Barkmeier, Heyde e Holson (1983) as resinas compostas convencionais, sejam elas diluídas ou não em monômeros, não foram bem aceitas como agentes para cimentação de próteses adesivas, devido à espessa linha de cimento resultante do tamanho de suas partículas inorgânicas e da alta viscosidade do componente orgânico. Os autores descreveram, então, as propriedades de um novo cimento resinoso, o Comspan (L.D. Caulk Company), especialmente desenvolvido para prótese adesiva, cuja composição é resina BisGMA e 65% de vidro Bário-Alumínio-Silicato como componente inorgânico, que caracterizava boa fluidez e película de cimento inferior a 25 µm. Relataram ainda que a união desse cimento às ligas metálicas tratadas eletroliticamente era bastante expressiva e

aumentada, se uma resina fluida fosse aplicada no metal, previamente ao cimento. A técnica para utilização clínica desse cimento foi descrita passo a passo e o artigo foi finalizado com a apresentação de um caso clínico.

Thompson, DelCastilho e Livaditis (1983) relataram que as forças de adesão da resina às ligas de Ni-Cr com e sem berílio condicionadas eletroliticamente eram maiores que os valores encontrados para adesão da resina ao esmalte. Apresentaram, também, um novo procedimento para o condicionamento de ligas de Ni-Cr com berílio, que consistia no banho com ácido sulfúrico a 10% em 300 mA/cm², seguido pelos mesmos procedimentos de limpeza descritos no trabalho anterior. Esse novo método de condicionamento superficial tornava equivalente a resistência adesiva das duas ligas: para o Biobond C&B com 0.5 N de ácido nítrico a 200 mA/cm² por 5 min e banho ultra-sônico com solução de HCl a 18% por 10 a 12 min obteve média de 27 MPa e para o Rexillum III condicionado com solução de 10% de ácido sulfúrico a 300 mA/cm² por 3 min e banho ultra-sônico com solução de HCl a 18% por 10 a 12 min obteve média de 25 MPa.

Omura et al. (1984) desenvolveram o adesivo dental Panavia Ex. O Panavia é um tipo de composto resinoso, constituído de um líquido (monômero) e um pó (polímero e cargas inorgânicas). A estrutura química e o uso do agente de adesão MDP (metacriloxydecil diidrogeno fosfato) desse cimento demonstraram união excelente com a dentina (sem condicionamento ácido), esmalte (condicionado), Ni-Cr jateado com óxido de alumínio (Now-Chrome -I), liga áurica lisa (Casting-Gold), liga áurica jateada com óxido de alumínio (Casting-Gold) e porcelana (VitaOpaque) de respectivamente: 82,140, 360, 230, 270 e 240 Kg/cm².

Thompson, Grolman e Liao (1985) trabalharam com ligas básicas para a confecção de próteses (Ni-Cr-Be, Ni-Cr e Cr-Co) e com os cimentos resinosos Panavia Ex e Superbond C&B para averiguarem a resistência de união metal/cimento, através de teste de resistência a tração e ao cisalhamento em discos com 6 mm de diâmetro por 2 mm de espessura cimentados entre si. A área de adesão de 0,07cm² e a linha de cimentação de 60µm foram definidas por uma fita adesiva circular aderida sobre a superfície dos discos, que foram divididos em grupos, de acordo com o tipo de metal e o número de termociclos (2500 e/ou 10.000 ciclos) entre as temperaturas de 5 e 55°C. Concluíram que o cimento Panavia Ex mostrou-se o melhor para todos os tipos de liga, que os valores desse cimento mantiveram-se mesmo após a termociclagem, mostrando um ligeiro aumento nos valores depois de ciclados e que a maioria das fraturas foi coesiva. Para o cimento Superbond C&B, os valores obtidos diminuíram com a termociclagem.

Atta, Smith e Brown (1987) compararam a força de adesão química de cimentos resinosos adesivos (ABC Cement – Vivadent, Leichtenstein e Panavia Ex – Kuraray, Japan) aderidos a ligas de Ni-Cr, com a retenção mecânica de um cimento resinoso não adesivo (Comspan – L.D Cauk, USA) aderido a superfícies de Ni-Cr, com diferentes tipos de tratamentos de superfície: condicionamento ácido, com malha e com cristais de sal. Após o armazenamento em água por uma semana, foram realizados testes de resistência à tração e ao cisalhamento. Os dois cimentos adesivos produziram os maiores resultados para o teste de tração e o Panavia EX obteve as maiores médias de resistência ao cisalhamento.

Tjan e Nemetz (1987) comentaram que a popularidade e o aumento da utilização de próteses metalocerâmicas fizeram com que houvesse um aprimoramento dos sistemas de reparo para porcelana. Tais sistemas apresentavam basicamente um agente do tipo silano, que faria a união da resina utilizada com a porcelana, mas com o metal essa união seria deficiente. Dessa maneira, alguns fabricantes têm introduzido no mercado alguns agentes promotores de adesão aos metais (*primers* para metal), ou seja, algum agente adesivo que possa ligar-se quimicamente à resina, ou até mesmo, um cimento resinoso ao metal. Os autores, nessa pesquisa, avaliaram a resistência adesiva por cisalhamento de resinas compostas (Curay-fil – Sci-Pharm e Heliolit – Vivadent) a diferentes ligas metálicas mediante o emprego de *primers* para metal. As ligas empregadas foram Degussa G (86% Au - Degussa Dental), Olympia (52% Au – J F Jelenko & Co.), Alabond ET (2%Au – Heraeus Dental Gold Corp.) e Ceramloy II (Ni-Cr – Ceramco). Os *primers* para metal empregados foram o Primet (Sci-Pharm), o Fusion (George Taub) e o ABC (Vivadent). Os corpos-de-prova foram preparados com lixas abrasivas no intuito de padronizar a rugosidade da superfície. Os *primers* e as resinas foram aplicados conforme a recomendação do fabricante. Metade dos corpos-de-prova foi mantida em água à temperatura ambiente (23°C) por 7 dias e a outra metade mantida a 37°C por 7 dias. Os resultados mostraram uniões adesivas baixas (61,2 kgf/cm² para o valor mais alto – Primet + Degussa G + temperatura ambiente e 1,42 kgf/cm² para o valor mais baixo – ABC + Olympia + 37°C). Os autores comentaram que o ABC é um primer para metal que acompanha um cimento resinoso à base de uretano dimetacrilato designado para prótese adesivas. Esse *primer* teria a capacidade de formar ligações iônicas com o metal e ligações covalentes com a resina. O

mecanismo seria similar ao Primet (SCI-Pharm). Os resultados da aplicação dos *primers* para metal se apresentaram abaixo das expectativas e a presença de umidade diminuiu a resistência adesiva para todos os materiais testados. Segundo os autores, asperizar e criar microrretenções nas peças metálicas ainda deveriam ser executadas enquanto novos produtos não promovessem uniões elevadas da resina ao metal.

Watanabe, Powers e Lorey (1988), através de testes de tração, testaram a adesão de 5 cimentos a metais, sendo 2 cimentos resinosos (Conclude – 3M Dental Products e o Kerr Maryland Bridge Cement – Sybron/Kerr) e 3 cimentos resinosos adesivos (ABC – Vivadent, Panavia Ex – Kuraray Co. e Super-Bond C&B – Sun Medical Co.), que contém monômeros adesivos, tais como ésteres orgânicos, os quais aderem quimicamente à camada de óxidos dos metais. Cones truncados de resina (P-30, 3M Dental Products) foram cimentados em 5 diferentes tipos de tratamentos das superfícies metálicas: ligas de Ni-Cr-Be apenas jateadas com óxido de alumínio; ligas de Ni-Cr-Be com condicionamento eletrolítico; ligas de ouro tipo IV apenas jateadas com óxido de alumínio e ligas de ouro tipo IV condicionadas com a deposição de uma camada de estanho (*tin-plate*). Os corpos-de-prova cimentados foram armazenados em água destilada a 37°C por 24 horas ou 70°C por 30 dias. Como resultado, os autores mostraram que os cimentos resinosos adesivos (Panavia Ex e Superbond C&B) promoveram uma força de adesão superior aos cimentos resinosos não adesivos, em geral. Sugeriram que os componentes adesivos dos cimentos Panavia Ex, Superbond C&B e ABC se uniram quimicamente aos óxidos metálicos. A união foi melhor na liga de metal básico microjateada, em comparação com a liga de metal nobre microjateada. A liga nobre estanhada elevou

a resistência adesiva a valores próximos ao da liga de metal básico microjateada. Os cimentos resinosos não adesivos promoveram uma resistência adesiva maior na liga de metal básico tratada eletroliticamente, do que em qualquer outro tratamento. Os cimentos resinosos adesivos apresentaram 100% de falhas coesivas nos corpos-de-prova em Ni-Cr-Be e 50% adesiva e 50% coesiva nos corpos-de-prova em ligas áuricas. Já para os cimentos resinosos, 80% das falhas apresentadas nos corpos-de-prova foram adesivas. Concluiu-se que a adesão de cimentos resinosos, que contêm componentes adesivos aos metais, é maior que a dos cimentos sem esses componentes, e que a adesão dos cimentos adesivos a ligas de Ni-Cr-Be, apenas jateadas com óxido de alumínio, é clinicamente aceitável.

Flood, Brockhurst e Harcourt (1989) avaliaram a resistência adesiva por tração de produtos designados a cimentação de próteses adesivas: duas resinas compostas (Concise -3M e Silar – L.D. Caulk), quatro cimentos resinosos (Comspan – L. D. Caulk; Teledyne-Getz Maryland Bridge Cement - Teledyne-Getz; Dent-Mat Maryland Bridge Cement – Dent Mat Corporation e o Conclude – 3M) e dois cimentos resinosos adesivos (Panavia Ex – Kuraray Co. e Superbond C&B – Sun Medical). As ligas escolhidas foram de Ni-Cr-Be (Rexillum III – Jeneric Industries) e de Ni-Cr (NP₂ - Howmedica Inc.). Os respectivos corpos-de-prova foram fundidos, limpos, isolados e, então, preparados eletroliticamente. Os corpos-de-prova foram cimentados entre si e mantidos com pressão digital por 30 segundos. Após 10 minutos, foram armazenados em água a 23°C por 7 dias, quando então foi avaliada a resistência à tração a uma velocidade de 1 mm/cm². Para a liga de Ni-Cr-Be e Ni-Cr os resultados em MPa foram , respectivamente: Concise 26,8 e 8,1; Silar 21,2 e 6,0; Comspan 25,0 e 9,6; Teledyne-Getz 27,7 e 7,6; Dent-Mat 27,8 e 8,5; Conclude

27,6 e 6,7; Panavia Ex 38,0 e 17,6; Superbond C&B 39,1 e 21,7. Segundo os autores, os valores semelhantes encontrados tanto para as resinas compostas como para os cimentos resinosos deveram-se ao fato de apresentarem a mesma composição (Bis-GMA) que estes apresentavam, a não ser pela quantidade de partículas, que seria menor nos cimentos resinosos. Os cimentos resinosos adesivos (baseado no sistema metilmetacrilato), apresentaram resultados maiores, provavelmente pela união química de seus monômeros adesivos aos metais. Concluíram ainda que a escolha da liga e um correto condicionamento eletrolítico seriam mais importantes do que o agente cimentante.

Swift (1989) fez uma pesquisa bibliográfica onde descreveu as composições e aspectos particulares de alguns cimentos resinosos adesivos, como o Panavia (Kuraray, Co.) e 4-META (Sun Medical), que eram utilizados no Japão e haviam sido recém lançados nos Estados Unidos. Segundo o autor, tanto para o Panavia como para o 4-META, a oxidação da superfície metálica seria importante para a adesão. Além dos óxidos metálicos, o microjateamento da superfície metálica com pó de óxido de alumínio de 50 μm aumentaria a adesão, promoveria uma limpeza e melhoraria o molhamento do cimento. Apesar de oferecer muitas vantagens em relação aos cimentos resinosos tradicionais, o Panavia apresentava algumas desvantagens, como a necessidade de uma correta proporção pó/líquido, para resultar em boas uniões, e uma adesão à dentina muito baixa. O 4-META apresentava como desvantagem a diminuição na força de adesão após ciclagem térmica e, ainda, por se tratar de uma resina acrílica sem carga inorgânica poderia

haver falhas dentro da massa de resina, mesmo se a interface resina/metal e resina/esmalte permanecesse unida.

Segundo o artigo Metal adhesion (1990), a união de resina com metal era obtida, inicialmente, por retenção mecânica. Atualmente, as pesquisas e as experiências clínicas indicariam a possibilidade de uma adesão química. Nessa condição, a união ao metal apresentaria algumas variáveis importantes para se obter essa adesão. Essas variáveis dizem respeito ao tipo de adesivo e de metal empregados e o pré-tratamento dado ao metal. O artigo citou, ainda, que produtos formulados especificamente para produzir a adesão tanto ao metal como à resina representariam uma nova categoria de materiais. Quando utilizados com condicionamento ácido e adesivo dentinário esses produtos ofereceriam pela primeira vez uma combinação químico-mecânica em restaurações metálicas. As aplicações práticas seriam vastas e variadas, entretanto foram consideradas desvantagens a necessidade de uma atenção meticulosa aos detalhes durante a cimentação, e a durabilidade da adesão que ainda não era confiável.

