

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

Ewerton Nocchi Conceição

Cirurgião Dentista

INFLUÊNCIA DO CONDICIONAMENTO QUÍMICO SOBRE A
RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DA INTERFACE CIMENTO
RESINOSO - LIGA METÁLICA

Tese apresentada à Faculdade de
Odontologia de Piracicaba da Univer-
sidade Estadual de Campinas, para
obtenção do Título de Doutor em
Ciências - Área: Materiais Dentários

Piracicaba - SP

1993

C744i

20210/BC

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

Ewerton Nocchi (Conceição *1/2/93*)

Cirurgião Dentista

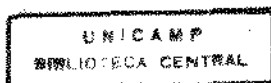
INFLUÊNCIA DO CONDICIONAMENTO QUÍMICO SOBRE A
RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DA INTERFACE CIMENTO
RESINOSO - LIGA METÁLICA

Orientador: Prof. Dr. Simonides (Consani *1/2/93*)

Tese apresentada à Faculdade de
Odontologia de Piracicaba da Univer-
sidade Estadual de Campinas, para
obtenção do Título de Doutor em
Ciências - Área: Materiais Dentários

Piracicaba - SP

1993



Este trabalho é dedicado
à minha esposa Patrícia
pela compreensão e apoio
e à minha filha Marina pelo
estímulo que representa.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Ao Prof. Dr. Simonides Consani pela objetividade e precisão na orientação deste trabalho, que tanto contribuíram para minha formação científica.

Ao Prof. Dr. Mário Fernando de Góes meu sincero agradecimento pelas sugestões apresentadas durante a realização deste trabalho.

À Profª Drª Marinéia de Lara Haddad, do Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - ESALQ-USP, pela elaboração da análise estatística.

AGRADECIMENTOS

Aos professores do Curso de Pós-Graduação em Materiais Dentários Luis Antônio Ruhnke e Wolney Luiz Stolf pelo permanente apoio recebido durante minha formação.

Aos funcionários Srs. Adário Cangiani e Pedro Justino pela colaboração na produção de fotografias e à secretária Sra. Selma A. B. de Souza pela colaboração e disponibilidade.

Ao Prof. Dr. Léo Werner Süffert pelo exemplo e incentivo em minha carreira universitária.

Aos estagiários João Felipe Pacheco, Angelo Secco, Marcia Vidor e Diego Manfredi da disciplina de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul pelo apoio e colaboração demonstrados permanentemente.

À firma Dentsply Indústria e Comércio LTDA., pelo fornecimento da resina composta Comspan Opaque utilizada neste estudo.

Ao acadêmico Marcos Treptow pela digitação em computador.

À bibliotecária Norma Beatriz Loureiro Ataíde da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul pela revisão das referências bibliográficas.

A todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
3. PROPOSIÇÃO	49
4. MATERIAIS E MÉTODO	51
4.1. MATERIAIS	52
4.2. MÉTODO	52
4.2.1. Confeção dos corpos de prova para análise microscópica	52
4.2.2. Análise microscópica	55
4.2.3. Confeção dos corpos de prova para os ensaios de resistência ao cisalhamento	55
4.2.4. Ensaios de resistência ao cisalhamento	56
5. RESULTADOS	64
6. DISCUSSÃO	72
7. CONCLUSÃO	81
8. RESUMO	83
9. SUMMARY	86
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89
11. APÊNDICE	101

INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de uma técnica para confecção de próteses parciais fixas que envolvesse um mínimo de preparo cavitário foi sempre o objetivo na história da prótese odontológica. Isto porque para a confecção de próteses parciais fixas convencionais são necessários amplos desgastes dos dentes adjacentes ao espaço edêntulo, mesmo que sejam hígidos, para propiciar retenção e estabilidade à peça protética.

Atualmente, o uso da técnica do ataque ácido, sugerida por BUONOCORE⁷, associado às resinas compostas desenvolvidas por BOWEN⁶, propiciou o advento das próteses adesivas, tornando possível repor elementos dentários perdidos com um mínimo de desgaste dos dentes suportes. Além disso, o tempo necessário para o preparo é menor e o custo inferior, quando comparadas às próteses parciais fixas convencionais.

Assim, SIMONSEN et al⁵¹. classificaram as próteses adesivas em dois grupos distintos: o primeiro, de caráter provisório não envolvendo fase laboratorial, onde o pântico pode ser um dente de estoque em resina acrílica, uma coroa de resina composta ou ainda, um dente humano extraído, e, o segundo, de caráter permanente, envolvendo a confecção em laboratório de uma estrutura metálica com um pântico de porcelana ou resina acrílica.

Entretanto, segundo HALLONSTEN et al.²⁴, apesar da prótese adesiva direta ser um procedimento de fácil execução, baixo custo e com resultado estético satisfatório, existe falha no requisito durabilidade clínica.

Em função disso, ROCHETTE⁴⁶ utilizou uma estrutura metálica em ouro, perfurada com orifícios tronco-cônicos e a fixou com resina acrílica no esmalte da superfície lingual de dentes inferiores, condicionado com ácido, na tentativa de estabelecer a união entre prótese parcial fixa e dentes sem preparo convencional. Mais tarde, HOWE & DENEHY²⁷, utilizando essa mesma técnica, confeccionaram próteses fixas adesivas com retentores perfurados adaptados à face palatina de dentes anteriores superiores. A estrutura metálica foi construída com ligas não-preciosas e o pântico em porcelana. Após um controle clínico de 2 anos, verificaram que essa técnica tem indicação limitada, uma vez que a resistência e a durabilidade são variáveis em função da exposição da resina cimentante ao meio bucal e do enfraquecimento do substrato metálico, devido à confecção das perfurações.

Em 1979, TANAKA et al.⁵⁴ descreveram uma técnica de ataque eletrolítico em ligas metálicas não preciosas para retenção de facetas estéticas de resina acrílica. Com base nessa técnica, LIVADITIS & THOMPSON³⁸, propuseram o ataque eletrolítico para promover retenções em uma liga metálica do sistema Ni-Cr, e verificaram que a resistência da união entre a liga atacada e a resina composta, usada como agente cimentante, era maior do que a união do esmalte condicionado com a resina composta.

A partir daí, SIMONSEN et al.⁵¹ introduziram definitivamente o método de ataque eletrolítico ao descreverem detalhadamente a formação de relevos tridimensionais na superfície metálica, através da remoção seletiva de uma ou mais fases presentes na composição das ligas dos sistemas Ni-Cr, Ni-Cr-Be e Cr-Co.

Embora a técnica do ataque eletrolítico pareça ser mais eficaz do que a dos retentores perfurados, no entender de BRADY et al.⁸ também apresenta falhas e inconvenientes, como: a necessidade de materiais e equipamentos especiais; conhecimento detalhado da composição das ligas; tipo de solução eletrolítica adequada; e, tempo e densidade da corrente elétrica. Estes fatos, tornaram o procedimento técnico muito sensível.

Posteriormente, novos métodos alternativos para criação de macrorretenções na superfície interna da estrutura metálica foram divulgados, como: a utilização de tela ortodôntica; técnica do sal perdido; pérolas de resina; técnica ponteada; "crystal bond system" e a técnica da tela fundida. No entanto, no entender dos autores NATHANSON e MOIN⁴²; MOON & KNAP⁴¹; LA BARRE & WARD³⁶; SAUNDERS⁴⁷; SIMONETTI⁵⁰; SHEN et al.⁴⁹ e TALEGHANI et al.⁵³, a grande desvantagem dessas técnicas alternativas para prótese adesiva era a possibilidade de construir retentores metálicos muito espessos, ocasionando assim, um sobrecontorno da peça protética.

Mais recentemente, LIVADITIS³⁹ e JORDAN et al.³² descreveram e avaliaram a utilização de um método de ataque químico para criar microrretenções em ligas metálicas usadas em prótese adesiva. Pelos resultados obtidos, os autores concluíram que esse sistema permite a obtenção de um ataque eficiente e uniforme na superfície metálica com valores de resistência à tração similares aos conseguidos com o sistema de ataque eletrolítico.

Em 1991, CONCEIÇÃO¹⁰ desenvolveu uma solução química para criar microrretenções na superfície de ligas metálicas dos sistemas Ni-Cr e Ni-Cr-Be, observando relação entre o padrão de condicionamento e os valores de resistência à tração obtidos. Nessa mesma linha de pesquisa, em 1993, CONCEIÇÃO et al.¹² analisaram morfologicamente as superfícies das ligas metálicas condicionadas, sugerindo essa técnica para criar microrretenções também na superfície de ligas metálicas dos sistemas Ni-Cr, Ni-Cr-Be, Cr-Co e Cu-Al.