Atta, Smith e Brown (1990) avaliaram a resistência adesiva por tração e cisalhamento de sistemas adesivos a uma liga de Ni-Cr. Foram empregados os cimentos Panavia Ex (Kuraray Co.), que é um cimento resinoso adesivo com um monômero éster fosfórico como promotor de adesão; o cimento Superbond C&B (Sun Medical), que é um cimento resinoso com o monômero 4-META como promotor de adesão e o cimento resinoso ABC (Vivadent) associado a um *primer* para metal, o Metal Primer (Vivadent), à base de grupos fosfatos como promotores de adesão. Foram confeccionados, em resina acrílica, discos com 7mm de diâmetro e 2 mm de espessura e fundidos com a liga de Ni-Cr, Microbond N₂ (Austen Dental Inc.,

Chicago). Após a fundição, os discos foram jateados com óxido de alumínio antes e após a simulação de quatro ciclos de queima de porcelana. No grupo cimentado com o Superbond C&B, os discos foram também imersos em solução aquosa com 3% de ácido sulfúrico e 1% de permanganato de potássio por 15 segundos para, segundo o fabricante, criar uma camada de óxidos na superfície metálica. Foram então cimentados entre si, formando grupos de acordo com o cimento utilizado. Os grupos foram divididos em subgrupos: (1) foram armazenados em água a 25°C por uma semana, (2) armazenados em água a 25°C por uma semana mais 500 termociclos e (3) armazenados em água a 37°C por seis meses. Os testes de tração e cisalhamento executados apresentaram os seguintes resultados em média, respectivamente: Panavia Ex 43,54 MPa e 40,50 MPa; Superbond C&B 25,56 MPa e 25,22 MPa e ABC 24,89 MPa e 13,32 MPa. Segundo os autores, o microjateamento promoveria uma superfície microrretentiva, sugerindo que qualquer adesão do cimento resinoso seria devido a uma capacidade de molhamento dessa superfície microjateada e uma capacidade de formar uniões químicas. A união do Panavia Ex foi quase 95% melhor que a adesão dos outros dois cimentos. Este fato se deve à afinidade de seu monômero adesivo aos óxidos presentes na liga de Ni-Cr microjateada. Já a pequena adesão do cimento ABC seria devido ao seu *primer* para metal, que não produziu uma união química adequada. Da mesma maneira, para o Superbond a boa adesão à liga de Ni-Cr oxidada se daria em função da afinidade de seu monômero 4-META a esses óxidos. Nos testes de tração, todas as falhas observadas para o Panavia Ex foram coesivas no cimento, enquanto para o Superbond C&B e ABC metade das falhas foi adesiva e metade coesiva nos cimentos. Para o cisalhamento foram observadas falhas coesivas em todos os

grupos. No que diz respeito ao armazenamento e a termociclagem, os resultados mostraram que a adesão do Panavia se manteve estável, mas os outros dois cimentos tiveram a força de adesão aumentada após a ciclagem e após seis meses de armazenamento todos os grupos tiveram redução na força de adesão. O autor acredita que a temperatura elevada no banho quente da ciclagem térmica foi capaz de aumentar a reação de polimerização dos cimentos resinosos e que 500 ciclos foram insuficientes para criar algum tipo de dano na adesão desses cimentos, mas que seis meses de imersão foram capazes de enfraquecer essa união. Como conclusão final os autores acreditaram que esses cimentos resinosos adesivos seriam merecedores de avaliação clínica em longo prazo.

Lin, Chang e Chung (1990) avaliaram a resistência adesiva de diferentes marcas comerciais de ligas de Ni-Cr cimentadas entre si com um cimento à base de resina (Panavia Ex - Kuraray Co.). Os tratamentos propostos foram o microjateamento com pó de óxido de alumínio de 250 μ m, oxidação anódica, tratamento eletrolítico e não tratamento (grupo controle). As ligas metálicas empregadas foram Ni-Cr-Mo-Nb (Wiron 77 – Bego Bremer), Ni-Cr (Unitbond – Jensen Industries), Ni-Cr-Be (Lab Metal – Phoenix Ltd.), Ni-Cr-Be (Biobond II – Dentsply) e Ni-Cr-Mo-Be (Litecast B - Williams Gold Refining). Após os testes de resistência adesiva por cisalhamento, os resultados mostraram para o microjateamento uma média de 67,08 Kg/cm², para a oxidação anódica 65,59 Kg/cm², para o tratamento eletrolítico 65,66 Kg/cm² e para o não tratamento da superfície metálica uma média de 51,4 Kg/cm². Segundo os autores, não houve diferença significativa entre os tratamentos propostos e todos foram superiores ao

grupo controle. Dependendo da liga empregada, um tipo de tratamento superficial apresentou-se superior ao outro, no caso do microjateamento, a liga sem Be mostrou resistência adesiva menor. O autor enaltece o microjateamento como o tratamento mais simples e de menor custo, o qual apresentou os melhores resultados com as ligas Biobond II e Litecast B, ambas de Ni-Cr-Be.

Aboush, Mudassir e Elderton (1991) avaliaram a influência de *primers* metálicos, promotores de adesão, sobre a união do cimento Comspan (L D Caulk Co., Dentsply, Milford, DE - USA) a discos de Ni-Cr (sem berílio) com a liga Biobond Plus (Dentsply International, INC. York, PA, USA) com 6 mm de diâmetro por 2mm de espessura. Os espécimes, após a fundição, foram lixados com lixas abrasivas para que as superfícies ficassem lisas, jateados com óxido de alumínio e lavados em banho de água destilada com ultra-som, e então, divididos em 6 grupos de acordo com o tratamento de superfície e/ou promotores de adesão: no primeiro grupo (controle) não houve nenhum tratamento de superfície; no grupo dois, os discos sofreram tratamento eletrolítico por 5 minutos em ácido nítrico 0,5 N a 250mA/cm², seguido de banho ultra-sônico em ácido clorídrico a 18%; no grupo três, os discos metálicos receberam uma camada do ABC Primer – *primer* metálico (Vivadent, Schaan/Liechtenstein); no grupo quatro, os discos metálicos receberam uma camada do Goldlink – *primer* metálico (Dent-Mat Corp., Santa Maria CA); no grupo cinco, os discos metálicos receberam uma camada do Scotchprimer – *primer* cerâmico (3M, Dental Products Division, St. Paul, MN) e no grupo seis, os discos metálicos receberam uma camada do Scotchbond dual-cure – agente de união dentinário (3M, Dental Products Division, St. Paul, MN). Os resultados encontrados não mostraram diferença significativa na força de adesão entre os grupos I, III, IV e

V e o grupo VI obteve os maiores resultados. Os autores concluíram que os primers metálicos utilizados no experimento não foram capazes de aumentar significativamente a força de adesão do cimento resinoso ao Ni-Cr.

Aquilino, Diaz-Arnold e Piotrowski (1991) avaliaram a influência da fadiga tensional sobre a resistência à tração da união de cimentos do sistema Bis-GMA (Comspan e Panavia) e 4-META (Superbond) a uma liga de Ni-Cr-Be (Rexillum III). Cilindros da liga foram divididos em grupos de acordo com o tratamento de superfície e o cimento utilizado: I – condicionamento eletrolítico de Thompson, DelCastilho e Livaditis (1993) e cimentação com Comspan, II – condicionamento químico e cimentação com Comspan, III – jateamento e cimentação com o Panavia e IV – jateamento e cimentação com o Superbond. O sistema Bis-GMA, tanto para o Panavia quanto para o Comspan, foi menos afetado pela ciclagem tensional, provavelmente em função de sua composição química e dos seus componentes inorgânicos (cargas). A ciclagem mecânica proporcionou reduções sensíveis na resistência à tração do sistema 4-META/liga microjateada, segundo o autor porque esse cimento não possui carga em sua composição. Os grupos I, II e III não foram afetados pela ciclagem e o grupo III proporcionou os melhores resultados de resistência à tração.

Atsuta, Matsumura e Tanaka (1992) investigaram a adesão de uma resina fotopolimerizável indireta para prótese parcial fixa (PPF) a ligas à base de ouro e prata com o uso de um *primer* metálico e um adesivo resinoso opaco. O primer continha um promotor de adesão para ligas preciosas 6-(4-vinilbenzil-n-propil) amino-1,3,5-triazine-2,4-ditiol (VBATDT) ou simplesmente vinil-tiol. As superfícies de metal foram jateadas com óxido de alumínio, e depois receberam uma camada de

VBATDT em solução de acetona. Um adesivo resinoso opaco autopolimerizável, 4-META/MMA-TBB, foi usado para unir as superfícies metálicas com primer à resina Dentacolor, D-120 (Kulzer&Co., GmbH. Friedrichsdorf, Germany). Os corpos-de-prova foram submetidos a 100,000 termociclos e depois submetidos a testes de cisalhamento. A força de adesão após a termociclagem foi de 28,4 MPa para as ligas de Ag-Pd-Cu-Au e 20.8 Mpa para liga de ouro tipo III. Esta resistência adesiva é creditada a um grupo mercapto livre do vinil-tiol, que reage com o paládio para formar uma união química. O caráter químico que envolve a união compósito/metal coloca esta técnica como alternativa simples e eficiente para o condicionamento de ligas nobres e seminobres. Os autores concluíram que um *primer* metálico que contém o VBATDT e uma resina opaca que contenha o monômero 4-META, efetivamente promovem a adesão a ligas de Ag-Pd-Cu-Au e de ouro tipo III.

Gates et al. (1993) conduziram um estudo para determinar a resistência à tração da união do cimento resinoso Panavia Op com ligas não nobres, seminobres e nobres. Foram fundidos discos de 6,35 mm de diâmetro e, após desinclusão e limpeza, sofreram um processo de oxidação através da simulação de queima da porcelana a 1000°C. Todas as superfícies metálicas foram microjateadas com óxido de alumínio (125µm) e divididas em grupos: 10(n) Ni-Cr, 10(n) Co-Cr, 30(n) liga seminobre e 30(n) liga nobre, sendo que 20 corpos-de-prova de cada grupo contendo ouro, tiveram, também, deposição de estanho em suas superfícies, processo chamado de *tin-plate*. O tin-plate foi executado em duas marcas comerciais de aparelhos de tin-plate diferentes. Assim, 10 corpos-de-prova tinham as superfícies tratadas com o Kura-Ace Mini (Kuraray Co., Osaka, Japan) e 10 corpos-

de-prova com o Micro Tin (Danville Engineering, Danville , Calif.). As ligas não nobres (Ni-Cr-Be e Co-Cr) microjateadas e as ligas nobres tratadas com estanho proporcionaram resultados semelhantes (40-45 MPa), independente do tipo de aparelho de tin-plate utilizado, enquanto que as superfícies de ligas áuricas não tratadas pelo *tin-plate* resultaram em uniões mais frágeis (25-26 MPa), mas ainda assim superiores à união Panavia/esmalte ou resina composta/esmalte.

Yoshida et al. (1993) avaliaram o efeito de três primers para metal na união de uma resina composta experimental às ligas de cobalto-cromo e prata-paládio. Os *primers* metálicos, à base de três monômeros adesivos diferentes, eram: New Metacolor Light Opaque Bonding Liner, (4-META; Sun Medical Co, Kyoto, Japão); o Cesead Opaque Primer (10-MDP; Kuraray Co., Japão) e o VBATDT em acetona (experimental). Ciclagem térmica de 20.000 ciclos foi feita após a união do metal à resina, para avaliação dessa união. A melhor resistência, em média, foi apresentada pelos conjuntos resina/Cesead/Co-Cr (30 MPa) e resina VBATDT/AgPd (31MPa). Esses mesmos conjuntos sem aplicação do primer apresentaram, em média, 20,5 MPa para resina/Co-Cr e 10 MPa para resina/Ag-Pd. Os resultados mostraram que o *primer* à base de MDP e o *primer* à base de 4-META promovem boa adesão do material resinoso à liga de Co-Cr, pois esses monômeros possuíam uma afinidade pela camada de óxido de cromo formado na liga básica e baixa adesão à liga de metal nobre, uma vez que nesta liga há uma dificuldade em se obter uma camada de óxidos. O VBATDT *primer* aumentou consideravelmente a adesão entre a resina e a liga de Ag-Pd-Cu-Au, porém não conseguiu o mesmo desempenho com as ligas de Co-Cr e mostrando baixa interação com tais ligas. Os autores concluíram que

esses primers são clinicamente aceitáveis para adesão de uma resina fotopolimerizável a estruturas metálicas de próteses metaloplásticas.

White e Yu (1993) determinaram e compararam as propriedades físicas de cimentos resinosos. Carga inorgânica, resistência à compressão, espessura da película de cimentação e dureza Knoop foram estudados. O Panavia Ex (Kuraray Co., Japan) é um agente cimentante, cuja matriz resinosa é do tipo Bis-GMA modificada com 75% de partículas de quartzo. Sua polimerização ocorre em ambiente anaeróbico e é ativada pelo peróxido de benzoíla (BPO). A resistência coesiva deste cimento em torno de 45 MPa é bastante próxima a do All-Bond Crown and Bridge Cement (Bisco Dental Products, USA), que juntos figuram como os mais resistentes à tensão diametral entre os cimentos avaliados nessa pesquisa. O All-Bond Crown and Bridge Cement tem uma matriz resinosa do tipo Bis-GMA, preenchida por partículas de quartzo (70%). Sua polimerização é ativada por uma amina e um peróxido. De acordo como os testes realizados pelos padrões ANSI-ADA, este cimento proporciona uma película em torno de 80 μm , enquanto o Panavia Ex fica em torno de 45 μm , o que, segundo o autor, compromete a indicação destes produtos como agentes cimentantes.

Durante o Segundo Congresso Internacional de Materiais Dentários, ocorrido no Havaí, em novembro de 1993, Kawashima, Omura e Yamaguchi (1993) apresentaram um novo cimento resinoso adesivo denominado Panavia 21 (Kuraray Co.), sendo este um avanço em relação ao seu antecessor Panavia Ex (Kuraray Co.). As modificações básicas introduzidas no novo produto, em relação ao anterior, foram: apresentação na forma de duas pastas acondicionadas em seringas e a

apresentação de um *primer* acidulado para condicionamento simultâneo do esmalte e da dentina (ED Primer).

Omura e Kawashima (1994) compararam a resistência adesiva do cimento resinoso adesivo Panavia 21 (Kuraray Co) que havia sido lançado a pouco tempo, com o seu antecessor Panavia Ex (Kuraray Co.). Foram realizados testes de resistência ao cisalhamento após um dia de armazenamento em água a 37°C, e após um dia de armazenamento em água a 37°C mais 3000 termociclos nos seguintes substratos: esmalte, dentina, liga de Ni-Cr, liga áurica (70% de Au) e porcelana. Como conclusão dos resultados apresentados, os autores comentaram que a resistência adesiva do Panavia 21 é superior à do Panavia Ex em todos os substratos testados. Na dentina a união foi bem maior devido à presença de um adesivo para dentina, o ED Primer, que é um *primer* autocondicionante à base de HEMA e MDP. O Panavia 21 não foi afetado significativamente pela termociclagem e obteve média de resistência ao cisalhamento quando aderido ao Ni-Cr de 45.1 MPa após a termociclagem, contra 41,3 MPa do Panavia Ex .

Dixon et al. (1994) preocupados com os efeitos prejudiciais à saúde de ligas à base de níquel-cromo-berílio, investigaram o uso de um metal nobre na fabricação de próteses adesivas. Os autores prepararam 64 dentes, incisivos laterais e centrais superiores, de forma a obter superfícies planas em que ele cimentavam padrões metálicos retangulares de 3mm X 4mm. Os corpos de prova foram divididos em 4 grupos, de acordo com a liga metálica, sendo 16 espécimes em Ni-Cr-Be, (Rexillum III, Jeneric Gold Co., Wallingford Conn.) e 48 em metal nobre (Olympia, J. F. Jelenko and Co., Armonk NY). Todos os grupos foram submetidos a oxidação em forno para porcelana a 1000°C. O grupo de liga básica sofreu apenas, o jateamento

com óxido de alumínio como tratamento superficial; já os grupos com metal nobre tiveram três tipos de tratamento: 1- jateamento com óxido de alumínio; 2- jateamento com óxido de alumínio e revestimento com estanho e 3-não receberam tratamento superficial após a oxidação também para as ligas de metal nobre. Metade dos corpos-de-prova de cada grupo (n=8) foi cimentada com o cimento Panavia OP (Kuraray) e a outra metade (n=8) com o cimento F21 Adhesive Cement (Shywar Mfg Co., Ontário Canadá) e foram submetidos ao teste de cisalhamento. Os resultados encontrados mostraram que a liga à base de Ni-Cr-Be, apenas jateada com óxido de alumínio e cimentada com o Panavia exibiu a maior adesão entre todos os grupos. Para a liga nobre, o grupo com tratamento superficial de estanho e cimentado com Panavia mostrou-se melhor que os outros grupos com esta liga, os quais apresentaram resultados estatisticamente semelhantes entre eles e com valores de adesão inferiores ao primeiro. E, ainda, que o Panavia obteve a maior adesão com todas as ligas e todos os tratamentos de superfície.

Burmann, Saito e Santos (1994) avaliaram a adesão entre cimentos adesivos e dentina e entre esses cimentos e ligas de Ni-Cr-Be. Os autores questionaram a validade das informações existentes sobre a adesividade dos cimentos, já que a maioria delas é baseada em testes de cisalhamento, os quais, segundo os autores, podem dissimular os resultados. Padrões de Ni-Cr-Be, jateados com óxido de alumínio, foram cimentados com os cimentos: Panavia Ex (Kuraray - Osaka, Japão) mais o adesivo Prisma Universal Bond III System (Dentsply – Rio de Janeiro, Brasil); All Bond 2 (Bisco Ind. – Itasca, USA) e o cimento ionômero de vidro Ketac Cem (Espe Seefeld – Oberbay, Alemanha) em superfícies dentinárias de molares recém-extraídos. A adesividade destes agentes era medida através de

testes de tração. Após a cimentação, todos os corpos-de-prova foram submetidos à ciclagem térmica. A análise de Variância dos resultados demonstrou que o Ketac Cem apresentou a menor adesão (31,7 Kgf/cm²); o All Bond 2 a maior (81,7 Kgf/cm²) e o Panavia Ex obteve resultados intermediários (69,6 Kgf/cm²), porém estatisticamente semelhantes ao All Bond.

Salonga et al. (1994) avaliaram, através de um estudo *in vitro*, a influência da porcentagem de cromo na adesão e durabilidade de ligas de níquel-cromo e resinas adesivas com o monômero 4-META. Três ligas de Ni-Cr com diferentes porcentagens de Cr, metal de cromo puro e metal de níquel puro foram fundidas em forma de disco e cimentadas com o cimento Superbond Opaque Ivory (Sun Medical Co., Ltda). Testes de cisalhamento foram realizados antes e após 20.000 termociclos e os resultados mostraram que não houve diferença estatisticamente significativa entre a adesividade dos metais antes da termociclagem, porém após 20.000 termociclos houve decréscimo da adesão, o qual foi menor nas ligas que possuíam maior porcentagem de cromo em sua constituição. O metal de cromo puro demonstrou 15,2% de perda de adesão, enquanto o níquel puro 53,7% de decréscimo na adesão. Os resultados sugerem que ligas de Ni-Cr com alta porcentagem de cromo são recomendadas para cimentação de prótese com resinas contendo o monômero 4-META.

Burmann (1995) avaliou a resistência de união adesiva entre as ligas Degudent (Au-Pd), Por-son 4 (Ag-Pd) e Co-Span 13.5 (Ni-Cr-Be) com os cimentos Panavia Ex, C&B Luting Composite e Ketac Cem. As amostras foram representadas por botões metálicos com 0,5 cm de diâmetro e 0,1 cm de espessura que eram cimentados entre si, e após a armazenagem foram submetidos a testes de tração.

Os valores obtidos foram submetidos a análise estatística. As amostras apresentavam três tipos de tratamento superficial do metal, sendo: polimento clínico, microjateamento com óxido de alumínio e microjateamento com óxido de alumínio associado à oxidação, bem como três tipos de armazenagem (2 dias, 90 dias e 180 dias) em solução fisiológica em um único recipiente a uma temperatura de 37°C. Todas as amostras sofreram ciclagem térmica com 700 ciclos, sendo cada banho de 30 segundos nas temperaturas de 5 e 55°C. Foram feitas 5 repetições para cada grupo. O autor concluiu que a liga Co-Span apresentou a maior resistência em relação às outras que apresentaram resistências semelhantes; que a maior resistência de adesão se mostrava na superfície metálica jateada com óxido de alumínio associado à oxidação para qualquer tipo de liga, seguido com um valor menor na adesão pelo jateamento apenas com óxido de alumínio e, por fim, pelo polimento clínico da superfície metálica; que o cimento Panavia Ex mostrou superioridade em adesão frente aos outros cimentos, também para qualquer tipo de liga, ficando os menores resultados para o cimento Ketac Cem; que as falhas de adesão foram predominantemente coesivas do cimento para o Panavia Ex e o Ketac Cem, enquanto que para o cimento C&B foram predominantemente adesivas na interface cimento/liga. Para finalizar, conclui que o tempo de armazenagem em meio úmido reduziu de maneira sensível os valores em todos os grupos testados quando comparados, sendo que os valores dos grupos de 2 dias se manifestaram com superioridade em relação aos valores dos grupos de 90 e 180 dias, os quais foram semelhantes entre si.

Rubo e Pegoraro (1995) estudaram a adesão entre um cimento resinoso e discos de Ni-Cr (Durabond MS - Maquart&Cia, São Paulo, BR e Unibond – Unitek,

Califórnia, USA), Ni-Cr-Be (Biobond II – Dentsply Int., USA e Co Span Vs – Ceramometal Ltda, Rio Grande do Sul, BR), Cu-Al (Duracast MS - Marquart&Cia, São Paulo, BR), liga de ouro tipo IV, Au-Ag-Cu (Wilkinson – Coimpa, Amazonas, BR) e liga de metal nobre cerâmico, Au-Pd-Pt (Degudent U – Degussa AS, São Paulo, BR) jateadas com óxido de alumínio. Além do estudo de adesão entre resina e metal, os autores visavam avaliar a influência do banho ultra-sônico nas ligas metálicas antes da cimentação, por isso as amostras foram divididas em dois grupos: A- as amostras foram jateadas com óxido de alumínio e lavadas em água corrente e B - as mostras foram jateadas com óxido de alumínio e lavadas em banho ultra-sônico em água destilada por dois minutos. O cimento Panavia Ex foi usado para cimentar dois discos metálicos da mesma liga entre si. Após 24 h de armazenamento em água a 37°C por 24 horas os corpos-de-prova foram submetidos a testes de tração. Os resultados apresentaram os maiores valores para as ligas limpas em banho ultra-sônico e para as ligas de Ni-Cr e Ni-Cr-Be.

Triolo, Kelsey e Barkemeier (1995) conduziram um estudo *in vitro* visando avaliar o sistema adesivo Panavia 21 (P21) como agente de união a uma variedade de substratos dentais. O Panavia 21 foi testado de duas maneiras; através da resistência adesiva diretamente ao esmalte e à dentina, e através da resistência adesiva de discos de Ni-Cr-Be cimentados com o Panavia 21 a diversos substratos: (esmalte, dentina, Ni-Cr-Be e ligas de ouro tipo III). Foi usado também para fazer a união de amalgama à dentina. A adesão foi mensurada através de testes de tração, após 24 horas de armazenamento em água destilada e/ou após três meses de armazenamento e 2500 termociclos. Os resultados desse estudo, em ambos os períodos de armazenamento, 24 horas e 3 meses, mostraram que a adesão do

Panavia 21 ao esmalte (24 horas – 19,3 MPa e 3 meses – 23,7 MPa) é estatisticamente maior que a adesão do cimento à dentina (24 horas – 7,8 MPa e 3 meses – 8,8 MPa). A utilização do Panavia 21 como agente cimentante entre a liga testada e a dentina (24 horas – 18,7 MPa e 3 meses 19,8MPa) foi semelhante à adesão do cimento com o esmalte. Alta adesão foi encontrada nos grupos em que o Panavia 21 era usado para cimentar espécimes de Ni-Cr-Be e ligas de ouro tipo III (24 horas – 39,3 MPa e 3 meses – 35,5 MPa). Os maiores resultados apareceram quando o Panavia 21 foi usado para cimentar a liga de Ni-Cr-Be ao esmalte (24 horas – 54,2 Mpa e 3 meses – 56,4 Mpa) e a outro corpo-de-prova de Ni-Cr-Be (24 horas – 55,1 Mpa e 3 meses – 49,1 Mpa). Quando o P21 foi usado para adesão de amálgama a dentina (24 horas – 10,2 MPa e 3 meses – 10,4 MPa) mostrou-se similar aos adesivos comumente vendidos como sistema adesivo para amálgama. Os autores concluíram que a maior contribuição do sistema adesivo Panavia 21 e sua alta capacidade adesiva parece ser na área da prótese fixa, já que ele é capaz de unir próteses adesivas ao esmalte e próteses parciais fixas à dentina.

Yoshida et al. (1995) avaliaram, através de testes de cisalhamento, a adesão de quatro cimentos resinosos diferentes (Imperval Dual – Shofu Inc., Kyoto, Japão; Panavia 21 – Kuraray Corp., Kurashiki, Japão; Super-Bond C&B - Sun Medical Co. Ltda, Moryiama, Japão e o Bistite Resin Cement – Tokuyama Soda Corp, Tokuyama, Japão), a uma liga de Co-Cr (MetaCast - Sun Medical Co. Ltda, Moryiama, Japão) utilizando 2 *primers* adesivos (Metal Primer – GC Dental Industrial Corp., Tokyo, Japão e o Cesead Opaque Primer, Kuraray Corp., Kurashiki, Japão). Foram confeccionados discos de Co-Cr de duas dimensões (10mm X 2mm e 6mm X 2mm) e cimentados entre si com os cimentos descritos acima. Os corpos-de-prova foram

divididos em grupos de acordo com o tipo de cimento utilizado e o uso ou não dos *primers*. Todos os grupos foram armazenados em água destilada por 24 horas, e então, cada grupo era dividido em três subgrupos, de acordo com o número de ciclos: 0 termociclos, 50.000 termociclos e 100.000 termociclos, com o objetivo de avaliar a durabilidade da adesão. Os grupos onde o Cesead Opaque Primer foi aplicado apresentaram aumento da resistência ao cisalhamento dos cimentos Imperva Dual, Super-Bond C&B e Bistite quando aderidos a ligas de Co-Cr, se comparados com aqueles grupos com os mesmos cimentos, porém cimentados com o Metal Primer ou sem nenhum *primer* de união. Todos os grupos com o Panavia 21 apresentaram os melhores resultados, em torno de 60 MPa e não houve diferença significativa entre eles, mesmo após a termociclagem.

Asmussen, Attal e Degrange (1996) avaliaram o efeito de um *primer* ácido (solução cetônica a 0,3% de ácido maleico) e de um *primer* básico (solução cetônica a 0,3% de N,N-dietanol-*p*-toluidina) na polaridade superficial de uma liga de Ni-Cr-Be (Rexillum III – Jeneric Pentron) e na energia de aderência de cimentos resinosos a esta liga. Os autores concluíram que o componente polar da energia livre de superfície aumentou com os tratamentos efetuados. Os resultados mostraram, ainda, que houve um aumento de 22% a 54 % na energia de aderência dos cimentos resinosos à liga testada. Os autores comentaram que a eficácia dos *primers* existentes no mercado se deve a moléculas ativas contendo grupos polares. Estes grupos alterariam a superfície metálica através de um aumento nas interações polares com o cimento resinoso aplicado subsequente.

Rubo, Pegoraro e Ferreira (1996) avaliaram a adesão entre ligas de Ni-Cr (Durabond - Maquart&Cia, São Paulo, BR), Ni-Cr-Be (Litecast B - Williams Gold,

Nova York, USA), Cu-Al (Duracast - Marquart&Cia, São Paulo, BR), liga de ouro tipo IV, Au-Ag-Cu (Wilkinson – Coimpa, Amazonas, BR) e liga de metal nobre cerâmico, Au-Pd-Pt (Degudent U – Degussa AS, São Paulo, BR) com e sem deposição superficial de estanho (*Tin-Plating*). Oitenta pré-molares livres de cáries receberam preparos com 0.5 mm de espessura nas paredes linguais e proximais com término em chanfro e dois apoios oclusais nas cristas marginais, com o objetivo de simular preparos para prótese adesiva (PA). Foram esculpidas e fundidas 10 haletas metálicas de PA para cada liga e mais 10 de Cu-Al, liga de ouro tipo IV, liga de metal nobre cerâmico. As amostras foram divididas em dois grupos: A - dez amostras de cada liga foram jateadas com óxido de alumínio e limpas em banho ultra-sônico e B – dez amostras de Cu-Al, liga de ouro tipo IV, liga de metal nobre cerâmico, além de jateadas, receberam uma camada de estanho. As amostras eram cimentadas aos dentes preparados com o cimento Panavia Ex e termocicladas 3 vezes ao dia por 30 dias e então submetidas ao teste de tração através de ganchos presentes nas estruturas metálica da haleta adesiva. Os resultados mostraram as maiores resistências adesivas para as ligas de Ni-Cr (71,94 Kgf), Ni-Cr-Be (71,06 Kgf) e Cu-Al (62,46 Kgf) que obtiveram resultados estatisticamente semelhantes, seguidos da liga de ouro tipo quatro jateada (47,53 Kgf) e do ouro cerâmico com *Tin Plating* (47,14 Kgf), e por último a liga de ouro tipo quatro com *Tin Plating* (32,03 Kgf), liga de Cu-Al com *Tin Plating* (30,59 Kgf) e do ouro cerâmico jateado (28,06 Kgf).