Além disso, DOUKOUDAKIS et al.¹⁶; FERRARI et al.²⁰; EL-SHERIF et al.¹⁷; e, CONCEIÇÃO et al.¹¹ citaram como vantagem na utilização do ataque químico a facilidade no controle do procedimento e a simplificação da técnica de condicionamento do metal, não havendo a necessidade de equipamentos especiais.

Recentemente foram introduzidos no mercado internacional alguns agentes cimentantes que propiciam união química da resina composta à

estrutura metálica. A utilização destes cimentos resinosos é bastante interessante, pois dispensam a necessidade de confecção de retenções na estrutura metálica após o procedimento de fundição. Além disso, segundo LIN et al.³⁷, BARKMEIER et al.⁵, TANAKA et al.⁵⁵, ATTA et al.², KOHLI et al.³³, OMURA et al.⁴³, CREUGERS et al.¹⁴ e SCUR et al.⁴⁸, altos valores de resistência da união resina-metal têm sido relatados quando da utilização destes materiais "in vitro", além do bom desempenho clínico verificado nas próteses adesivas fixadas com tais cimentos resinosos. Dessa forma, tornou-se evidente que a seleção de um método de condicionamento da superfície metálica e/ou escolha do agente cimentante podem influir decisivamente na retenção de próteses adesivas indiretas.

Também é importante observar que a evolução dos sistemas adesivos para ligas metálicas busca a simplificação dos procedimentos laboratoriais, o que possibilitaria a diminuição da chance de erro na técnica restauradora adesiva, além de reduzir o custo final da prótese adesiva.

Assim sendo, achamos válido estudar o comportamento do condicionamento químico sobre a resistência da união mecânica e/ou química à estrutura metálica.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

De acordo com a bibliografia consultada, parece-nos de relevante importância as citações seguintes:

BUONOCORE⁷, em 1955, apresentou um método simples para aumentar a adesão da resina acrílica à superfície de esmalte. Verificou que a adesão de discos de resina acrílica, com 5mm de diâmetro, à superfícies de esmalte era maior quando este era condicionado com ácido fosfórico a 85%, por 30 segundos, do que quando não recebia nenhum tratamento previamente à colocação da resina acrílica. O autor sugeriu algumas explicações para tal fenômeno, tais como: grande aumento da área da superfície devido a ação do ataque ácido e aumento da capacidade de umedecimento da superfície, permitindo assim contato íntimo da resina acrílica com o esmalte.

Em 1963, BOWEN⁶ estudou as propriedades dos polímeros para restaurações dentais reforçadas por sílica. Usou partículas vítreas de sílica com forma irregular e tamanho variando em torno de 150 μm , cujas superfícies foram tratadas com vinil-silano, com o objetivo de aumentar a união entre a fase orgânica e inorgânica. O aglutinante usado foi um copolímero de BIS-GMA, que pode ser considerado como o produto da adição de metacrilato de glicidila ao bis-fenol A, catalisado por 0,5% de N.N-dimetil-p-toluidina, a 60° C. Dessa forma, conseguiu um material onde foi

incorporado ao polímero orgânico, setenta por cento em peso era de sílica vítrea tratada, que correspondia aproximadamente a 55% de sílica por volume, propiciando uma redução na contração de polimerização e no coeficiente de expansão térmica, um aumento da resistência à compressão e do módulo de elasticidade, além de uma baixa solubilidade e desintegração em água, quando comparada a resina onde foi adicionada sílica não tratada.

Foi ROCHETTE⁴⁶, em 1973, quem inicialmente relatou uma técnica para promover a esplintagem de dentes inferiores abalados periodontalmente. Essa técnica consistia no preparo de um padrão de cera para fundição com, no máximo, 0,8mm de espessura que envolvesse toda a superfície lingual dos dentes. Nesse padrão de cera foram realizadas perfurações com a ponta de uma espátula aquecida. Logo após a fundição da infra-estrutura com ouro tipo IV, as perfurações recebiam acabamento com uma broca de aço nº 699 enquanto a porção interna do retentor recebia um tratamento com jato de areia. Antes da fixação da peça na boca, era feito uma limpeza na porção interna da estrutura metálica com clorofórmio e água, e após a secagem com jatos de ar foi aplicado um agente de união a base de silano (Fusion). O esmalte dentário foi condicionado com ácido fosfórico a 50% durante 90 segundos, lavado com água corrente e seco, para em seguida proceder a fixação da peça com resina acrílica "Servitron". Todos os procedimentos eram realizados sob isolamento absoluto.

HOWE & DENEHY²⁷, em 1977, realizaram duas próteses fixas adesivas indiretas com controle clínico por períodos de um e dois anos, respectivamente. As estruturas metálicas foram confeccionadas com liga não preciosa e os pânticos em porcelana. Em cada retentor foram realizadas perfurações de 0,5mm de diâmetro, tantas quantas fossem possíveis sem enfraquecer a estrutura metálica. A fixação das próteses ao esmalte previamente condicionado com ácido foi feita com resina composta. Concluíram então, que as próteses adesivas indiretas com retentores perfurados tem indicação limitada, uma vez que a resistência e a durabilidade são variáveis, mas relataram vantagens como: o caráter conservador da prótese, a estética, a boa relação com os tecidos de suporte, o curto tempo necessário para a confecção, o baixo custo e a possibilidade de refixação, caso se desloque em função.

HALLONSTEN et al.²⁴, em 1979, avaliaram o desempenho de 49 próteses adesivas diretas por um período de quatro anos. Técnica de rotina e isolamento absoluto foram utilizados para a confecção de todas as próteses adesivas diretas. Os pânticos foram construídos com resina composta. As avaliações foram realizadas após um, três e seis meses após a confecção das próteses, sendo a partir de então realizadas a intervalos de seis meses. Os autores verificaram uma taxa de deslocamento das próteses adesivas em torno de 50%.

Em 1979, TANAKA et al.⁵⁴ descreveram uma técnica de ataque eletrolítico de ligas metálicas do sistema Ni-Cr para retenção de facetas estéticas de resina acrílica. Foram obtidos corpos de prova com 1,2mm de espessura e os procedimentos de acabamento envolveram, além do jato de areia, polimento com lixa nº 2. Para o ataque eletrolítico, os exemplares foram imersos em uma solução de NaCl a 5% ($30 \pm 2^\circ\text{C}$) junto a um cátodo de aço inoxidável com 3mm de diâmetro, durante cinco minutos. Em seguida, foi aplicada uma corrente elétrica de densidade de $175\text{mA}/\text{cm}^2$ por períodos variáveis de 2 a 90 minutos. A limpeza dos corpos de prova foi realizada em aparelho de ultra-som com solução de HCl à 36%, durante 30 minutos, e posterior aplicação de acetona. Para a realização dos testes de resistência à tração, foram utilizados corpos de prova atacados eletroliticamente e fixados à resina acrílica e exemplares confeccionados com a técnica de pérolas de resina como grupo controle, após estocagem em água à 37°C , por 24 horas, e imersos sessenta vezes em banho de solução de fucsina básica 0,5%, à $4 \pm 1^\circ\text{C}$ e $60 \pm 2^\circ\text{C}$, durante 60 segundos. Os testes de resistência à tração foram realizados em uma máquina de ensaio universal a uma velocidade de 2,5 mm/minuto. Concluíram então, que o ataque eletrolítico da superfície das ligas metálicas do sistema Ni-Cr promoveu uma ótima retenção e selamento marginal da faceta de resina quando comparado à técnica de pérolas de resina.

NATHANSON & MOIN⁴², em 1980, relataram uma técnica para reposição de um dente anterior com reforço de metal constituído por telas ortodônticas, sem a necessidade de preparo dos dentes suportes. Três telas de formato retangular, soldadas entre si, eram adaptadas em um modelo de gesso. As porções mesial e distal foram recobertas para serem adaptadas aos dentes-suporte e a porção média posicionada entre os planos vestibular e lingual, para permitir a confecção do pântico em resina composta. A armação metálica era, fixada ao modelo com cera, sendo as porções mesial e distal isoladas com vaselina. Na porção média era aplicada uma camada de selante para receber a resina composta que iria formar o pântico. Após a polimerização da resina, a restauração era removida do modelo com um instrumento aquecido e puxado em direção oclusal. A fixação da restauração aos dentes adjacentes era realizada, sob isolamento relativo, através da técnica de ataque ácido, seguida da aplicação de resina fluida e resina composta, respectivamente.

Em 1982, LIVADITIS & THOMPSON³⁸, citaram que o mecanismo de união das próteses adesivas indiretas consistia de três fatores: adesão resina-esmalte condicionado, resistência coesiva da resina composta e união da resina composta à estrutura metálica. Propuseram uma alteração neste terceiro fator de união, desenvolvendo a técnica de ataque eletrolítico para promover retenções em uma liga metálica do sistema Ni-Cr (BIOBOND C & B). Para tanto, utilizaram uma área de 1,0cm² dos discos fundidos para ser

atacada. Estas superfícies eram polidas com lixa de papel nº 600 e os discos fixados a um eletrodo (ânodo), sendo isoladas com cera todas as partes que não sofreriam ataque. Os discos foram limpos com álcool etílico a 95% e um agitador magnético era usado para evitar a formação de bolhas de hidrogênio na superfície da liga. Os eletrodos (cátodo de fio inoxidável e ânodo) foram, então, ligados a um aparelho fornecedor de corrente elétrica de baixa voltagem, dispostos 1,5 cm distantes um do outro e imersos em uma solução de HNO_3 0,5N com passagem de corrente de $250\text{mA}/\text{cm}^2$ durante 5 minutos. A limpeza posterior foi realizada em aparelho de ultrassom com solução de HCl a 18% durante 10 minutos. A avaliação do padrão de ataque foi feita por meio de estereomicroscópio, microscópio eletrônico de varredura e testes de resistência à tração dos corpos de prova fixados à discos de resina composta. Os resultados mostraram que a resistência da união liga atacada-resina foi superior à da união esmalte condicionado-resina, mas inferior à da coesão da resina composta.

SLOAN et al.⁵², em 1983, fizeram uma comparação da resistência da união de resina composta à retentores perfurados e atacados eletroliticamente, assim como uma comparação da união esmalte-resina-metal de retentores condicionados por diferentes laboratórios. Para tanto, utilizaram discos da liga metálica do sistema Ni-Cr-Be (Rexillum III) unidos com resina ao esmalte condicionado, divididos em quatro grupos, sendo um composto por retentores perfurados e os demais por retentores atacados

eletroliticamente em três laboratórios diferentes. Testes de resistência à tração foram realizados em uma máquina de ensaio universal Instron e os resultados permitiram concluir que a retentividade dos retentores atacados eletroliticamente variou muito de um laboratório para outro e de um retentor para outro.

SIMONSEN et al.⁵¹, em 1984, fizeram um relato minucioso do desenvolvimento das próteses adesivas. Realizaram também, testes de resistência à tração com retentores de ligas metálicas dos sistemas Ni-Cr, Ni-Cr-Be e Co-Cr atacados eletroliticamente e fixados à colunas de resina composta Comspan. As condições de ataque determinadas foram: solução de H_2SO_4 a 10% com densidade de corrente de $300mA/cm^2$, durante 3 minutos, para as ligas de Ni-Cr-Be; solução de HNO_3 0,5N com corrente igual a $250mA/cm^2$ durante 5 minutos para as ligas de Ni-Cr e Co-Cr. Os exemplares foram limpos em aparelho de ultra-som, usando uma solução de HCl a 18% durante 10 minutos. Os autores verificaram alto grau de retentividade, principalmente das ligas de Ni-Cr-Be, sendo superior à retenção da resina ao esmalte condicionado, e verificaram também a ocorrência de eletropolimento em algumas marcas comerciais atacadas eletroliticamente.

Em 1983, MOON & KNAP⁴¹ citaram algumas restrições para a utilização da técnica de ataque eletrolítico. Argumentaram os autores, que apenas certas ligas metálicas poderiam ser atacadas satisfatoriamente e que

a estrutura metálica deve ser atacada após prova final, não podendo ser mais reassentada antes da cimentação. Assim, apresentaram uma nova técnica para promover irregularidades na superfície metálica. Esta consistia da incorporação de partículas de sal no padrão de resina acrílica na superfície de contato com o modelo de gesso. Logo após, estas partículas de sal seriam removidas com lavagem com água. Dessa forma, a estrutura metálica fundida apresentaria retenções na superfície interna. Foram feitos testes de resistência ao cisalhamento utilizando fundições de liga de Pd-Co (Chemodent) cimentadas aos dentes com resina composta Comspan. Os autores concluíram que a falha mais freqüente foi a fratura coesiva da resina.

SHEN et al.⁴⁹, em 1983, determinaram a resistência de união de retentores metálicos com tela fundida na superfície interna e atacados eletroliticamente ao esmalte. Para isso, dentes bovinos foram incluídos em resina acrílica expondo a superfície vestibular na qual os corpos de prova foram fixados com resina composta (Concise) após ataque ácido do esmalte. Foram realizados testes de resistência ao cisalhamento em uma máquina de ensaio universal Instron e as fundições com tela fundida exibiram os valores mais altos de resistência de união.

Em 1984, SAUNDERS⁴⁷ testou a resistência à tração produzida por alguns métodos de retenção de próteses adesivas indiretas fixadas com resina composta ao esmalte condicionado de dentes bovinos, embutidos em

resina acrílica, distantes 5,0mm um do outro, e com as faces vestibulares em um mesmo plano. Os tipos de retenções testados foram perfurações com 1,0mm de diâmetro atravessando toda a espessura da prótese; perfurações com formato tronco-cônico na face voltada para a parte externa da prótese; perfurações com 0,5mm de profundidade por 1,0mm de diâmetro, sem atravessar a espessura total do retentor, e superfícies metálicas lisas, como grupo controle. A cimentação das próteses ao esmalte condicionado foi feita com resina composta Concise, ficando o conjunto armazenado durante uma hora em água. Os testes foram realizados em uma máquina que possibilitava o impacto de uma coluna de nylon sobre a porção exposta de metal entre os dois dentes. Os resultados permitiram concluir que os retentores com perfurações paralelas foram tão retentivos quanto os com perfurações tronco-cônicas. Embora, os valores encontrados no grupo com perfurações que não atravessavam toda a espessura do retentor tenham sido menores, eles pareceram eficientes.

Em 1984, ISHIKIRIAMA et al.²⁹ relataram a técnica de ataque eletrolítico para ligas de Ni-Cr (Biobond C&B, Unibond, Durabond MS e Resistal P) e Ni-Cr-Be (Rexilium III). As soluções eletrolíticas empregadas foram HNO₃ a 70% (0,5N) com densidade de corrente de 250mA/cm² durante 5 minutos e H₂SO₄ a 10% com 300mA/cm² por 3 minutos, respectivamente. Após o ataque eletrolítico, todas as ligas foram submetidas a um processo de limpeza em ultrasom com HCl a 18% durante 10 a 20

minutos. Foram realizados testes de resistência adesiva e os autores verificaram uma variação muito grande dos resultados com as várias ligas metálicas. Concluíram que estes achados foram insatisfatórios possivelmente devido a falhas do sistema de ataque eletrolítico ou da maneira como ele foi empregado.

Em 1984, LA BARRE & WARD³⁶ descreveram uma técnica para promover macrorretenções em próteses adesivas indiretas utilizando pérolas de resina na face interna da infra-estrutura metálica. A confecção dos retentores envolvia a realização de um alívio interno em cera com 0,5mm de espessura para permitir a colocação das pérolas sem interferir na adaptação da prótese. O primeiro problema encontrado com esse tipo de retentor foi o sobrecontorno causado pelo diâmetro das pérolas e a espessura metálica do retentor, o que contra indicou o seu uso em dentes anteriores superiores com contatos cêntricos no terço gengival. O segundo, foi a dificuldade de adaptação das pérolas às pequenas ranhuras ou ponto de apoio dos preparos. No entanto, foram encontradas vantagens como: a eliminação do risco de contaminação, crítico nos retentores atacados eletroliticamente; e, eliminação de uma sessão clínica e laboratorial, visto que a prótese pode ser provada e cimentada na mesma sessão.

Em 1984, OMURA et al.⁴³ apresentaram um novo cimento adesivo (Panavia Ex) e avaliaram sua habilidade de união à tração à dentina humana não atacada por ácido, esmalte bovino atacado com ácido, liga de Ni-Cr

jateada com óxido de alumínio, liga de ouro não tratada, liga de ouro jateada com óxido de alumínio e porcelana. Os valores obtidos foram de 82, 140, 360, 230, 270 e 240 kg/cm² respectivamente, após imersão em água a 37 ° C, por 24 horas. Esses testes foram repetidos para a liga de Ni-Cr após armazenagem em água a 37 ° C, por períodos de 1 dia, 3, 6 e 9 meses. Concluíram, os autores, que o Panavia Ex apresentou excelentes propriedades adesivas à dentina, esmalte, várias ligas odontológicas e porcelana. A sua capacidade de união resistiu bem à água e as suas propriedades mecânicas foram aceitáveis para aplicação como agente de cimentação.