Yoshida et al. (1996) avaliaram a resistência adesiva por teste de cisalhamento de três cimentos resinosos (Imperva Dual – Shofu, Corp.; Panavia 21 – Kuraray ,Co.; Superbond C7B – Sun Medical) a duas ligas metálicas sendo uma nobre (Ag-Pd-Cu-Au – Castwell M.C.12,GC) e uma básica (Co-Cr – Metacast, Sun

Medical). Foram empregados três *primers* para metal a fim de incrementar a união: o Metal Primer da GC que contém o monômero adesivo MEPS e que foi aplicado nas duas ligas; o V-Primer da Sun Medical que contém o monômero adesivo VBATDT, somente aplicado nas amostras de liga nobre e o Cesead Opaque Primer da Kuraray que contém o monômero adesivo 10-MDP e foi aplicado apenas nas amostras com Co-Cr. Após a cimentação, as amostras foram armazenadas a 37°C por 24 horas e depois submetidas a 0, 20.000 ou 50.000 termociclos. Como resultado, os autores mostraram que a aplicação do Metal Primer foi eficaz em aumentar a adesão dos três cimentos à liga nobre em comparação à mesma liga na qual não se aplicou esse *primer*. A aplicação do Cesead Opaque Primer registrou os maiores valores de resistência adesiva (na liga de Co-Cr) para os cimentos resinosos Imperva Dual e Superbond C&B após termociclagem de 50.000 ciclos. O cimento resinoso adesivo Panavia 21 não apresentou diferenças significativas nas resistências adesivas à liga de Co-Cr com ou sem a aplicação do Cesead Opaque Primer para todas as termociclagens. O Metal Primer foi efetivo em unir quimicamente a resina a ligas nobres e, por isso, permite a eliminação de qualquer outro tratamento de superfície metálica dessa liga. O V-Primer (VBATDT) somente aumentou a resistência adesiva do cimento resinoso adesivo Superbond C&B à liga nobre, porém quando cimentado com o Panavia ou o Imperva Dual houve decréscimo da resistência adesiva desses cimentos; o autor associa esse fato a uma incompatibilidade entre o iniciador de polimerização dos cimentos com o monômero VBATDT. Os monômeros adesivos promoveram uma união forte às ligas de metal básico, pois possuem uma afinidade aos óxidos metálicos como os de cromo, estanho e cobre. O monômero adesivo 10-MDP promoveu uniões maiores que o

monômero 4-META, pois foi mais susceptível quimicamente de reagir com os óxidos de cromo presentes na liga de Co-Cr. Como conclusão final, os autores acreditam que a combinação de *primers* específicos para metais e o emprego de cimentos resinosos eliminariam tratamentos, muitas vezes complicados, realizados na superfície metálica. Parece que esta associação promoveria uma longevidade das próteses cimentadas adesivamente.

Yoshida et al. (1997) avaliaram o efeito de quatro *primers* para metal na resistência adesiva por cisalhamento entre uma resina à base de MMA-PMMA, ativada quimicamente, (Unifast – GC) e uma liga de Co-Cr (Metacast – Sun Medical) microjateada com pó de óxido de alumínio de 50µm. Os *primers* para metal empregados foram o Acryl Bond (Shofu , Inc.), composto pelo monômero adesivo 4-AET, o Cesead Opaque Primer (Kuraray, Co.), composto pelo monômero adesivo 10-MDP; o Metal Primer II (GC), composto pelo monômero adesivo MEPS e o MR Bond (Tokuyama Americans Inc.) composto pelo monômero adesivo MAC-10. Os corpos-de-prova foram divididos em quatro grupos, contendo dez amostras cada, de acordo com o *primer* utilizado. Esses grupos foram ainda divididos em subgrupos: metade dos corpos-de-prova foi armazenada por 24 horas em água destilada a 37°C e a outra metade foi, além de armazenada por 24 horas em água destilada a 37°C e termociclada 20.000 vezes em banhos a 4 e 60°C com 1 minuto de duração. Todos os *primers* testados aumentaram a resistência adesiva da resina à liga de Co-Cr, mesmo após a termociclagem, quando comparados aos corpos-de-prova em que os *primers* para metal não foram aplicados. Segundo os autores, todas as falhas observadas nos corpos-de-prova foram adesivas. Todos os *primers* testados

aumentaram a resistência adesiva da resina à liga, porque o monômero funcional existente em cada um deles possuiu uma afinidade pela camada de óxido de cromo criada na liga fundida de Co-Cr. Os *primers*, contendo 10-MDP e MEPS, possuem grupos fosfatados hidrogenados e estes promovem resistências adesivas maiores e mais duradouras do que os *primers*, contendo grupos carboxílicos (4-AET e MAC-10), tanto que a adesão desses dois últimos diminuiu cerca de 90,9% e 39,5%, respectivamente, enquanto que a adesão dos dois primeiros diminuiu cerca de 24,6% e 25,1%, respectivamente, após a termociclagem. Assim, os *primers* Cesead Opaque Primer e Metal Primer II, que possuem monômeros adesivos com composições similares, apresentaram uma afinidade maior pelos óxidos de cromo. Apesar dos resultados, os autores acreditaram que novos *primers* para metal deveriam ser desenvolvidos, pois todos os *primers* testados quando comparados entre si, apresentaram uma diminuição significativa na resistência adesiva após a termociclagem.

França, Muench e Cardoso (1998) conduziram uma pesquisa com ensaios de tração, entre uma liga de Ni-Cr-Be (LiteCast B – Williams Dental, EUA) e cimentos resinosos (Comspan, Panavia Ex e All Bond C&B), com quatro tratamentos de superficiais (superfície lisa, microjateamento, ataque eletrolítico e deposição de uma camada de sílica, o Silicoater) e armazenagem por 3 e 30 dias em solução de NaCl a 0,9%, a 37°C. Na segunda condição de armazenagem (30 dias) foi executada, intercaladamente, ciclagem térmica, perfazendo ao todo 600 ciclos. Os corpos-de-prova eram dois discos de Ni-Cr, providos de alças fixadoras, e cimentados entre si. Os resultados permitiram concluir que: superfícies lisas conduzem a baixíssimas retentividades (3 dias – 1,58 MPa e 30 dias – 0,68 MPa) e

que as superfícies tratadas com Silicoater conduzem a altíssimos valores com qualquer cimento e condição de armazenagem (3 dias – 34,60 MPa e 30 dias – 30,43 MPa); o Panavia Ex com superfícies microjateadas, também, conduzem a altas retentividades e parece não sofrer influência do tratamento da ciclagem térmica com média de 25,58 MPa; a maior retentividade foi obtida pela combinação do All-Bond C&B e o silicoater, 40,25 MPa.

Kawashima et al. (1999) apresentaram uma nova versão do Panavia 21, o Panavia Fluoro Cement (Kuraray Co). Esse novo cimento resinoso adesivo, ao contrário do seu antecessor, apresenta dupla polimerização (dual), características adesivas melhoradas e, ainda, liberação de flúor. Nesse trabalho, os autores comparam a adesão através de teste de resistência ao cisalhamento em três substratos: esmalte, dentina e uma liga com 70 % de Au (Casting Gold Type IV, GC). Os substratos dentários receberam um primer autocondicionante, o ED Primer, enquanto a liga metálica recebeu o primer metálico, Alloy Primer. As amostras sofreram 3.000 termociclos. As médias para o Panavia Fluoro Cement e Panavia 21 foram respectivamente (MPa) : para esmalte 39 e 31,8, para dentina 22 e 20,9 e para liga de Au 42,3 e 36,3.

Burger (1999) avaliou a resistência adesiva imediata por tração de cinco cimentos resinosos e um de fosfato de zinco a uma liga de Ni-Cr microjateada com óxido de alumínio. O objetivo desse trabalho foi avaliar a importância da adesividade, sistema de polimerização e fotoativação desses cimentos resinosos na união com a liga metálica após 1 hora de cimentação dos corpos-de-prova, visando simular uma condição clínica de trabalho. Como conclusão, o autor mostrou que os cimentos resinosos adesivos (Panavia 21 e Panavia Fluoro Cement, Kuraray Co.)

apresentam as mais altas resistências adesivas (em média, 35 MPa) em relação aos cimentos resinosos não adesivos (Cement-it - Jeneric /Pentron; Rely X - 3M e Nexus – Kerr). Todos os cimentos resinosos de dupla polimerização (Panavia Fluoro Cement, 3M Rely X e Nexus) apresentaram uma diminuição significativa das resistências adesivas quando não se promoveu fotoativação durante a cimentação. Os cimentos resinosos não adesivos de dupla polimerização 3M Rely X e Nexus foram inferiores na promoção de uma resistência adesiva satisfatória (15 MPa em média), em relação ao cimento resinoso não adesivo de polimerização química, Cement –it (23Mpa). O Panavia Fluoro Cement apresentou a maior média de resistência adesiva. Apesar das diferenças apresentadas entre os cimentos resinosos, todos proporcionaram uma média de resistência adesiva significativamente maior que o tradicional fosfato de zinco (2,4Mpa). As falhas foram predominantemente coesivas nos grupos com cimento Panavia.

Yoshida, Kamada e Atsuta (1999) pesquisaram a ação de *primers* metálicos sobre a resistência adesiva entre uma resina auto-polimerizável a base de MMA-PMMA e uma liga de Co-Cr. Através de testes de cisalhamento, a uma velocidade de 0,5mm/min, em discos metálicos cimentados dois a dois, os autores compararam a adesão dos *primers* adesivos metálicos: Acryl Bond (AB, Shofu), Cesead Opaque Primer (COP, Kuraray), Metacolor Opaque Bonding Liner (MOBL, Sun-Medical), Metal Primer II (MPII, GC) e MR. Bond (MRB, Tokuyama) após 24 horas de armazenamento em água destilada posteriormente à cimentação dos discos metálicos, e após 24 horas de armazenamento e 50.000 termociclos. Corpos-de-prova cimentados com a mesma resina e sem nenhum *primer* adesivo serviram de controle. Verificou-se que todos os *primers* adesivos, exceto o MOBL, melhoraram a

resistência ao cisalhamento das resinas aderidas a ligas de Co-Cr antes da ciclagem térmica. Independente do primer utilizado, a resistência ao cisalhamento diminuiu significativamente após 50000 termociclos, porém os *primers* COP e MEPII se mostraram eficientes e com maior adesão que os *primers* AB, MOBL e MRB. Os autores concluíram que os monômeros adesivos 10-MDP e MEPS pertencentes respectivamente, aos *primers* adesivos COP e MEPII têm maior afinidade com a camada passivadora de óxidos do cromo formada na superfície da liga de Co-Cr do que os monômeros 4-AET, 4-META e MAC10 pertencentes, respectivamente, aos *primers* AB, MOBL e MRB.

Latta et al. (1999) avaliaram a resistência adesiva por cisalhamento de discos de Ni-Cr-Be (Rexillum III), cimentados com o Panavia Fluoro Cement (Kuraray Co.) a : esmalte, dentina, Ni-Cr-Be e uma liga nobre (Olympia) . Para os corpos-de-prova confeccionados em liga de Ni-Cr-Be (I), os autores realizaram, como tratamento da superfície, um microjateamento com pó de óxido de alumínio de 50 µm e aplicaram um primer para metal (Alloy Primer) que acompanha o produto, indicado, entretanto, para aplicação em ligas de metal nobre; para o grupo com metal nobre (II) realizaram o mesmo tratamento; para os grupos com esmalte (III) e dentina (IV) os dentes tiveram suas superfícies aplainadas e condicionadas com o ED primer. Durante a cimentação dos corpos-de-prova, uma pressão digital foi mantida, enquanto aplicou-se o Oxiguard II para permitir uma polimerização efetiva do cimento resinoso adesivo. Após 24 horas de armazenamento em água a 37°C e 800 ciclos térmicos de 5 e 55°C realizaram-se os testes de resistência adesiva por cisalhamento e o resultado, em média, foi de: (I) 54,24 MPa, (II) 50,4 MPa, (III) 55,9

MPa e (IV) 36,26 MPa. Como conclusão, os autores chamaram a atenção para a elevada resistência adesiva apresentada pelo Panavia Fluoro Cement às ligas de metal básico, como Ni-Cr-Be.

Barkmeier e Latta (2000), preocupados com a cimentação entre coroas de metais básicos e retentores com núcleos de amálgama e/ou metais nobres, realizaram um estudo *in vitro* para determinar a adesão de ligas de Ni-Cr a uma liga de metal altamente nobre e ao amálgama quando: 1- cimentados com o Panavia 21 e o seu *primer* adesivo metálico Alloy Primer e 2- cimentados com o Panavia 21 e eletrogalvanização superficial de estanho (*Tin Plating*). Foram confeccionados 80 espécimes retangulares de 12x12x2 mm da liga de metal nobre (Firmilay, JF Jelenko), 80 espécimes retangulares de 9x9x3 mm de limalha de amálgama (Dispersalloy, Caulk Dentsply), todos incluídos em anéis de resina epóxica, e 160 cilindros de Ni-Cr (Rexillium, Jeneric/Petron) de 3.2 mm de diâmetro por 5 mm de comprimento. Os cilindros foram jateados com óxido de alumínio a 50 µm. Os espécimes de liga de metal altamente nobre e amálgama foram divididos em 4 grupos de 20 elementos, de acordo com o tratamento superficial: Alloy Primer, ED Primer, associação entre Alloy Primer e ED Primer, e eletrogalvanização de estanho (*Tin Plating*). Após o tratamento superficial, esses espécimes eram cimentados aos cilindros de Ni-Cr formando os corpos-de-prova. Em cada grupo, 10 corpos-de-prova eram armazenados por 24 horas em água destilada a 37°C e 10 corpos-de-prova prova eram armazenados por 3 meses em água destilada a 37°C e ainda sofriam 1000 ciclos térmicos antes do teste resistência ao cisalhamento. Os fatores analisados foram: tratamento superficial e condições de armazenamento. Os

resultados encontrados para adesão entre liga de metal básico e liga nobre variaram de 36,4 MPa nas superfícies tratadas com ED Primer até 51,7 MPa nas superfícies que sofreram eletrogalvanização de uma camada de estanho, sem demonstrar diferenças estatísticas entre os grupos *Tin Plating* e Alloy Primer nem entre 24 horas e 3 meses de armazenamento. Já para a adesão entre metal básico e amálgama a adesão variou entre 28,9 Mpa para o grupo *Tin-Plating* a 37,9 MPa para o grupo Alloy Primer, não encontrando diferenças estatísticas entre os quatro grupo. Os autores concluíram que o tratamento superficial com o Alloy Primer foi equivalente a eletrogalvanização de estanho, que não há vantagem em associar o Alloy Primer e o ED Primer e que o ED Primer obteve resultados inferiores ao Alloy Primer e ao *Tin Plating*.

Matsumura et al. (2000) avaliaram o efeito de dois condicionadores de metal na durabilidade de adesão entre um cimento resinoso e cinco ligas nobres antes e após ciclagem térmica. Discos de 10 e 8 mm de diâmetro por 2,5 de espessura foram fundidos em AG-In-Zn (Salivan), Ag-Pd-Cu (Castwell M.C.12), Au-Pt-Pd, (Degudent-Universal), Pd-Ga-Co (PTM 88), ouro tipo IV (Casting Gold) e prata pura. As amostras foram jateadas com óxido de alumínio, condicionadas com o Metaltite (MTU-6) ou o Alloy Primer (VTD e 10-MDP) e cimentadas com um cimento resinoso adesivo, o Super-Bond Opaque. Testes de cisalhamento foram realizados antes e após 100.000 termociclos com banhos de 4 e 60°C. A análise estatística revelou que a média de resistência a tração em MPa após a termociclagem para o Metaltite e o Alloy Primer, respectivamente, foi de: 3.4 e 5.8 para Ag-In-Zn; 40.4 e 37.7 para Ag-Pd-Cu; 26.4 e 33.5 para Au-Pt-Pd; 27.4 e 36.6 para Pd-Ga-Co; 40.2 e 40.3 para liga de ouro tipo IV; e 37.3 e 32.4 para prata pura. A liga de Ag-In-Zn mostrou

valores de resistência à adesão inferiores a todos os outros grupos, enquanto as ligas de Ag-Pd-Cu e ouro tipo IV mostraram os maiores valores de adesão para os dois *primers*. Os autores concluíram que os dois *primers* metálicos e a resina adesiva utilizados foram efetivos na adesão às ligas examinadas, com exceção da liga de Ag-In-Zn.

Yoshida et al. (2001) avaliaram a durabilidade da resistência ao cisalhamento de três condicionadores de metal e três cimentos resinosos a uma liga de prata-paládio-cobre-ouro (Ag-Pd-Cu-Au). Os primers adesivos Alloy Primer (AP), Metal Primer II (MPII) e Metaltite (MT) e os cimentos resinosos Bistite II (BRII), Panavia Fluoro Cement (PFC) e o SuperBond C&B (SB) foram usados. Discos de Au-Pd-Cu-Au foram condicionados com os *primers* e cimentados entre si com cada um dos cimentos. As amostras foram armazenadas a 37°C por 24 horas e termocicladas por 100.000 vezes com banhos de um minuto de duração a 4° e 60°C. Foram realizados testes de cisalhamento a uma velocidade de 0,5 mm/min. A aplicação do MPIO ou do MT foi efetivo em aumentar a resistência ao cisalhamento entre os três cimentos e a liga metálica, quando comparados com os discos cimentados sem os *primers*. No entanto, quando condicionados com o MPIO e o MT e cimentados com o SB, a adesão após a termociclagem foi significativamente menor do que antes da termociclagem. Quando condicionados com o AP e cimentados com o BRIO e o PFC apresentaram baixos valores de adesão em relação aos discos cimentados sem os *primers*, e falhas na interface metal/resina após 100.000 ciclos. O autor acredita que o monômero VBATDT, presente no AP, e o iniciador de polimerização dos cimentos BRIO e PFC reagem negativamente quando em contato, prejudicando a polimerização desses cimentos. Por outro lado, o AP foi efetivo em aumentar a

adesão do SB à liga. O autor recomenda cinco combinações entre os primers e os cimentos utilizados: MPII ou MT mais BRIL ou PFC, e AP mais SB.

Matsumura, Atsuta e Tanoue (2002) avaliaram a adesão e durabilidade entre sistemas adesivos a metais e uma liga de Au-Pd. Discos de 10 e 8 mm de diâmetro por 2,5 de espessura foram fundidos em Au-Pd e cimentados entre si de acordo com as seguintes combinações: Bistite II (Tokuyama Corp., Japão); Metaltite-Bistite II (Tokuyama Corp., Japão); Panavia F (Kuraray Co., Japan) e Alloy Primer–Panavia F (Kuraray Co., Japan). Testes de resistência ao cisalhamento foram executados antes e após 100.000 termociclos com banhos de 1 e 4 minutos a 60°C. Após a termociclagem, a adesão foi em média: 39 MPa para o Metaltite-Bistite; 32,2 MPa para o Alloy Primer-Panavia F; 23,1 MPa para o Bistite e 21,1 MPa para o Panavia F. Os *primers* melhoraram a adesão dos dois cimentos após a termociclagem, no entanto, essa diferença de adesão não foi significativa independente do uso dos *primers*. Conclui-se que a associação entre primers metálicos de monômeros derivados do tiol e cimentos resinosos foi eficiente para obter boa adesão com a liga estudada.

Jacques (2003) se propôs a investigar diferentes aspectos de alguns materiais utilizados na confecção de restaurações metalocerâmicas: liga de Au-Pt, liga de Co-Cr e ouro eletrodepositado. No teste de resistência de união, superfícies planas foram preparadas em dentina de 30 molares humanos; cilindros metálicos foram cimentados com dois cimentos resinosos (Variolink II e Panavia F) e os corpos-de-prova (cps) foram submetidos ao ensaio mecânico de tração. Para os testes de microinfiltração e adaptação marginal, 60 pré-molares foram preparados para coroa total e os mesmos cimentos resinosos foram usados na cimentação das

restaurações metalocerâmicas. Após a imersão em solução azul de metileno a 0,5%, os cps foram seccionados no centro da restauração, no sentido mesio-distal e vestibulo-lingual, obtendo-se quatro pontos de referência, nos quais o grau de microinfiltração marginal foi determinado. Posteriormente, o desajuste foi mensurado nestes mesmos cps. Copings foram confeccionados para avaliação de microdureza Vickers e das características microestruturais dos substratos metálicos, antes e após a simulação dos ciclos de queima de porcelana. Os resultados de todos os testes executados foram submetidos à análise de variância e o teste de Tukey (5%) foi empregado para verificar diferenças significativas entre os grupos. Tanto no ensaio de resistência de união, como nos testes de microinfiltração e adaptação marginal, não houve diferença estatística entre os cimentos resinosos. A liga de Co-Cr apresentou maiores valores de resistência adesiva que a liga de Au-Pt e o ouro eletrodepositado. A média dos valores de microinfiltração foi baixa em todos os grupos avaliados, ou seja, inferior ou próximo ao escore 1. Nenhum dos sistemas utilizados nesse estudo foi capaz de evitar a microinfiltração marginal, pois mesmo em pequeno grau, esta esteve sempre presente. As restaurações de metalocerâmicas obtidas por eletrodeposição de ouro apresentaram maior desadaptação marginal que as coroas fundidas em liga de Au-Pt e em liga de Co-Cr. Porém, as restaurações apresentaram desajuste marginal dentro do limite aceitável. A liga de Co-Cr apresentou os maiores valores de microdureza Vickers e não foi influenciada pelo tratamento térmico. Já na liga de Au-Pt e o ouro eletrodepositado, a situação dos ciclos de queima de porcelana reduziu a dureza superficial.

Parsa et al. (2003) realizaram um estudo para comparar a resistência adesiva por tração ao esmalte dentário de uma liga básica de Ni-Cr-Be (Argeloy

N.P., The Argen Co., San Diego, USA), e uma nobre de Au-Pd-Ag-In-Sn-Ru (Argedent 52, The Argen Co., San Diego, USA) , tratadas com um *primer* metálico, Alloy Primer (Kuraray Co, Osaka, Japan), e/ou deposição superficial de estanho (*tin-plate*). Vinte discos da liga nobre (Au-Pd-Ag-In-Sn-Ru) foram tratados com o *tin-plate*, outros vinte (Au-Pd-Ag-In-Sn-Ru) receberam uma camada do Alloy Primer e mais vinte discos de Ni-Cr-Be foram jateados com óxido de alumínio. Todos foram cimentados ao esmalte de molares humanos com o cimento resinoso Panavia F (Kuraray Co, Osaka, Japan) e armazenados em água a 37°C, sendo que metade por 24 horas e a outra metade por 7 dias. Todos os corpos-de-prova sofreram termociclagem (500ciclos). As amostras de liga nobre com tin-plate apresentaram média de adesão significativamente maior (24 horas - 9,33 MPa e 7 dias – 11,65 MPa) do que aquelas ligas nobres tratadas com o Alloy Primer (24 horas – 6,11 e 7 dias – 5,45 MPa). A liga tratada com o Alloy Primer também se mostrou inferior à liga de metal básico jateada (24 horas – 10,61 MPa e 7 dias – 6,94 MPa). As amostras armazenadas por 7 dias mostraram maior resistência à tração do que as armazenadas por 24 horas. Segundo o autor pode ter havido algum processo de oxidação maior da camada de estanho durante o período prolongado de armazenamento. As amostras de metal básico se mostraram menos resistentes ao armazenamento por uma semana e apresentaram adesão significativamente menor do que as amostras armazenadas por 24 horas. Os autores concluíram que o tratamento com o *tin-plate* promove maior adesão de ligas de metal nobre ao esmalte do que o Alloy Primer.

Andretti, Maia e Prates (2004) avaliaram a resistência de união à tração de duas marcas comerciais de cimento resinoso de dupla ativação e dois cimentos de

ionômero de vidro para fixação a uma liga metálica de Ni-Cr, aos 15 minutos e 24 horas de armazenamento após o tempo de presa. Cento e vinte e cinco cilindros de Ni-Cr foram cimentados entre si e divididos em grupos: 1) Relyx CRA – 15 minutos (R-15); 2) Relyx CRA – 24 horas (R-24); 3) Bistite II DC – 15 minutos (B-15); 4) Bistite II DC – 24 horas (B-24); 5) Ketac-Cem – 15 minutos (K-15); 6) Ketac-Cem – 24 horas (K-24); 7) Vivaglass Cem PL – 15 minutos (V-15) e 8) Vivaglass Cem PL – 24 horas (V-24). As médias de resistência adesiva foram respectivamente: 10,1 MPa; 12,9 MPa; 18,4 MPa; 21,1 MPa; 7,7 MPa; 9,6 MPa; 3,3 MPa e 11,0 MPa. Os autores concluíram que os grupos com o Bistite II DC mostraram resistências adesivas estatisticamente superiores aos demais, e que não houve diferença entre os cimentos resinosos armazenados com 15 minutos e 24 horas.

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo geral deste trabalho foi estudar a união adesiva entre cimentos resinosos e ligas à base de níquel-cromo.

Os objetivos secundários foram:

- 3.1 verificar a influência do tipo de liga de à base Ni-Cr sobre essa união;
- 3.2 comparar dois cimentos resinosos nessa função;
- 3.3 verificar a influência da utilização de *primers* adesivos metálicos sobre a interface adesiva.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Para avaliação da resistência adesiva por tração empregou-se o que se segue:

4.1 Ligas Metálicas

Foram usadas as ligas de níquel-cromo-berílio, Verabond (Aalba Dental Inc., Cordelia, CA-USA), e de níquel-cromo, Durabond (Odonto Comercial Importadora Ltda, São Paulo, SP).

Foram confeccionados 160 discos de níquel – cromo e 160 de níquel-cromo-berílio, totalizando 320 discos. Todos tinham 6mm de diâmetro e 2mm de espessura. Os discos foram providos de haste perpendicular em uma das faces (Fig.4.1), para fixação nas garras da máquina de ensaio. Eles foram encerados (cera 7, Horus - SP, Brasil) a partir de um molde metálico, para garantir que as hastes se mantivessem perpendiculares aos discos.

Os discos, ainda em cera, foram incluídos em anéis de silicone com revestimento fosfatado (Heat Shock, Polidental Ind. e Com Ltda., Brasil), utilizando-se um espatulador a vácuo (Polidental Ind. E Com. Ltda – São Paulo – Brasil) e um vibrador mecânico. A fundição foi executada conforme

as recomendações do fabricante. Usou-se um maçarico gás/oxigênio de orifícios múltiplos e sem fundente.

Figura 4.1 - modelo esquemático dos discos (vista lateral)

Após a fundição, procedeu-se a desinclusão e limpeza das peças fundidas para remoção do revestimento. Utilizaram-se instrumentos manuais, instrumentos rotatórios cortantes e jateamento com Óxido de Alumínio eletrofundido de 50 μ m (Pasom Ind. e Com. Materiais Odontológicos – São Paulo, SP – Brasil), em um microjateador da Blastibrás Ltda. (São Paulo, SP - Brasil), com até 100 libras/polegadas, usualmente utilizado nos laboratórios de prótese convencionais.

Após a limpeza completa, as superfícies adesivas dos discos foram aplainadas em torno mecânico (AQUILINO; DIAZ-ARNOLD; PIOTROWSKI, 1991) para garantir que as superfícies de adesão ficassem perpendiculares entre si. Após o aplainamento dos discos, as superfícies adesivas foram novamente jateadas com óxido de alumínio à distância aproximada de 5 mm, por 10 segundos (DIXON et al., 1994), com a ajuda de um posicionador, e lavadas em banho ultra-sônico por 5 minutos.

4.2 Condicionadores de superfície (*primers*)

Os primers empregados e seus respectivos monômeros adesivos, para melhorar a adesividade dos cimentos às ligas, estão relacionados na tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Promotores de adesão

Marca Comercial	Componentes	Fabricante	Lote
Alloy Primer (AP)	10-MDP	Kuraray Co.	154AE
	VBATDT	Ltd., Osaka Japan	
	Acetona		
Metaltite (MT)	MTU-6	J.Morita /Tokuyama	017BM
	Etanol	Corp., Tokuyama,	
Cesead Opaque Primer (COP)	10-MDP Acetona	Kuraray Co.Ltd., Osaka Japan	126DA

O Metaltite e o Alloy Primer são conhecidos como *primers* para metal, indicados para adesão dos cimentos resinosos a metais nobres, já que possuem monômeros adesivos com capacidade de aderir quimicamente ao ouro presente nas ligas nobres (MATSUMURA; ATSUTA; TANOUE, 2002). O Cesead Opaque Primer é um *primer* para adesão a metais básicos, pois possui adesão aos óxidos presentes nas superfícies desses metais. O emprego desses primers nesta pesquisa visa averiguar a ação dessas substâncias sobre a adesão entre cimentos resinosos

adesivos (que já possuem monômeros adesivos em sua composição química) e ligas à base de Ni-Cr.

Utilizando-se um pincel, os *primers* foram aplicados diretamente sobre a superfície plana dos discos metálicos por 15 segundos e deixou-se secar por 10 segundos. Grupos cimentados, mas sem os primers metálicos serviram de controle, uma vez que os cimentos já apresentavam monômeros adesivos em sua fórmula (YOSHIDA et al., 1995).

4.3 Cimentos Resinosos

Foram utilizados os cimentos resinosos Panavia F e Bistite II DC (Tabela 4.2).

Tabela 4.2 – Característica dos cimentos resinosos

Marca	Componentes	Fabricante	Lote
Comercial			
Panavia F	10-MDP	Kuraray Co.Ltd., Osaka Japan	
	Metacrilato multifuncional		Pasta B – 00022B
	NaF		Pasta A – 00238B
Bistite II DC	MAC-10	J.Morita /Tokuyama Corp., Tokuyama,	
	Dimetacrilato Sílica de Zircônia		22R.95B

Esses cimentos são considerados como cimentos adesivos a diversos substratos: dentários, cerâmicos, compósitos e metálicos (JACQUES, 2003) . São agentes cimentantes derivados do Bis-GMA que apresentam baixa concentração de carga inorgânica em peso e possuem monômeros adesivos em sua fórmula, os quais são capazes de fazer ligações químicas com os óxidos presentes na superfície de metais básicos (FLOOD; BROCKHURST; HARCOURT, 1989; SWIFT Jr., 1989).

Os dois cimentos têm processo de polimerização por ativação química e fotoativação (cimento *dual*).

4.4 Cimentação e obtenção dos corpos-de-prova

Os corpos-de-prova foram constituídos por dois discos de Ni-Cr com 6 mm de diâmetro e 2 mm de espessura cimentados entre si.