BRADY et al.⁸, em 1985, realizaram uma comparação da capacidade retentiva entre retentores perfurados ou atacados eletroliticamente para prótese adesiva. Trinta discos metálicos fundidos com a liga Biobond, com 1,75mm de espessura por 4,9mm de diâmetro foram cimentados com resina composta Comspan, à molares extraídos, sendo 15 de cada tipo de retentor utilizado neste estudo. Após armazenagem em soro fisiológico por 20 dias a 4 ° C, os conjuntos foram posicionados em um suporte que foi imerso em água a 37 ° C. A seguir, foram realizados testes de resistência ao cisalhamento com máquina de ensaio universal Instron a uma velocidade de 0,2 cm/minuto. Os resultados permitiram concluir que os discos atacados eletroliticamente tiveram desempenho superior aos perfurados. No entanto, apesar disso os retentores atacados eletroliticamente requereram procedimentos laboratoriais complicados e críticos.

Em 1985, HILL & ZIDAN²⁶, investigaram o efeito de erros na determinação da área a ser atacada sobre a resistência da união entre retentores metálicos atacados eletroliticamente. Quarenta fundições de cada liga ensaiada foram divididas em dois grupos de vinte cada. No grupo A, a área a ser atacada foi superestimada em 50% e no grupo B, foi subestimada em 50%. Pares de corpos de prova com o mesmo tratamento foram cimentados com resina composta e submetidos a testes de resistência à tração a uma velocidade de 0,1cm/minuto. Os resultados mostraram que a superestimação da área atacada causou redução significativa da resistência de união para as ligas Rexillum III, Litecast B e Cobond. A subestimação, por sua vez, resultou em diminuição significativa da resistência de união para as ligas Rexillum III, Biobond C&B e aumentou para liga Talladium. No entanto, os valores médios de resistência de união para as ligas Vitallium e Genesis não foram significativamente afetados pelo erro de 50% na estimativa da área a ser atacada eletroliticamente.

AL-SHAMMERY¹, em 1985, comparou o efeito de diferentes agentes cimentantes e diversos tempos de ataque eletrolítico sobre a resistência ao cisalhamento entre o esmalte condicionado e a liga atacada eletroliticamente. Cento e vinte barras com 3,4mm de diâmetro por 4,0 mm de comprimento foram fundidas com a liga Rexillum III. Quarenta corpos de prova foram atacados por 2 minutos, quarenta por 3 minutos e os demais por 4 minutos a 300mA/cm² em solução de H₂SO₄ a 10% e limpos em ultra-

som com HCl a 18% por 12 minutos. A seguir, dez amostras de cada grupo foram cimentadas com cada um dos agentes (Conclude, Retain, Den-Mat e Comspan) na superfície de esmalte de dentes humanos extraídos e previamente condicionados com H_3PO_4 a 37%, por 60 segundos. O valor médio de resistência ao cisalhamento mais alto foi obtido com a liga atacada eletroliticamente por 3 minutos e cimentada com Comspan. O autor concluiu que os resultados de resistência ao cisalhamento foram diferentes quando foram utilizados diversos tempos de ataque eletrolítico e variados agentes cimentantes.

BARATIERI et al.⁴, em 1985, fizeram uma abordagem sobre o estágio das próteses adesivas indiretas, comparando as técnicas de retentores perfurados, ataque eletrolítico e sistema de esferas. Os autores dispensaram atenção especial ao desenho e confecção dos retentores e ao processo de fixação. Em função dos trabalhos consultados e do número de casos solucionados com essas técnicas, concluíram que: estas técnicas são simples, conservadoras de tecido sadio, de baixo custo, apresentaram ótima estética, possibilitaram refixação quando deslocadas e que mais estudos clínicos são necessários para demonstrar a eficiência ou não das técnicas e a superioridade de uma em relação à outra.

LOVE & BREITMAN⁴⁰, em 1985, compararam a resistência ao cisalhamento de duas técnicas para promover microrretenções na superfície de uma liga metálica do sistema Ni-Cr-Be. Um total de trinta e duas

amostras metálicas foram obtidas com a liga Rexilium III. Dezesseis foram submetidas ao ataque eletrolítico com uma solução de ácido sulfúrico a 10% a 300 mA/cm² por 3 minutos e as demais ao ataque químico com uma solução de ácido clorídrico e metanol por 5 minutos. Então, as amostras metálicas foram fixadas aos pares com o cimento resinoso Comspan com uma pressão de 2Kg/cm². Os testes de resistência ao cisalhamento foram realizados em uma máquina de ensaio universal (System 810, MTS systems Corp.) a uma velocidade de 1mm/minuto após armazenagem dos corpos de prova por 24 horas em água à temperatura ambiente. Os valores médios de resistência ao cisalhamento para os grupos atacados eletroliticamente e quimicamente foram de 47,4 MPa e 50,4 MPa respectivamente. Os autores concluíram que diferenças existentes na retenção da interface resina-metal não poderiam ser atribuídos ao método de condicionamento da liga metálica.

THOMPSON & WOOD⁵⁶, em 1986, realizaram o exame para avaliação do desempenho clínico de próteses adesivas indiretas atacadas eletroliticamente. De um total de 180 retentores colocados, 80 foram reavaliados após um período médio de 41 meses após a cimentação. A taxa de deslocamento (12,5%) foi considerada aceitável, e a resposta periodontal foi levemente pior do que a normal para esta população.

Em 1986, HALVERSON & HAMILTON²⁵ ressaltaram que a área do retentor a ser atacado eletroliticamente deveria ser conhecida para permitir aplicação de uma voltagem correta. Um banho eletrolítico com solução de

NaCl a 0,01N foi preparado para posterior imersão de amostras da liga Rexilium III com área de superfície de 0,5 a 2,5 cm². A distância entre os eletrodos foi de 6,2 cm e a temperatura foi mantida constante a 23,7° C, sendo que a voltagem era de 2 volts. Os autores observaram que alterações na área de superfície a ser atacada foi diretamente proporcional à variações na medida da densidade de corrente, reforçando assim a necessidade do conhecimento prévio da área a ser condicionada.

Em 1986, SIMONETTI⁵⁰ descreveu a utilização de um sistema para confecção de retenções "positivas" e "negativas" nas ligas utilizadas para prótese adesiva indireta. O sistema denominado de "crystal bond system" consiste basicamente de dois componentes: matriz (adesivo gelatinoso) e cristais (partículas solúveis e insolúveis). A técnica de utilização incluiu a aplicação da matriz e dos cristais sobre a área correspondente aos retentores no modelo de gesso. Após 15 minutos foi realizado o enceramento da peça protética e a imersão em água destilada à temperatura ambiente durante 30 minutos. Com isso, a matriz e os cristais solúveis foram removidos e a estrutura apresentou retenções "positivas" e "negativas" que foram reproduzidas na fundição. O objetivo da técnica foi o de promover retenções nas ligas metálicas para prótese adesiva sem a necessidade de utilização do ataque eletrolítico.

CREUGERS et al.¹³, em 1986, realizaram um estudo clínico comparativo do desempenho de três tipos de retentores utilizados para

prótese adesiva indireta. Um total de 101 próteses adesivas indiretas foram avaliadas por um período de 9 a 18 meses. Os tipos de retentores avaliados neste estudo foram: perfurados, recobrando a superfície lingual dos dentes suportes; perfurados, recobrando a superfície lingual e parte da proximal junto ao espaço edêntulo e atacados eletroliticamente, recobrando a superfície lingual dos dentes suportes. Os retentores perfurados foram fundidos com a liga de Cr-Co, Vitallium e os que foram atacados eletroliticamente com a liga de Ni-Cr, NP2. A cimentação das próteses foi efetuada com a resina Clearfil F após ataque ácido da superfície de esmalte por 45 segundos. Segundo os autores ocorreram 16 falhas ao longo do período de avaliação, sendo 10 por deslocamento das peças protéticas, e todas com retentores perfurados. A causa do fracasso das seis próteses restantes foi a fratura do pântico, sendo que ocorreram duas falhas deste tipo para cada categoria de retentor utilizado neste trabalho. Assim os resultados deste estudo permitiram concluir que os retentores atacados eletroliticamente foram mais retentivos do que os perfurados, mas salientaram a necessidade de que estudos longitudinais sejam conduzidos.

JORDAN et al.³², em 1986, avaliaram a utilização de um sistema para ataque químico (Quick-Etch) de ligas metálicas para prótese adesiva indireta. Durante o estudo, as amostras metálicas foram divididas em 6 grupos: grupo 1, liga Rexillum III atacada eletroliticamente; grupo 2 a 6, liga Rexillum III, Albacast, Midas, Firmalay e Cameo atacadas quimicamente.

Após o condicionamento das ligas metálicas, estas foram fixadas à incisivos superiores que estavam incluídos em gesso. Foram realizados testes de resistência ao cisalhamento e a morfologia da superfície das ligas após o ataque foi observada com o auxílio de um microscópio eletrônico de varredura. A análise da morfologia da superfície para a liga Rexillum III atacada eletroliticamente e quimicamente sugeriu a presença de uma topografia favorável para obtenção de retenção durante a cimentação. Isso foi confirmado pela similaridade dos resultados de resistência ao cisalhamento verificados nestes dois grupos. Nos demais grupos, observaram valores de resistência ao cisalhamento bem inferiores. Concluíram então que o ataque químico de ligas metálicas não preciosas pode ter aplicação clínica.

LIVADITIS³⁹, em 1986, descreveu um método de ataque químico para criar microrretenções em uma liga de Ni-Cr-Be (Litecast B) para prótese adesiva. Discos com 6,5mm de diâmetro e 1,0 mm de espessura foram fundidos, limpos e aquecidos a 960 ° C por cinco minutos para simular o ciclo de queima de uma restauração metalo-cerâmica. Foi feito acabamento com lixas de papel nº 400 para remover irregularidades de fundição e posterior jateamento com óxido de alumínio com granulometria de 50µm. As superfícies controle foram protegidas com um material de moldagem polyvinil siloxano (Assure Cote). A seguir os discos foram imersos em 100ml da solução condicionadora (Assure-Etch) que era aquecida em um banho de água a 70 ° C por 60 minutos. Logo após, era realizado o procedimento de

limpeza em ultra-som por 3 a 5 minutos. A observação da morfologia das superfícies atacadas e controle foi feita com o auxílio de um microscópio eletrônico de varredura e um microscópio óptico. O autor verificou a presença de um aspecto retentivo e uma uniformidade de ataque ao longo das superfícies condicionadas. Foram realizados testes de resistência à tração com discos atacados quimicamente por 30, 45, 60, 75 e 90 minutos e atacados eletroliticamente fixados à colunas da resina composta Comspan. Os valores de resistência à tração, expressos em MPa, foram de 14; 9,9; 19,5; 18,8; 21 e 16 respectivamente. Assim, o autor concluiu que o sistema de condicionamento químico possibilitou a obtenção de um ataque eficiente e uniforme da superfície metálica com valores de resistência à tração comparáveis aos do sistema de condicionamento eletrolítico.

Em 1987, DOUKOUDAKIS et al.¹⁶ descreveram a técnica de utilização de um gel denominado de "Met-Etch", para realização do ataque químico de retentores para prótese adesiva, sem a necessidade de condicionamento eletrolítico. O produto consistia de uma solução de água régia apresentada na forma de gel. Após a fundição da estrutura metálica e a confecção do pôntico de porcelana, as superfícies metálicas eram jateadas com Al_2O_3 e uma quantidade de gel "Met-Etch" era aplicada e espalhada com um instrumento plástico. Em seguida, o conjunto foi colocado em um forno, removido, lavado em água corrente para remoção do gel, que era reaplicado por 7 a 10 minutos até que fosse observada uma

coloração esverdeada evidenciando que o ataque químico foi eficiente. Então, as superfícies metálicas eram limpas com uma solução de HCl a 18% para remoção da camada escura de oxidação. Uma nova limpeza era feita na peça protética com água destilada em ultrasom por 5 minutos. Em seguida, as superfícies atacadas eram secas e a cimentação da restauração era efetuada ao esmalte condicionado com resina composta. Os autores concluíram que ligas metálicas contendo berílio, silício, boro e níquel foram atacadas eficientemente pelo método descrito, exceto a liga Fore da Unitek Corporation. No entanto, ligas contendo cromo e cobalto não puderam ser atacadas com "Met-Etch". Citaram como vantagens na utilização do método de ataque químico os seguintes fatores: a prótese adesiva pode ser confeccionada em duas sessões: o ataque da estrutura metálica pode ser efetivamente controlado pelo dentista ou técnico de laboratório e se a restauração deslocar, esta pode ser limpa e reatacada durante a mesma sessão.

RE et al.⁴⁵, em 1987, compararam a resistência ao cisalhamento de três diferentes métodos de promover retenções para retentores de próteses adesivas. Quarenta e cinco corpos de prova fundidos com a liga Rexillum III sofreram acabamento com lixa de papel nº 600 e jateamento com Al_2O_3 de granulometria de $50\mu m$ por 30 segundos. As amostras foram aquecidas em um forno para simular a aplicação da porcelana. Então foram divididos em 3 grupos conforme o tipo de tratamento realizado. O grupo 1 foi atacado por 20 minutos com o gel "Met-Etch" à temperatura ambiente e lavado. O

grupo 2 foi atacado eletroliticamente com uma solução de H_2SO_4 por 3 minutos seguidos de limpeza com HCl a 18% por 10 minutos. O grupo 3 foi tratado com a aplicação de silano. Após a cimentação com resina Comspan e armazenamento das amostras em água destilada à $37^\circ C$ por 24 ± 1 hora, foram realizados testes de resistência ao cisalhamento em uma máquina de ensaio universal Instron a uma velocidade de 0,5mm/minuto. Os valores médios em MPa para os respectivos grupos foram: grupo 1, 11, 85; grupo 2, 16, 56 e grupo 3, 24, 29. Os resultados permitiram concluir que houve diferença significativa ($p < 001$) entre os três grupos, mas embora o valor médio exibido pelo gel "Met-Etch" fosse o menor, ainda assim foi considerado clinicamente aceitável.

WILLIAMS et al.⁵⁹, em 1987, avaliaram o desempenho clínico de 99 próteses adesivas indiretas colocadas por um período de 10 anos. O exame dos tecidos duros, do periodonto, do desenho dos retentores e pânticos, da retenção e da oclusão foi efetuado. Entre outros detalhes, verificaram que a ocorrência de cáries nos dentes suportes foi de 3%, que o grau de inflamação gengival foi menor nestes dentes do que nos demais e que a taxa de deslocamento das próteses foi de 31%. Os autores concluíram que as próteses adesivas indiretas podem ser consideradas como restaurações permanentes e constituem-se em uma valiosa alternativa dentro das possibilidades clínicas de tratamento.

Em 1987, JORDAN et al.³¹, testaram a resistência à tração de dois métodos para promover microrretenções em retentores para prótese adesiva, o ataque eletrolítico e o químico. Sessenta barras com 2,9mm de diâmetro foram fundidas com liga Rexilium III, sendo que 30 foram submetidas ao ataque eletrolítico por 2 minutos e as restantes ao ataque químico com "Quick-Etch" por 10 minutos. Quinze pares de cada grupo foram cimentadas com resina composta Comspan e armazenadas por 48 horas em água destilada a 24 °C. Foram realizados testes de resistência à tração em uma máquina de ensaio universal Instron a uma velocidade de 0,5 cm/minuto. Os valores médios obtidos para os grupos de ataque eletrolítico e ataque químico foram de 6,46 MPa e 8,29 MPa, respectivamente. Com isso, os autores afirmaram que o ataque químico parece ser um método eficaz de promover microrretenções necessárias para próteses adesivas indiretas.

TALEGHANI et al.⁵³, em 1987, conduziram um estudo para determinar a eficiência de dois métodos para promover retenções em retentores para prótese adesiva. Os métodos testados foram o ataque eletrolítico e o de tela fundida. Discos com 11,5mm de diâmetro por 2mm de espessura foram fundidos com ligas de ouro (Harmony Hard), Ag-Pd (Mowcrev) e Ni-Cr-Be (Rexilium III) e divididos em três grupos conforme o tratamento efetuado. O grupo 1 obtido com tela fundida e atacado eletroliticamente, o grupo 2 somente atacado eletroliticamente e o grupo 3 somente com tela fundida. As amostras foram fixadas aos pares com

cimentos Comspan e DuraLingual Bond através da manutenção de uma pressão de 500g por 10 minutos. Testes de resistência à tração foram realizados em uma máquina de ensaio universal Instron a uma velocidade de 0,5cm/minuto. Como os valores obtidos nos discos com tela fundida foram sempre similares aos dos outros dois grupos, os autores concluíram que esse método é alternativo, ao de ataque eletrolítico. Enfatizaram, ainda, as vantagens desse sistema, tais como: a possibilidade de utilização de qualquer liga metálica, inclusive as nobres e a facilidade de determinação do adequado relevo da superfície metálica. Além disso, a eliminação do ataque eletrolítico é interessante do ponto de vista de custo, tempo e possibilidade de erro.