As combinações de cimentos, primers adesivos e ligas metálicas e os grupos controle (s/primer) formaram 16 grupos com 10 corpos-de-prova cada, totalizando 160 amostras (Tabela 4.3).

Tabela 4.3 – Combinação dos fatores: cimentos, primers adesivos e ligas metálicas

	VERABOND				DURABOND			
	S/PRIMER (10n*)	ALLOY PRIMER (10n)	METALTITE (10n)	CESEAD OPAQUE PRIMER (10n)	S/PRIMER (10n)	ALLOY PRIMER (10n)	METALTITE (10n)	CESEAD OPAQUE PRIMER (10n)
BISTITE								
PANAVIA								

*n = número de corpos-de-prova

A cimentação foi realizada com auxílio de um dispositivo metálico que permitiu centralização e perpendicularidade entre os dois discos metálicos e a uniformidade da linha de cimento (Fig. 4.2). O dispositivo era constituído de uma plataforma fixa e outra móvel e paralela à primeira. A plataforma móvel movimentava-se livremente para cima e para baixo, orientada por duas colunas verticais que mantinham o paralelismo entre as duas plataformas. A plataforma móvel possuía parafusos fixadores, que se apoiavam na plataforma fixa e mantinham a posição e a distância entre as duas plataformas. As plataformas possuíam orifícios concêntricos, onde eram colocadas as hastes dos discos, deixando suas superfícies adesivas centralizadas e voltadas uma contra a outra.

Antes da cimentação, os discos eram posicionados nos orifícios de forma que as superfícies adesivas encostassem uma contra a outra, a fim de determinar a distância entre as plataformas, que foram travadas nessa posição através dos parafusos fixadores (Fig 4.3).

Figura 4.2 – Dispositivo para cimentação

Colocando-se lâminas metálicas (Hassner, Germany) com 50 μ m de espessura (SALONGA et al., 1994), entre os parafusos de fixação e a plataforma fixa, garantia-se uma linha de cimentação uniforme (Fig. 4.4).

Figura 4.3.- Discos posicionados nos orifícios antes da cimentação

4.4.1 Cimentação com o Panavia F

A manipulação do Panavia F seguiu as instruções do fabricante.

Figura 4.4 – Detalhe da lâmina espaçadora com 50 μ m de espessura (fotografia ampliada)

O cimento é fornecido em duas seringas em que estão as pastas A e B separadamente. Através de medidas pré-determinadas fornecidas nas seringas, proporcionaram-se comprimentos iguais das duas pastas. As duas medidas foram espatuladas com a ajuda de uma espátula plástica e bloco de papel apropriado, que acompanham o produto. A espatulação se deu por cerca de 20 segundos, até a mistura assumir uma cor uniforme. A pasta resultante foi então aplicada sobre as superfícies metálicas dos discos condicionados, ou não, com um dos *primers* metálicos.

Figura 4.5 – “Linha de cimentação” antes da cimentação e após a utilização da lâmina metálica (fotografia ampliada)

As superfícies dos discos foram cimentadas abaixando-se a plataforma móvel até que os parafusos fixadores encostassem nas lâminas espaçadoras. Foi sobreposto sobre a plataforma móvel um peso de 2 kg durante o processo de polimerização do cimento. O excesso de material foi removido com pinceis descartáveis (OP Microbrush Original, Optimum Com. Rep.Ltda, São Paulo-SP).

Promoveu-se então, a polimerização das películas de cimentos com a unidade de fotopolimerização Jetlite 4000 Plus (J.Morita, USA – serial nº 3090562) por 20 segundos em cada lado do corpo-de-prova (entre as duas plataformas), como se fosse a face vestibular, lingual, mesial e distal de uma coroa quando cimentada sobre um preparo (MARTUCI, 1998), totalizando assim 80 segundos (seguindo as recomendação do fabricante). A intensidade de luz do aparelho foi sempre aferida no radiômetro presente no próprio aparelho de fotoativação, antes da utilização do mesmo e manteve-se em torno de 1000 mW/cm².

Para o Panavia F a fotoativação da linha de cimentação dispensa o emprego de seu bloqueador de oxigênio, o Oxiguard II (Kuraray Corp., Osaka, Japan). Após dez minutos, os corpos-de-prova foram armazenados em água a 37°C.

4.4.2 Cimentação com o Bistite II DC

A manipulação do Bistite II DC seguiu as instruções do fabricante.

O cimento é fornecido em uma seringa única contendo as pasta A e B, denominada pelo fabricante de “Super Seringa”. A Super Seringa dispensa as duas pastas de maneira uniforme e simultânea, proporcionando volumes iguais de suas duas pastas. As duas medidas foram espatuladas com espátula plástica própria e bloco de papel apropriado, que acompanham o produto. A espatulação se deu por cerca de 20 segundos, até a mistura assumir uma cor uniforme. A pasta resultante foi então aplicada sobre as superfícies metálicas das ligas condicionadas, ou não, com os *primers* metálicos.

A cimentação procedeu-se no dispositivo metálico já descrito, também de forma perpendicular e com uma linha de cimento de 50 µm. O excesso de material foi removido com pincéis descartáveis.

Promoveu-se então, a polimerização das películas de cimentos com a unidade de fotopolimerização Jetlite 4000 Plus (J.Morita, USA) por 20 segundos em cada lado do corpo-de-prova como descrito anteriormente. Para o Bistite II DC a

fotoativação da linha de cimentação dispensa o emprego do bloqueador de oxigênio, o Air Barrier (Tokuyama Corp., Tokuyama, Japan). Após dez minutos, os corpos-de-prova foram armazenados em água a 37°C.

4.5 Armazenamento e Ciclagem térmica

Após 24 horas de armazenamento em água a 37°C procedeu-se a termociclagem da seguinte maneira: 2500 (THOMPSON; GROLMAN; LIAO, 1995; TRIOLO; KELSEY; BARKEMEIER, 1995) termociclos entre 5 e 55 graus Celsius e banhos de 1 minuto de duração na máquina de ciclagem térmica Ética (n°640-série, Ética Equipamentos S.A., São Paulo, SP, Brasil). Após a ciclagem térmica, os corpos-de-prova foram, novamente, armazenados em água a 37°C por 24 horas.

4.6 Teste de adesão

4.6.1 Análise quantitativa

Foram realizados testes de resistência à tração, logo após o armazenamento em água, para todos os corpos-de-prova.

A força adesiva dos cimentos foi mensurada em uma Máquina de Testes Universais (Instron 4440, EUA), através de testes de resistência à tração, a uma velocidade de 0.5mm/minuto, utilizando-se um mandril afixado nas hastes dos discos. Esses mandris possuíam uma articulação universal em uma de suas extremidades, na quais eram presas as garras da máquina de ensaios universais para garantir a perpendicularidade entre os discos e a validade do teste de tração. O cálculo da força de adesão foi feito dividindo-se a força na qual houve fratura do conjunto pela área de adesão.

Os dados foram submetidos à análise de variância de três fatores (liga, cimento e tratamento) e teste de Tukey ou Dunnet para contraste de médias ($\alpha=0,05$).

4.6.2 Análise qualitativa

Para identificar a localização e o tipo de fratura, os corpos de prova foram observados em microscópio óptico (Mitutoyo Corporation, Japan) em um aumento de 40 vezes. Os tipos de falha foram caracterizados como (PARSA et al., 2003):

A – falha adesiva, na interface metal-cimento resinoso;

C – falha coesiva, ruptura da película de cimento;

M – falha complexa (mista), adesivas e coesivas no mesmo corpo de prova.

5 RESULTADOS

Os resultados dos testes de adesão, assim como a análise estatística, estão apresentados nas próximas páginas em forma de tabelas.

Os dados das médias e os desvios padrão de resistência à tração (MPa) estão demonstrados na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 – Médias e desvios padrão de resistência à tração (MPa) das ligas metálicas, tratamento de superfície e cimentos

LIGA	TRATAMENTO	CIMENTOS	
		Bistite	Panavia
Verabond	Sem primer	28,61 ± 5.2 a	31.93 ± 2.8 a
	Alloy primer	15,77 ± 6,8 c,d	25.02 ± 4.5 a,b
	Metaltite	15,69 ± 4.5 c,d	27.16 ± 4.0 a,b
	COP	26,35 ± 8,5 a,b	28.03 ± 5.3 a,b
Durabond	Sem primer	20,33 ± 3.3 b,c	24.42 ± 5.1 a,b
	Alloy primer	9,66 ± 7.4 d	24.78 ± 3.6 a,b
	Metaltite	15,74 ± 5.9 c,d	29.79 ± 3.9 a
	COP	25,06 ± 4.9 a,b	28.77 ± 4,5 a

(*)Letras diferentes após as médias indica diferença estatística

Com o objetivo de avaliar os efeitos dos fatores de resistência à tração, foi realizada uma Análise de Variância com os três fatores cruzados. Os resultados estão resumidos na tabela 5.2.

Tabela 5.2 – Análise de variância

Fonte de Variação	G.L	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F	P
Liga (L)	1	250,522	17,80	4,109	0,044
Cimento (C)	1	2458,71	2458,71	52,312	<0,001
Tratamento (T)	3	1782,480	594,160	11,443	<0,001
L*C	3	2787,642	929,214	20,431	<0,001
L*T	7	2525,726	360,818	7,455	<0,001
C*T	7	5107,381	729,626	23,224	<0,001
L*C*T	15	5965,163	397,678	14,618	<0,001

A análise de variância demonstrou que a interação tripla dos fatores principais foi significativa ($p < 0,001$) (Tabela 5.2). Isso mostra apenas que há uma diferença significativa entre as médias que estão sendo comparadas, porém sem identificação, ou maiores detalhes.

Entretanto, para um maior entendimento do estudo, os dados de todos os fatores principais e interações serão descritos a seguir, para isso foi realizado o teste de Tukey a 5% ou Dunnet a 5%.

Tabela 5.3 – Médias e os desvios padrão da resistência à tração (MPa) das ligas utilizadas*

LIGAS	Verabond	Durabond
MÉDIAS	24.82 ± 7,6 a	22,32 ± 7,9 b

(*)Letras diferentes após as médias indica diferença estatística (p=0.044)

De acordo com a tabela 5.3, houve diferença discreta, porém estatisticamente significativa entre as ligas Verabond e Durabond.

Para o fator cimento, de acordo com a Tabela 5.4 foi encontrada diferença estatisticamente significativa ($p < 0,001$) entre os dois produtos. O cimento Panavia alcançou os maiores valores de resistência à tração em comparação com o cimento Bistite.

Tabela 5.4 – Médias e os desvios padrão (MPa) dos cimentos utilizados*

CIMENTOS	Bistite	Panavia
MÉDIAS	19.63 ± 8.4 b	27.49 ± 4.8 a

(*) Letras diferentes após as médias indica diferença estatística ($p < 0.050$)

De acordo com a Tabela 5.5, a maior média de resistência adesiva quanto ao fator tratamento de superfície foi obtida com o primer COP, porém foi semelhante à média obtida pelo grupo sem *primer*. O Alloy Primer apresentou a menor média de resistência adesiva, mas não há diferença estatisticamente significativa em relação ao grupo Metaltite.

Tabela 5.5 – Médias e os desvios padrão (MPa) dos tratamentos de superfície utilizados

Tratamento da Superfície	
Sem Primer	26.32 ± 6,0 a
Alloy Primer	18.80 ± 8,6 b
Metaltite	22.10 ± 7,8 b
COP	27.05 ± 6,0 a

(*) Letras diferentes após as médias indica diferença estatística ($p \leq 0.001$)

A tabela 5.6 apresenta as médias e os desvios padrão (MPa) da interação entre os cimentos e as ligas utilizados. Essa tabela está de acordo com as tabelas 5.3 e 5.5, já que confirma a maior capacidade adesiva da liga Verabond e do cimento Panavia. A interação entre o cimento Panavia e a liga Verabond foi a maior.

Tabela 5.6 - Médias e os desvios padrão (MPa) da interação entre os cimentos e as ligas utilizados

	Bistite	Panavia
Verabond	21.60 ± 8,65 b	28.04 ± 4,8 a
Durabond	17,69 ± 7,7 b	26,94 ± 4,8a

(*) Letras diferentes após as médias indica diferença estatística ($p \leq 0.001$)

Na tabela 5.7 está descrita a interação entre os cimentos utilizados e os tratamentos de superfície. É interessante notar o comportamento do tratamento de superfície com os agentes Metaltite e Alloy Primer, que obtiveram valores altos quando associados ao cimento Panavia, se comparados com os baixos valores do cimento Bistite. O Alloy Primer obteve as menores médias para ambos os cimentos. Os grupos Sem Primer e COP foram equivalentes para ambos os cimentos e

apresentaram valores significativamente mais altos do que a associação entre o Metaltite ou Alloy Primer e o Bistite.

Tabela 5.7 - Médias e os desvios padrão (MPa) da interação entre os cimentos utilizados e os tratamentos de superfície

	Bistite	Panavia
Sem Primer	24.47 ± 6 a	28.18 ± 5.6 a
Alloy Primer	12.7 ± 7.6 b	24.9 ± 3,9 a
Metaltite	15.71 ± 4,8 b	28.48 ± 4.0 a
COP	25.70 ± 6,8 a	28.40 ± 4.8 a

(*) Letras diferentes após as médias indica diferença estatística ($p \leq 0.001$)

Na tabela 5.8 está descrita a interação entre as ligas utilizadas e os tratamentos de superfície. Nota-se que a melhor opção foi o grupo sem primer ou nenhum tratamento com a liga Verabond, porém este grupo obteve médias estatisticamente semelhantes ao grupo do primer COP para ambas as ligas. Já os primers Metaltite e Alloy Primer associados com as duas ligas apresentaram as menores médias. A associação entre o Alloy Primer e a liga Durabond deve ser evitada, já que apresentou os menores valores.

Tabela 5.8 - Médias e os desvios padrão (MPa) da interação entre as ligas utilizadas e os tratamentos de superfície

	Verabond	Durabond
Sem Primer	30,27 ± 4,4 a	22,37 ± 4,7 b,c
Alloy Primer	20,39 ± 7,3 b,c	17,21 ± 9,6 c
Metaltite	21,43 ± 7,2 b,c	22,77 ± 8,5 b,c
COP	27,19 ± 7,0 a	26,91 ± 4,9 a,b

(*) Letras diferentes após as médias indica diferença estatística ($p \leq 0.001$)

Considerando que o Erro Padrão Médio foi 0,6233 e sabendo-se que esse valor indica homogeneidade de variância quando menor que 2, podemos afirmar que a variabilidade em torno da média global de resistência adesiva (23,57 MPa) é considerada pequena.