FERRARI et al.¹⁸, em 1987, examinaram a união da resina composta à base de éster BIS-GMA fosfatado (Panavia Ex) à superfície metálica jateada com Al_2O_3 ao esmalte atacado. Quarenta amostras fundidas com a liga Rexillum III foram fixadas a dentes molares extraídos, após condicionamento do esmalte e armazenados em saliva artificial por 20 dias à temperatura ambiente. Foram feitas observações da interface resina-esmalte e resina-metal com o auxílio de um estereomicroscópio e um microscópio eletrônico de varredura. Foram determinados, ainda a espessura da película do cimento adesivo e a microinfiltração na interface resina-esmalte, após a imersão em azul de metileno a 20% por 15 dias. Os autores notaram que a espessura de película permaneceu dentro de limites aceitá-

veis, e que a união da resina ao esmalte foi adequada, inclusive impedindo o manchamento com azul de metileno. No entanto, uma fenda diminuta foi observada entre o metal jateado e a resina Panavia Ex. Sugeriram que testes físicos para avaliar a resistência de união ao esmalte e da própria resina devem ser feitos, além da avaliação clínica.

Em 1988, CLYDE & BOYD⁹ avaliaram por um período de 30 meses o desempenho de 122 próteses adesivas indiretas atacadas eletroliticamente. As restaurações foram confeccionadas com liga Biobond C&B e cimentadas com a resina composta Comspan. A taxa de falha verificada foi de 10,7%, incluindo os deslocamentos e fraturas de pântico ou metal. Concluíram que com os cuidados durante o preparo e execução aliados ao desenvolvimento dos materiais, a prótese adesiva poderá ocupar um lugar como uma restauração conservadora e estética.

VEEN et al.⁵⁷, em 1988, testaram a resistência à tração da resina composta Comspan fixada à superfícies metálicas tratadas por seis métodos diferentes de promover retenções. Os métodos estudados foram: retentores perfurados, com tela fundida, jateados com Al_2O_3 de $50\mu m$, ataque eletrolítico, eletrodeposição de estanho e aplicação de silano. Os discos metálicos que seriam atacados eletroliticamente foram fundidos com a liga NP2 e os demais com a liga Orion Libre. As amostras metálicas que foram submetidas ao mesmo tratamento eram fixadas aos pares com Comspan e armazenadas por 24 horas previamente à execução dos testes de resistência

à tração em uma máquina de ensaio universal Zwich, a uma velocidade de 0,5mm/minuto. Também foram efetuados testes após ciclagem térmica ou execução de 1000 ciclos com carga de 3 MPa a uma velocidade de 2,0 mm/minuto. Os valores médios mais altos registrados foram: tela fundida, 16,9MPa. Os valores mais baixos verificados foram: jateamento com óxido de alumínio, 6,6MPa; ataque eletrolítico, 6,3MPa e retentores perfurados, 5,5MPa. Os autores concluíram que a resistência à tração da resina composta Comspan unida ao metal depende do tratamento da superfície da liga metálica. Salientaram, ainda, que a resistência à tração observada com a utilização dos sistemas de tela fundida, deposição de estanho e aplicação de silano foi similar ou maior do que a apresentada ao esmalte atacado.

Em 1988, FERRARI et al.¹⁹ avaliaram retentores para prótese adesiva com o auxílio de um microscópio eletrônico de varredura. Os retentores foram fundidos com as ligas Rexillum III e Bondiloy. A metade das amostras foram submetidas ao ataque eletrolítico e as restantes foram jateadas com abrasivo. Então, uma parte dos retentores foram fixados com resina composta Comspan e a outra parte com Panavia Ex, ao esmalte atacado de dentes extraídos. Os autores verificaram que a resina Panavia Ex apresentou forte união ao esmalte, mas não aderiu ao metal jateado ou à dentina; além de apresentar menor capacidade de umedecimento da superfície do que o Comspan. Do mesmo modo que para outros agentes cimentantes, o Panavia Ex mostrou ser na interface resina-liga metálica o

ponto fraco de união para próteses adesivas indiretas. Concluíram então, que o procedimento de ataque eletrolítico propiciou uma união mais forte do que o metal somente jateado.

Em 1988, TANAKA et al.⁵⁵ estudaram a resistência à tração dos cimentos adesivos SuperBond C&B e Panavia Ex unidos a discos metálicos de Ni-Cr-Be e ouro tipo IV com espessura de 2 e 3mm. Outra variável estudada foi a deposição de estanho sobre a superfície das ligas metálicas previamente à cimentação. Os corpos de prova foram armazenados em água a 37 ° C por 24 horas e submetidos a 100.000 ciclos térmicos à temperatura de $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $60 \pm 2^{\circ}\text{C}$ permanecendo 60 segundos em cada banho. A seguir, testes de resistência à tração foram efetuados em uma máquina de ensaio universal (Autograph DCS-500 Shimadzu Corp.) a uma velocidade de 1mm/minuto. Os autores concluíram que os cimentos adesivos propiciaram valores significativos de união ao metal, sendo sempre superior a 20 MPa. No entanto, o melhor desempenho do cimento Super Bond C&B quando a espessura dos discos metálicos era de 2mm foi em função de sua estrutura linear de uma resina acrílica que permite uma distorção em proporção à deformação do disco metálico durante o teste de tração. Já o cimento Panavia EX possuindo uma estrutura de ligações cruzadas não deforma, concentrando os esforços durante a execução do teste e, conseqüentemente, fraturando com valores inferiores.

WATANABE et al.⁵⁸, em 1988, ensaiaram a resistência à tração de três cimentos adesivos e dois cimentos resinosos unidos à ligas de Ni-Cr-Be, após jateamento com óxido de alumínio ou ataque eletrolítico; e de ouro tipo IV, após jateamento com óxido de alumínio ou cobertura com estanho. Os materiais cimentantes utilizados foram ABC (Vivadent), Panavia Ex (Kuraray, Co.), Super-Bond C&B (Sun Medical Co.), Conclude (3M) e o Kerr Maryland Bridge Cement (Kerr). Estes eram manipulados conforme instruções dos fabricantes e aplicados sobre uma área pré-estabelecida da superfície dos corpos de prova metálicos. Então cones invertidos de resina composta (P30,3M) eram fixados com pressão de 0,075Kg/cm² por 7 minutos. As amostras cimentadas eram armazenadas em água destilada a 37 ° C por 24 horas e a 70 ° C por 30 dias. Decorridos estes respectivos períodos, testes de resistência à tração foram executados em uma máquina de ensaio universal Instron a uma velocidade de 0,05 cm/minuto. Os autores concluíram que todos os agentes cimentantes utilizados apresentaram maiores valores de resistência de união à liga de Ni-Cr-Be após esta ter sido atacada eletroliticamente. Observaram, também, que os cimentos adesivos (ABC, Panavia EX e Super-Bond C&B) propiciaram maiores valores de resistência à tração do que os cimentos resinosos Conclude e Kerr Maryland Bridge Cement.

Em 1989, CREUGERS et al.¹⁴ avaliaram o desempenho clínico de 203 próteses adesivas indiretas após 5 anos com o objetivo de verificar a

influência do tipo de retentor e do material cimentante. Verificaram que os retentores que apresentavam microrretenções exibiram maior taxa de retenção comparativamente àqueles que possuíam macrorretenções. A porcentagem de sucesso clínico até o período de avaliação foi de 75%.

FLOOD et al.²³, em 1989, conduziram um estudo da interface entre resina composta e duas ligas metálicas atacadas eletroliticamente usando tempos diferentes. Para tanto, corpos de prova fundidos com a liga Rexilium III e NP2 foram submetidos a ataque eletrolítico e fixados aos pares com resina composta Comspan. Foram realizados testes de resistência à tração e ao cisalhamento, além da observação da morfologia da superfície metálica com o auxílio de um estereomicroscópio e um microscópio eletrônico de varredura, após o ataque eletrolítico. Os autores concluíram que a alteração dos tempos de condicionamento eletrolítico resultaram em diferentes morfologias das superfícies metálicas e em diferenças estatisticamente significantes de valores de resistência de união.