A tabela 5.9 apresenta o tipo de fratura dos corpos-de-prova. Podemos verificar que houve uma predominância de fraturas coesivas. Para o cimento Panavia, apenas o grupo PAN+VER+MET apresentou predominância de fraturas mistas, enquanto para o Bistite as fraturas se mostraram coesivas e mistas e em apenas um caso do grupo BIS+DUR+MET, observou-se fratura adesiva.

Tabela 5.9 - O tipo de fratura para cada corpo-de-prova. C= fratura coesiva, M=fratura mista, A= fratura adesiva

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
BIS+VER	M	C	C	C	C	C	C	M	C	C
BIS+VER+ALL	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
BIS+VER+MET	C	C	C	C	C	C	M	C	M	M
BIS+VER+COP	C	C	C	M	C	C	C	C	C	C
BIS+DUR	C	C	C	C	C	C	M	C	M	M
BIS+DUR+ALL	C	C	C	C	M	C	C	C	C	C
BIS+DUR+MET	M	C	M	C	C	M	M	A	M	M
BIS+DUR+COP	C	C	C	C	C	M	C	C	C	C
PAN+VER	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
PAN+VER+ALL	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
PAN+VER+MET	M	M	M	M	M	M	M	C	C	C
PAN+VER+COP	C	M	C	C	C	M	C	C	C	C
PAN+DUR	C	C	C	M	C	C	C	M	M	M
PAN+DUR+ALL	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
PAN+DUR+MET	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
PAN+DUR+COP	C	C	C	M	C	C	C	C	C	C

Legenda: BIS – Bistite, PAN – Panavia, ALL – Alloy Primer, MET – Metaltite, COP – Cesead Opaco Primer, VER – Verabond, DUR - Durabond

6 DISCUSSÃO

A revisão da literatura mostrou uma busca incessante pelo aprimoramento da adesão entre compostos resinosos e ligas metálicas odontológicas, principalmente na união química entre esses dois materiais, pois isso representa um benefício do ponto de vista da logística de uso para o profissional, que não necessitaria de procedimentos complexos para cimentação resinosa e promoveria o selamento na interface de união entre eles.

Desde que Tanaka et al. (1981) apresentaram o monômero 4-META com união química a metais básicos, a presença de monômeros adesivos vem se firmando como fator fundamental na adesão metal/resina. Diversos desses componentes adesivos foram incorporados nas diferentes composições de cimentos resinosos lançados ao longo dos anos. Um deles em especial, o monômero fosfatado 10-MDP, lançado por Omura et al. (1984) como componente adesivo do cimento Panavia Ex e fabricado pela empresa japonesa Kuraray Co., vem se mantendo como referência para esse tipo de união.

Esses monômeros adesivos têm a capacidade de fazer ligações químicas com óxidos presentes nas superfícies metálicas. Sabendo-se da propriedade de oxidar-se que as ligas de metal básico apresentam quando em contato com o ar atmosférico, sejam elas de Ni-Cr, Ni-Cr-Be ou Co-Cr (THOMPSON; GROLMAN; LIAO, 1985), tornou-se corriqueira a cimentação de restaurações com esse tipo de

liga, utilizando cimentos resinosos que possuam monômeros adesivos aos metais (METAL ADHESION, 1990; SWIFT, 1989).

Para os cimentos resinosos, que só possuem monômeros a base de Bis-GMA, como o Comspan (BARKEMEIER; HEYDE; HOLSON, 1983; LIVADITIS, 1980), seria fundamental o desenvolvimento de algum adesivo que, interposto ao metal e ao cimento, promovesse a união química entre esses elementos, aumentando assim a resistência adesiva.

Este adesivo é conhecido como *primer* adesivo metálico (TJAN; NEMETZ, 1987). Esses *primers* para metal podem acompanhar o cimento resinoso, fazer parte de sistemas adesivos ou ser encontrados separadamente (ABOUSH; MUDASSIR; ELDERTON, 1991; YOSHIDA et al., 1995, 1996).

Os diferentes monômeros adesivos encontrados nos *primers* para metal possuem afinidade química com os óxidos presentes nas ligas de metais básicos (ASMUSSEN; ATTAL; DEGRANGE, 1996; WATANABE; POWERS; LOREY, 1988; YOSHIDA; ATSUTA, 1997; YOSHIDA et al., 1993). Alguns desses primers também fazem adesão química a metais nobres (MATSUMURA; ATSUTA; TANOUE, 2002).

Procurou-se interagir neste experimento *in vitro* fatores importantes: 1-o tipo de liga a base de Ni-Cr; 2- o cimento resinoso; 3- a influência da utilização de *primers* adesivos metálicos.

Diante do resultado encontrado, pode-se verificar que houve interação tripla entre esses fatores, o que indica que todos os fatores principais foram significantes, como também algumas interações entre eles. Poder-se-ia pensar que não haveria diferenças adesivas entre os cimentos, primers e/ou ligas, ou seja, que tanto faria

utilizar um cimento ou outro, que ainda assim o resultado seria o mesmo. Por esse motivo, as conclusões serão tiradas sempre tentando isolar alguns dos fatores.

1 - Tipo de Liga.

No que diz respeito ao fator ligas de Ni-Cr, pode-se verificar que houve diferença significativa entre a liga de Ni-Cr e Ni-Cr-Be (Tabela 5.3). Esse resultado está de acordo com os resultados encontrados por Lin, Chang e Chung (1990), em que verificaram maior adesão entre as ligas de Ni-Cr-Be e o cimento resinoso Panavia. Contudo, Rubo e Pegoraro (1995) e Rubo, Pegoraro e Ferreira (1996) não encontraram diferença de resistência adesiva entre cimento resinoso e essas ligas.

A diferença entre as ligas com e sem berílio fica clara quando se leva em consideração o tipo de condicionamento de superfície, seja eletrolítico, anódico ou químico (FLOOD; BROCKHURST; HARCOURT, 1989; LIN; CHANG; CHUNG, 1990). Na presente pesquisa observou-se comportamento semelhante quando submetidas apenas ao jateamento com óxido de alumínio.

Sabe-se que a presença de Be é importante para melhorar a fluidez e o poder de cópia da liga e que promove alterações significativas em sua fase eutética, assim como na oxidação da superfície metálica (ANUSAVICE, 1998), porém, a formação de óxidos não depende somente desse elemento, mas de muitos outros elementos constituintes da liga, principalmente do Cr (SALONGA et al., 1994).

Sabendo-se que a inalação do berílio, que é um elemento altamente volátil, expõe técnicos de laboratórios a uma série de doenças (DIXON et al., 1994) e considerando-se que a diferença de resistência adesiva entre as duas ligas, apesar de estatisticamente significativa, não apresentou valores altamente discrepantes, torna-se difícil recomendar o uso de ligas de Ni-Cr-Be, apesar do resultado encontrado nesta pesquisa.

A tendência atual é de eliminar o uso do berílio nas ligas de Ni-Cr, pois a inalação do berílio pode ocorrer durante a fundição, o polimento e o acabamento de uma peça metálica, concomitantemente, a alta incidência de câncer de pulmão em profissionais de laboratórios protéticos tem sido atribuída, entre outros fatores, à inalação do Be (ANUSAVICE, 1998).

2 - Cimentos Resinosos.

Quanto ao fator cimentos resinosos, houve diferença estatística entre os dois cimentos testados. Diversas pesquisas (ATTA; SMITH; BROWN, 1990; FLOOD; BROCKHURST; HARCOURT, 1989; FRANÇA; MUENCH; CARDOSO, 1998; LATTA et al., 1999; OMURA; KAWASHIMA, 1994) vêm apresentando médias de adesão de cimentos resinosos adesivos à Ni-Cr entre 25 a 45 MPa, que se caracterizam como valores maiores do que os valores de adesão entre tecido dentário/resina (THOMPSON; DEL CASTILHO; LIVADITIS, 1983), que gira em torno

de 20 MPa para esmalte/resina e 8 MPa para dentina/resina (GATES et al., 1993; TRIOLO; KELSEY; BARKEMEIER, 1995).

A média de resistência adesiva por tração registrada neste trabalho para o Panavia F foi de $27,49 \pm 4,8$ MPa e está de acordo com a média registrada na literatura. No caso do Panavia, a sua adesão está relacionada com a presença do monômero adesivo 10-MDP. O Panavia é um cimento à base de metacrilato multifuncional, que vem sendo aperfeiçoado desde 1984 (OMURA, 1984) principalmente nos quesitos: composição do componente resinoso, tipo e quantidade de carga inorgânica e modo de polimerização, porém esse monômero está presente em todas as versões desse cimento: Panavia Ex, Panavia Opaque, Panavia 21 e Panavia F (KAWASHIMA et al., 1999; KAWASHIMA; OMURA; YAMAGUCHI, 1993; OMURA et al., 1984). Diversas pesquisas atestam sua eficácia e sugerem sua aplicação clínica (ATTA; SMITH; BROWN, 1987; 1990; AQUILINO; DIAZ-ARNOLD; PIOTROWSKI, 1991; BURGER, 1999; RUBO; PEGORARO, 1995; RUBO; PEGORARO; FERREIRA, 1996; TRIOLO; KELSEY; BARKEMEIER, 1995; WATANABE; POWERS; LOREY, 1988; WHITE; YU 1993).

O cimento Bistite é um cimento relativamente novo e está na sua segunda versão, o Bistite II DC. Esse cimento possui o monômero adesivo MAC-10 e o seu componente resinoso é à base de dimetacrilato, um derivado do Bis-GMA. A média de resistência adesiva por tração do Bistite foi estatisticamente menor do que a do Panavia F, atingindo 19,65 MPa. Esse valor está próximo aos valores relatados, recentemente, por Andretti, Maia e Prates (2004), que variaram entre 18 e 21 MPa.

O teste de resistência à tração foi escolhido em detrimento de outro teste de adesão muito utilizado, o teste de cisalhamento. Pesquisas anteriores (ATTA; SMITH; BROWN, 1990; BURMAN; SAITO; SANTOS, 1994) mostram que o modo de fratura tende a ser coesivo para testes de cisalhamento, pois há uma maior concentração de forças na estrutura do cimento e não na sua interface adesiva durante o teste. A consequência é que ocorre uma fratura do compósito, não porque a resistência adesiva do cimento seja maior que a resistência coesiva da resina, mas porque não há uma distribuição uniforme das tensões. Essa condição atua com menor intensidade nos testes de tração, que demonstra assim, ser um teste mais fidedigno (DIXON et al., 1994).

A resistência adesiva do Panavia às ligas de Ni-Cr microjateadas estudadas foi efetiva, já que as falhas nos corpos-de-prova testados foram predominantemente coesivas nos cimentos, sendo esta uma característica constante nas pesquisas com esse tipo de cimento resinoso adesivo (ATTA; SMITH; BROWN, 1990; BURGER, 1999; BURMANN, 1995; THOMPSON; GROLMAN; LIAO, 1985; WATANABE, POWERS, LOREY, 1988).

As falhas observadas nos corpos-de-prova cimentados com o cimento Bistite foram geralmente coesivas e mistas e em um caso ocorreu falha adesiva. As superfícies fraturadas foram observadas em microscópio óptico e constatou-se que em muitos corpos-de-prova os cimentos apresentavam uma superfície com aspecto esbranquiçado. Testes mais acurados (MEV e fractografia), que forneçam mais informações sobre o aspecto superficial e a estrutura química do cimento sejam necessários para afirmar com certeza, mas parece ter havido algum tipo de dano,

talvez hidrólise do material resinoso após a ciclagem térmica, o que trouxe prejuízo à estrutura do cimento e, conseqüentemente, também a sua capacidade adesiva.

3 - Influência da utilização de *primers* adesivos metálicos.

Corpos-de-prova, jateados com óxido de alumínio e cimentados sem os *primers* adesivos foram utilizados como grupo controle para cada cimento, pois essa é a recomendação dos fabricantes, já que os cimentos utilizados nesta pesquisa possuem, em sua composição, monômeros adesivos, ou seja, além de uma retenção micromecânica consegue-se uma união química entre os cimentos e as ligas (YOSHIDA et al., 1995).

A presença dos monômeros adesivos na própria composição dos cimentos foi eficiente para adesão entre estes e as ligas, já que a média de adesão do grupo sem primer foi alta, 26,32 MPa, chegando até a 31,93 MPa, como no grupo com Verabond cimentada com o Panavia.

Estes monômeros não são capazes de promover uma adesão tão efetiva entre ligas de metais nobres e cimentos resinosos, uma vez que não há a formação de camada passivadora de óxidos nessas ligas (JACQUES, 2003). Sendo assim, são disponibilizados comercialmente condicionadores de superfícies metálicas para os sistemas adesivos estudados, chamados de *primers* metálicos ou *primers* adesivos, que segundo Matsumura, Atsuta e Tanoue (2002) são substâncias com capacidade de aderir quimicamente aos componentes presentes nas ligas nobres.

Entretanto, quando esses primers foram associados a ligas de metal básico não se observou influência significativa sobre Panavia (Yoshida et al., 1995; 1996) o que está de acordo com esta pesquisa. Entretanto, quando os resultados do Bistite são analisados isoladamente, pode-se verificar que houve influência negativa em alguns grupos (tabela 5.7).

Quando utilizado sem primer, o cimento Panavia F, que possui em sua composição o monômero 10-MDP, obteve um resultado estatisticamente equivalente a quando foi associado com qualquer dos primers utilizados, demonstrando que este monômero, por si só, foi eficaz em aderir-se ao metal sem a necessidade dos *primers*, ou seja, de outros monômeros adesivos.

O Alloy Primer mostrou influência negativa sobre a resistência adesiva dos cimentos, pois o tratamento de superfície com esse *primer* obteve média estatisticamente menor do que os demais (18,80 MPa). O Alloy Primer não apresentou aumento da adesão em nenhuma das condições em que foi estudado, se comparado aos grupos sem primer. Esse é o *primer* indicado para metais nobres do sistema Panavia e apresenta o monômero adesivo VBATDT, o qual tem sua resistência adesiva a metais nobres creditada a um grupo mercapto livre do vinil-tiol, que reage com o paládio para formar uma união química (ATSUTA; MATSUMURA; TANAKA, 1992) e o monômero 10-MDP, amplamente discutido neste trabalho, ambos dissolvidos em acetona. Barkmeier e Latta (2000) relatam que o Alloy Primer potencializa a resistência adesiva entre o Panavia 21 e ligas nobres. Matsumura et al., 2000 relatam a potencialização da resistência adesiva entre o cimento Super-Bond Opaque e ligas nobres e Yoshida et al. (1993) observaram aumento da adesão

entre resina e uma liga nobre (Ag-Pd) e baixa interação entre resina e uma liga de metal básico (Cr-Co).

Quando esse *primer* foi associado ao Panavia e às ligas estudadas, como já foi dito, não apresentou diferença estatística. Para o Bistite, apresentou equivalência estatística ao grupo Metaltite em ambas as ligas e os valores mais baixos quando se utilizou a liga de Ni-Cr. Yoshida et al. (1996; 2001) acreditam que o monômero VBATDT, presente no Alloy Primer e o iniciador de polimerização dos cimentos Bistite II e Panavia F reagem negativamente quando em contato e prejudicam a polimerização desses cimentos. Segundo esses autores, a contração de polimerização do sistema peróxido de benzoíla ocorre na direção contrária à interface adesiva.

Entretanto, Matsumura, Atsuta e Tanoue (2002) não observaram problemas de polimerização entre o Alloy Primer, esses cimentos e ligas de Ag-Pd-Cu-Au, após 100.000 termociclos.

O Metaltite, em geral, mostrou-se equivalente estatisticamente ao grupo Alloy Primer, apresentou valores muito baixos quando foi associado ao Bistite II. Esse condicionador de superfície apresenta o monômero MTU-6 que é um monômero derivado da tiona e apresenta adesão a ligas de metal nobre (MATSUMURA et al., 2000), no entanto não mostrou influência positiva sobre ligas à base de Ni-Cr nesta pesquisa.

O Cesead Opaque Primer é um *primer* para promover a união química entre resinas compostas e metais básicos. Ele é composto de acetona acrescida do monômero 10-MDP e diversas pesquisas atestam sua afinidade com metais básicos (YOSHIDA et al., 1993; YOSHIDA; KAMADA; ATSUTA, 1999). Como foi visto nos

outros grupos, esse *primer* teve influência não significativa sobre a resistência adesiva dos cimentos, porém apresentou média numérica maior do que o grupo sem *primer* (YOSHIDA et al., 1995) para liga básica.

7 CONCLUSÕES

Baseado na metodologia utilizada e no tratamento estatístico aplicado aos dados obtidos, foi possível concluir que:

7.1 Há diferença estatística significativa entre a liga Durabond e a liga Verabond com relação à capacidade adesiva dos cimentos testados.

7.2 O cimento Panavia possui maior resistência adesiva a ligas de Ni-Cr do que o cimento Bistite.

7.1 Não houve influência positiva dos *primers* adesivos metálicos sobre a adesão entre os cimentos resinosos e as ligas estudados.

7.4 Os *primers* Alloy Primer e Metaltite reduziram a capacidade adesiva do cimento Bistite às ligas de Ni-Cr estudadas.

REFERÊNCIAS¹

Aboush YE, Mudassir A, Elderton RJ. Technical note: resin-to-metal bonds mediated by adhesion promoters. *Dent Mater* 1991;7(4):279-80.

Andretti L, Maia HP, Prates LHM. Avaliação da resistência de união à tração de cimentos adesivos e uma liga de níquel-cromo [resumo n° Pa 190]. *Braz Oral Res* 2004;18 suppl:134.

Anusavice KJ. Propriedades mecânicas dos materiais dentários. In: *Phillips Materiais Dentários*. 10^a ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan; 1998. p. 28-43.

Aquilino SA, Diaz-Arnold AM, Piotrowski TJ. Tensile fatigue limits of prosthodontics adhesives. *J Dent Res* 1991;70(3):208-10.

Asmussen E, Attal JP, Degrange M. Bonding of resin cements to a metal substrate: influence of pretreatment on the adherence energy. *Eur J Oral Sci* 1996;104(5/6):595-9.

Atsuta M, Matsumura H, Tanaka T. Bonding fixed prosthodontic composite resin and precious metal alloys with the use of a vinyl-thiol primer and an adhesive opaque resin. *J Prosthet Dent* 1992;67(3):296-300.

Atta MO, Smith BG, Brown D. Bond strength of three chemical adhesive cements adhered to a nickel-chromium alloy for direct bonded retainers. *J Prosthet Dent* 1990;63(2):137-43.

Atta MO, Smith BGN, Brown D. A comparative study of the bond strength of chemical & mechanical retention system for resin-bonded bridges. *J Dent Res* 1987;65:848.

Barkmeier WW, Heyde JB, Holson AM. Composite luting cement for resin-bonded appliances. *J Ind Dent Assoc* 1983;62(6):13-17.

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

Barkmeier WW, Latta MA. Laboratory evaluation of a metal-priming agent for adhesive bonding. Quintessence Int 2000;31(10):749-52.

Bowen RL. Properties of silicare inforced polyner for dental restorations. J Am Dent Assoc 1963;66(01):57-64.

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

Burger CR. Avaliação da resistência adesiva imediata por tração de cinco cimentos resinosos e um de fosfato de zinco a uma liga de Ni-Cr: Importância da adesividade, sistema de polimerização e fotoativação [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 1999.

Burmann PA. Estudo *in vitro* da resistência de união entre sistemas adesivos e ligas metálicas [Tese de Doutorado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 1995.

Burmann PA, Saito T, Santos JFF. Adhesive cements: evaluation of bond strenght to alloy and to dentin [abstract 3]. J Dent Res 1994;73:756.

Dixon DL, Breeding LC, Hughie ML, Brown JS. Comparison of shear bond strenghts of two resin luting systems for a base and a high noble metal alloy bonded to enamel. J Prosthet Dent 1994;72(5):457-61.

Flood AM, Brockhurst P, Harcourt JK. The bond strengths of various adhesives used for Maryland Bridges. Aust Dent J 1989;34(5):449-53.

França RO, Muench A, Cardoso PEC. Resistência de união entre liga de níquel - cromo e cimentos resinosos. Rev Odont Univ São Paulo 1998;12(3):267-70.

Gates WD, Diaz-Arnold AM, Aquilino SA, Ryther JS. Comparison of the adhesive strength of a BIS-GMA cement to tin-plated and non-tin-plated alloys. J Prosthet Dent 1993;69(1):12-6.

Howe DF, Denehy GE. Anterior fixed partial dentures utilizing the acid-ethed technique and a cast metal framework. J Prosthet Dent 1977;37(1):28-31.

Isidor F, Hassna NM, Josephsen K, Kaaber S. Tensile bond strength of resin-bonded non-precious alloys with chemically and mechanically roughened surfaces. *Dent Mater* 1991;7(4):225-9.

Jacques LB. Avaliação da resistência de união à dentina, microinfiltração, adaptação marginal, microdureza e microestrutura de peças metálicas obtidas por fundição convencional e por eletrodeposição de ouro [Teses de Doutorado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2003.

Kawashima M, Harada M, Nakatsuka K, Ohtsuki J. Characteristics of a new fluoride-releasing adhesive resin cement [abstract n. 334]. *J Dent Res* 1999;78:147.

Kawashima M, Omura I, Yamaguchi J. Bonding of a new adhesive resin cement to tooth structure. In: *Second International Congress on Dental Materials*; 1993 nov; Honolulu, 1993,p.254. abstract P-116.

Latta MA, Barkemeier WW, Pitruzello RM, Wilwerding TM. Laboratory evaluation of a fluoride releasing adhesive cement (Abstract 973). *J Dent Res* 1999;78:227.

Lin TH, Chang HJ, Chung KH. Interfacial strengths of various alloy surface treatments for resin-bonded fixed partial dentures. *J Prosthet Dent* 1990;64(2):158-62.

Livaditis GJ. Cast metal resin-bonded retainers for posterior teeth. *J Am Dent Assoc* 1980;101:926.

Livaditis GJ, Thompson VP. Etched casting: An improved retentive mechanism for resin-bonded retainers. *J Prosthet Dent* 1982;47(1):52-8.

Martuci RR. Resistência de união entre cimentos e liga de níquel-cromo em função da ciclagem térmica, idade e variação adesiva [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 1998.

Matsumura H, Atsuta M, Tanoue N. Evaluation of two thione primers and composite luting agents used for bonding a silver-palladium-copper-gold alloy. *J Oral Rehabil* 2002;29(9):842-6.

Matsumura H, Kamada K, Tanoue N, Atsuta M. Effect of thione primers on bonding of noble metal alloys with an adhesive resin. *J Dent* 2000;28(4):287-93.

McCaughey AD. Sandblasting and tin-plating surface treatments to improve bonding with resin-cements. *Dent Update* 1993;20(4):153-9.

MetalAdhesion. Metal adhesion - update review. *CRA Newsletter* 1990;14(1):1-2.

Ogunyinka A. The bond of two adhesive resins to alumina blasted and heat-treated gold alloys surfaces. *J Oral Rehabil* 2000;27(5):403-6.

Omura I, Kawashima M. Adhesion and durability of a new adhesive resin cement Panavia 21 [Abstract 231]. *J Dent Res (IADR Abstracts)* 1994;73:130.

Omura I, Yamaguchi J, Harada I, Wada T. Adhesive and mechanical properties of a new dental adhesive [abstract 233]. *J Dent Res* 1984;83:233.

Parsa RZ, Goldstein GR, Barrack GM, LeGeros RZ. An in vitro comparison of tensile bond strengths of noble and base metal alloys to enamel. *J Prosthet Dent* 2003;90(02):175-83.

Rochette A. Attachment of a splint to enamel of a lower anterior teeth. *J Prosthet Dent* 1973;30(4):418-23.

Rubo JH, Pegoraro LF. Tensile bond strength of a composite resin cement for bonded prosthesis to various dental alloys. *J Prosthet Dent* 1995;74(3):230-4.

Rubo JH, Pegoraro LF, Ferreira PM. A comparison of tensile bond strengths of resin-retained prostheses made using five alloys. *J Prosthet Dent* 1996;9(3):277-81.

Salonga JP, Matsumura H, Yasuda K, Yamabe Y. Bond strength of adhesive resin to three nickel-chromium alloys varying chromium content. *J Prosthet Dent* 1994;72(6):582-4.

Swartz ML, Phillips RW, Johnston JF. A laboratory and clinical investigation of certain resin restorative and cementing materials. *J Prosthet Dent* 1955;5(5):698-710.

Swift EJJ. New adhesive resins. A status report for the American Journal of Dentistry. *Am J Dent* 1989;2(6):358-60.

Tanaka T, Nagata K, Takeyama M, Atsuta M, Nakabayashi N, Masuhara E. 4-META opaque resin - A new resin strongloy adhesive to nickel-chromium alloy. *J Dent Res* 1981;60(9):1697-706.

Thompson VP, DelCastilho E, Livaditis GJ. Resin-bonded retainers. Part 1:resin bond to electrolycally etched nonprecious alloys. *J Prosthet Dent* 1983;50(6):771-9.

Thompson VP, Grolman KM, Liao R. Bonding of adhesive resins to various non-precious alloys [abstract n.1258]. *J Dent Res* 1985;64(Spec Issue):314.

Tjan AH, Nemetz H. Bond strength of composite to metal mediated by metal adhesive promoters. *J Prosthet Dent* 1987;57(5):550-4.

Triolo PT, Kelsey WP, Barkemeier WW. Bond strength of a resin system with various dental substrates. *J Prosthet Dent* 1995;74(5):463-68.

VanMeerbeek B, Perdigão J, Lambrechts P, Vanherle G. The clinical performance of dentin adhesives. *J Dent* 1998;26:1-20.

Watanabe F, Powers JM, Lorey RE. In vitro bonding of prosthodontic adhesives to dental alloys. *J Dent Res* 1988;67(2):479-83.

White SN, Yu Z. Physical properties of fixed prosthodontic, resin composite luting agents. *Int J Prosthodont* 1993;6(4):384-9.

Yoshida K, Atsuta M. Effect of adhesive primers for noble metals on shear bond strenghs of resin cements. *J Dent* 1997;25(1):53-8.

Yoshida K, Kamada K, Atsuta M. Adhesive primers for bonding cobalt–chromium alloy to resin. *J Oral Rehabil* 1999;26: 475-478.

Yoshida K, Kamada K, Sawase T, Atsuta M. Effect of three adhesive primers for a noble metal on the shear bond strengths of three resin cements. *J Oral Rehabil* 2001;28(1):14-9.

Yoshida K, Kamada K, Tanagawa M, Atsuta M. Shear bond strengths of three resin cements used with three adhesive primers for metal. *J Prosthet Dent* 1996;75(3):254-61.

Yoshida K, Sawase T, Watanabe I, Atsuta M. Shear bond strengths of four resin cements to cobalt-chromium alloy. *Am J Dent* 1995;8(6):285-8.

Yoshida K, Taira Y, Matsumura H, Atsuta M. Effect of adhesive metal primers on bonding a prosthetic composite resin to metals. *J Prosthet Dent* 1993;69(04):357-62.

Yoshida K, Taira Y, Sawase T, Atsuta M. Effects of adhesive primers on bond strength of self-curing resin to cobalt-chromium alloy. *J Prosthet Dent* 1997;77(6):617-20.

APÊNDICE –Tabelas de resultados individuais.

Legenda:

- Ver = Verabond
- Dur = Durabond
- Bis = Bistite
- Pan = Panavia
- COP = Cesead Opaco Primer

Ver+Bis+S/Primer	Ver+Bis+Alloy Primer	Ver+Bis+Metaltite	Ver+Bis+COP
32,36	12,28	23,66	16,50
30,02	7,51	19,67	23,88
32,12	27,75	13,83	26,84
22,82	8,57	19,08	11,06
30,06	15,77	13,55	24,61
34,24	26,35	8,77	34,11
28,99	12,40	16,23	41,29
16,35	15,77	10,00	32,53
30,53	12,52	17,48	26,35
28,61	18,82	14,64	26,35

Ver+Pan+S/Primer	Ver+Pan+Alloy Primer	Ver+Pan+Metaltite	Ver+Pan+COP
34,79	27,94	32,68	27,50
34,57	23,14	23,60	29,22
29,69	26,95	23,58	16,21
29,81	22,73	29,09	28,29
31,08	19,13	22,49	29,52
29,45	25,99	29,96	27,09
30,69	28,55	22,52	34,22
35,32	17,38	30,96	27,07
35,74	32,32	31,34	36,15
28,24	26,12	25,49	25,05

Dur+Bis+S/Primer	Dur+Bis+Alloy Primer	Dur+Bis+Metaltite	Dur+Bis+COP
25,61	9,66	13,55	28,01
20,06	23,39	17,96	24,04
20,65	5,96	16,04	27,32
19,46	1,39	16,54	27,17
18,87	6,86	26,06	21,39
25,63	16,69	4,57	17,14
14,99	19,04	14,77	27,45
20,43	3,12	14,56	17,67
20,52	5,74	14,94	28,41
17,10	4,73	18,46	32,01

Dur+Pan+S/Primer	Dur+Pan+Alloy Primer	Dur+Pan+Metaltite	Dur+Pan+COP
29,81	27,56	28,78	30,69
21,97	30,79	33,73	34,33
24,52	19,81	33,83	29,17
20,40	26,09	21,08	30,11
34,42	25,79	25,50	33,75
27,07	25,89	31,28	27,29
26,18	23,54	30,69	17,92
21,38	19,81	30,30	26,93
22,06	21,08	31,99	28,77
16,43	27,46	30,75	28,77