Em 1989, FERRARI et al.²⁰ avaliaram a eficiência da utilização de duas soluções para ataque químico de ligas de Ni-Cr-Be e Cr-Co. Discos metálicos foram fundidos com as ligas Rexilium III, Litecast B e Bondiloy. Os corpos de prova foram submetidos a quatro ciclos de queima a 920 °C e posterior jateamento com alumina de 50µm. Duas soluções químicas foram utilizadas: "Assure Etch", solução A e uma solução B experimental. Ambas soluções foram aquecidas à 70 °C em um banho de água durante o

procedimento de ataque. Os tempos usados foram de 45, 60 e 75 minutos para as ligas de Ni-Cr-Be e 5, 10, 15, 20 e 30 minutos para a liga de Cr-Co. Tanto os discos metálicos, quanto os discos de resina composta Comspan obtidos após imersão de corpos de prova metálicos em HCl a 37%, por 48 horas, foram examinados com o auxílio de um microscópio eletrônico de varredura. Os autores concluíram que as duas soluções promoveram microrretenções na superfície metálica das ligas de Ni-Cr-Be, mas tiveram menor efeito sobre a liga de Cr-Co. Notaram que as ligas Rexillum III e Litecast B requereram diferentes tempos de ataque para cada solução química. Salientaram, também, que o ataque químico simplificou a técnica de condicionamento do metal encorajando a expansão da utilização de próteses adesivas indiretas.

EL-SHERIF et al.¹⁷, em 1989, compararam a resistência à tração de dois métodos de promover retenções em retentores para prótese adesiva. Utilizaram as técnicas de ataque eletrolítico e de condicionamento químico com o gel ácido "Met-Etch". Amostras metálicas da liga Rexillum III, após o ataque eletrolítico ou químico, foram cimentadas com resina composta Comspan ao esmalte condicionado de pré-molares superiores extraídos. O ataque químico consistiu da aplicação de gel e aquecimento a 65 °C por 3 minutos. Após 72 horas, foram realizados testes de resistência à tração em uma máquina de ensaio universal Instron a uma velocidade de 1,27 mm/minuto. Os resultados deste estudo permitiram concluir que o ataque

químico com gel ácido propiciou uma resistência à tração significativamente maior do que o ataque eletrolítico. Além desse fato, o ataque químico apresentou algumas vantagens quando comparado ao ataque eletrolítico, tais como: não necessitou de equipamentos especiais, a restauração pode ser construída e cimentada em duas sessões clínicas e o ataque da liga metálica pode ser feito pelo técnico de laboratório ou pelo próprio dentista.

FLOOD et al.²², em 1989, verificaram a resistência à tração de três grupos de agentes cimentantes unidos a duas ligas metálicas atacadas eletroliticamente. Os materiais para cimentação foram classificados em três tipos: resinas compostas (Concise e Silar), cimentos resinosos (Den-Mat, Faldyne-Getz, Maryland Bridge Cement e Conclude) e cimentos adesivos (Panavia Ex e Superbond C&B). Foram utilizados neste estudo ligas do sistema Ni-Cr (NP2) e Ni-Cr-Be (Rexillum III). Após a cimentação os corpos de prova foram armazenados em água a 23 °C por sete dias. Então testes de resistência à tração foram realizados em uma máquina de ensaio universal (Shimadzu Autograph IS 1000, Shimadzu Corp.) a uma velocidade de 1 mm/minuto. Os autores concluíram que os agentes cimentantes à base de BIS-GMA apresentaram resultados de resistência de união similares estatisticamente. Os cimentos adesivos propiciaram valores estatisticamente superiores aos dos materiais resinosos à base de BIS-GMA.

FERRARI et al.²¹, em 1989, avaliaram o desempenho clínico de próteses adesivas indiretas por um período de quatro anos. As restaurações

foram confeccionadas em 90% dos casos com uma liga de Ni-Cr-Be e em 10% dos casos com uma liga de Cr-Co. As estruturas metálicas foram na sua maioria condicionadas eletroliticamente, sendo algumas peças metálicas de Ni-Cr-Be atacadas quimicamente. A resina Comspan Opaque foi utilizada como agente cimentante em 90% dos casos. Observaram um bom desempenho clínico, sendo, no entanto o ataque eletrolítico a causa mais frequente de falha.

ATTA et al.², em 1990, verificaram a resistência à tração e ao cisalhamento de uma liga de Ni-Cr (NP2) unida a três diferentes cimentos adesivos (Panavia EX, ABC e Superbond C & B). Após a cimentação os corpos de prova foram imersos em água e submetidos a dois períodos de armazenagem: 1 semana e 6 meses. Após estes períodos, as amostras foram submetidas a 500 ciclos térmicos com banhos a 5 ° C e 60 ° C. Testes de resistência à tração e ao cisalhamento foram realizados em uma máquina de ensaio universal Instron a uma velocidade de 2mm/minuto. O cimento adesivo Panavia Ex exibiu os maiores valores de resistência à tração e cisalhamento, 43,54 e 40,50 Mpa respectivamente, após uma semana. A armazenagem por 6 meses assim como o ciclo térmico não alteraram significativamente os valores de união para os três cimentos adesivos utilizados.

Em 1990, KUYIN et al.³⁵ verificaram a resistência à tração de retentores metálicos submetidos a dois métodos de tratamento de superfície e fixados com quatro diferentes tipos de agentes cimentantes ao esmalte.

Triângulos metálicos foram submetidos a ataque químico com a solução "Assure-Etch" e a outra parte sofreu ataque eletrolítico. A superfície de esmalte era condicionada com ácido fosfórico por 60 segundos, lavada pelo mesmo tempo e então seca com ar. Os cimentos resinosos eram manipulados conforme instruções dos fabricantes e fixados à superfície metálica e ao esmalte atacado com uma pressão de 5 Kg durante 3 minutos. Os corpos de prova cimentados eram armazenados por duas semanas até serem ensaiados em uma máquina de ensaio universal Instron a uma velocidade de 1mm/minuto. Os autores concluíram que as ligas atacadas quimicamente exibiram menores valores de resistência à tração do que as atacadas eletroliticamente. Entretanto, esta diferença não foi estatisticamente significativa.

AQUILINO et al.³, em 1990, verificaram a resistência à tração de cilindros metálicos de uma liga de Ni-Cr-Be, após ataque eletrolítico ou ataque químico com três géis disponíveis comercialmente "ETCH-IT", "MET-ETCH", e "QUICK-ETCH"), fixados aos pares com a resina Comspan. Verificaram que os corpos de prova atacados eletroliticamente apresentaram valores estatisticamente superiores àqueles atacados quimicamente. Realizaram também a análise da morfologia da superfície dos cilindros metálicos. Após o condicionamento da superfície encontraram grandes áreas sem um padrão de ataque significativo nos corpos de prova atacados quimicamente. Sugeriram estudos clínicos longitudinais para verificar a

eficiência do ataque químico para ligas metálicas usadas em próteses adesivas indiretas.

Em 1990, LIN et al.³⁷ verificaram a resistência ao cisalhamento de cinco ligas metálicas submetidas a diferentes tipos de tratamento de superfície e cimentados com a resina Panavia EX (Kuraray). Para tanto 10 corpos de prova para cada liga metálica (WIRON 77, UNIBOND, LAP METAL, BIOBOND II e LITECAST B) foram submetidos a 4 diferentes tipos de tratamento após a fundição. O grupo 1 sofreu jateamento com óxido de alumínio; o grupo 2 foi submetido a oxidação com o aparelho Ez Oxizor (Tonagiken Co., Japan); o grupo 3 foi atacado eletroliticamente; e, o grupo 4 (controle) não sofreu nenhum tipo de tratamento após a fundição. Então os corpos de prova foram cimentados com a resina Panavia Ex seguindo instruções do fabricante e armazenados a uma temperatura de 37 °C com umidade relativa de 100% por 24 horas. Os testes de resistência ao cisalhamento foram realizados em uma máquina de ensaio universal (Autopulse, TC 5000, China Materials Technology & Science Co., China) a uma velocidade de 2mm/minuto. Os autores concluíram que a resistência ao cisalhamento dos grupos que sofreram algum tipo de condicionamento do metal foi superior estatisticamente ao grupo controle e similar entre si.

Em 1990, KOHLI et al.³³ verificaram o efeito de três diferentes métodos de tratamento da superfície metálica de uma liga de Ni-Cr-Be sobre a resistência à tração de pares metálicos fixados com resina composta. As

amostras foram fundidas com a liga Litecast B e divididas em três grupos de acordo com o tratamento: ataque químico com "Assure-Etch" e cimentados com Comspan Opaque (A); ataque químico com "Met-Etch" e fixados com Comspan Opaque (B); e, jateamento com alumina de 50 μ m e cimentados com resina Panavia Ex (C). Os corpos de prova foram submetidos a 1000 ciclos térmicos, com intervalos de temperatura de 5 °C e 55 °C. Após a armazenagem das amostras por 13 dias em água a 37 °C, foram efetuados testes de resistência à tração em uma máquina de ensaio universal a uma velocidade de 0,5cm/minuto. Os valores médios de resistência à tração para os grupos A, B e C foram de 46,4 MPa, 38,4 MPa e 36 MPa respectivamente. Os resultados sugeriram que qualquer um dos três métodos estudados pode ser usado com sucesso clínico para fixação de próteses adesivas indiretas.

KRUEGER et al.³⁴, em 1990, compararam a resistência à tração da resina Comspan Opaque cimentada à superfícies metálicas (atacadas eletroliticamente ou quimicamente). Com cilindros medindo 12mm de altura foram fundidos com a liga Rexillum III e submetidos a um aquecimento a 995 °C para simular a queima da porcelana. Foram jateados com óxido de alumínio e limpos em um aparelho de ultrasom com água destilada por 10 minutos. A seguir foram divididos em 5 grupos de 20 cilindros aleatoriamente conforme a técnica de condicionamento: grupo 1, ataque eletrolítico com ácido sulfúrico a 10% por 3 minutos com densidade de

corrente de 300 mA/cm² e limpeza com ácido hidrocloreídrico a 18% por 10 minutos; grupo 2, ataque químico com o gel "Etch-It" a temperatura ambiente por 20 minutos; grupo 3, ataque químico com o gel "Etch-It" a uma temperatura de 110 °F por 10 minutos; grupo 4, ataque químico com duas aplicações do gel "Etch It" a temperatura ambiente por 20 minutos; e grupo 5, ataque químico com o gel "Etch-It" com duas aplicações a uma temperatura de 110 °F por 10 minutos. Após a cimentação dos cilindros metálicos aos pares com a resina Comspan Opaque (Dentsply), estes foram armazenados por 85 horas em água destilada a 37 °C e após submetidos a 230 ciclos térmicos à temperatura de 5 °C e 60 °C, permanecendo 80 segundos em cada banho. Os testes de resistência à tração foram efetuados em uma máquina de ensaio universal Instron a uma velocidade de 0,5cm/minuto. Os valores médios registrados foram: grupo 1, 40,70 MPa; grupo 2, 28,23 MPa; grupo 3, 36,56 MPa; grupo 4, 40,59 MPa e grupo 5, 40,37 MPa. Os autores concluíram que o ataque químico com o gel "Etch-It" à temperatura de 110 °F ou duas aplicações à temperatura ambiente propiciam valores de resistência à tração similares aos obtidos com ataque eletrolítico e aproximadamente quatro vezes superior à união resina-esmalte relatados na bibliografia.

Em 1991, ISIDOR et al.³⁰ verificaram a resistência à tração de ligas de Ni-Cr e Cr-Co fixados à resina Panavia Ex após 3 diferentes métodos de tratamento da superfície metálica. Corpos de prova metálicos foram fundidos

com as ligas Wiron 88 e Wirobond. Uma parte destes foram obtidos pela técnica do sal perdido que confere macrorretenções à superfície metálica. Os restantes foram jateados com óxido de alumínio e destes a metade ainda foi submetida a ataque químico com a utilização de ácidos inorgânicos fortes. Então, os corpos de prova foram fixados aos pares com a resina Panavia Ex com uma pressão de 2Kg/cm^2 . Após a cimentação, as amostras foram armazenadas a uma temperatura de 37°C por três semanas, sendo, a seguir submetidas a 1000 ciclos térmicos à temperaturas entre 10°C e 55°C . Os testes de resistência à tração foram realizados em máquina de ensaio universal Instron a uma velocidade de 1mm/minuto . Os autores afirmaram que o método mais simples de promover retenções na superfície de uma liga de Ni-Cr foi o ataque químico por dois minutos precedido pelo jateamento.

BARKMEIER et al.⁵, em 1991, verificaram a resistência ao cisalhamento do sistema adesivo All Bond 2 fixado à uma liga metálica do sistema Ni-Cr-Be. Corpos de prova fundidos com a liga Rexillum III foram jateados com óxido de alumínio e limpos em ultrasom com água destilada por 5 minutos. Então, foi aplicada uma mistura do primer A mais primer B, seguido da colocação do All Bond Dual Cure Opaquer e finalmente da confecção de um cilindro de resina composta sobre uma área de superfície metálica previamente determinada. Os corpos de prova foram armazenados em água destilada por 24 horas a uma temperatura de 37°C , sendo alguns

destes subsequentemente submetidos a 2500 ciclos térmicos em banhos de 1 minuto a 6 °C e 60 °C respectivamente. Então, testes de resistência ao cisalhamento foram realizados em uma máquina de ensaio universal a uma velocidade de 5mm/minuto. Os autores verificaram que não houve influência do ciclo térmico sobre a resistência ao cisalhamento da união resina-metal. Os valores verificados foram de 23,63 e 25,38 MPa para os corpos de prova não termociclados e termociclados, respectivamente.

HUSSEY et al.²⁸, em 1991, relataram uma avaliação do desempenho clínico de 400 próteses adesivas indiretas após um período de 4 anos. Estudaram a influência de vários fatores sobre a longevidade das próteses adesivas, tais como a distribuição dos pânticos, operador, agente cimentante, ataque eletrolítico e localização no arco. Concluíram que o uso de cimento adesivo PANA VIA EX propiciou a menor taxa de falha (13%) e que não houve diferença se a estrutura metálica recebeu ataque eletrolítico ou se foi somente jateada com óxido de alumínio quando fixado com PANA VIA EX. Classificaram a utilização de próteses adesivas indiretas como um método eficiente de repor elementos dentários perdidos tanto na região anterior quanto posterior da cavidade bucal.

Em 1991, SCUR et al.⁴⁸ avaliaram o desempenho clínico de 23 próteses adesivas indiretas fixadas com o cimento adesivo Panavia Ex. As peças metálicas fundidas com a liga Durabond MS foram somente jateadas com óxido de alumínio previamente à cimentação que era realizada sob

isolamento absoluto. O critério de avaliação utilizado foi a verificação da ocorrência de deslocamento das próteses. Após um período de avaliação de 30 meses nenhum deslocamento foi observado. Os autores concluíram que a utilização de próteses fixas adesivas indiretas cimentadas com Panavia Ex poderia ser uma alternativa eficiente para reposição de elementos dentários ausentes.

CONCEIÇÃO¹⁰, em 1991, comparou a morfologia superficial de ligas metálicas dos sistemas Ni-Cr (Resistal P e Durabond MS) e Ni-Cr-Be (Litecast B) após o condicionamento químico com três soluções experimentais (A, B e C). Avaliou, também, a resistência à tração da resina Comspan Opaque fixada a estas ligas metálicas com ou sem prévio condicionamento químico. Três amostras medindo 10mm de diâmetro por 2 mm de altura foram obtidas para cada liga metálica testada e para cada grupo teste (controle, A, B e C). Foram, então, submetidos à análise da morfologia superficial com o auxílio de um microscópio eletrônico de varredura (CAMBRIDGE STEREOSCAN S4-10). Dez cilindros de cada liga metálica para cada grupo teste (controle, A, B e C) foram fixados aos pares com a resina Comspan Opaque e armazenados a uma temperatura de 37 ° C durante 24 horas. Os testes de resistência à tração foram realizados em uma máquina de ensaio universal (Otto Wolpert-Werke) a uma velocidade de 0,5mm/ minuto. Os maiores valores de resistência à tração foram obtidos após o condicionamento químico com a solução A (190,02 kg/cm², 184,58Kg/

cm² e 154,65 kg/cm²) para a liga Litecast B, Resistal P e Durabond MS respectivamente. A solução química A propiciou a obtenção de uma superfície microrretentiva para as três ligas metálicas testadas, enquanto que as soluções B e C pouco alteraram a morfologia superficial obtida após a fundição. Concluiu que a utilização da solução A possibilitou um condicionamento uniforme da superfície metálica das ligas testadas com valores de resistência à tração estatisticamente superiores aos respectivos grupos controle.

PRESA et al.⁴⁴, em 1992, verificaram a morfologia superficial com o auxílio de um microscópio eletrônico de varredura de uma liga de Ni-Cr-Be (Litecast B, Williams Co.) após ter sido submetida a seis diferentes tratamentos. Os métodos de condicionamento da superfície metálica utilizados foram: jateamento com óxido de alumínio, ataque eletrolítico, ataque químico com a solução proposta por Love & Breitman, ataque químico com "Assure Etch", ataque químico com o gel "Met Etch" e condicionamento químico com o gel "Try-Dynamics". Observaram que os grupos condicionados com ataque químico apresentaram microrretenções similares às produzidas pelo ataque eletrolítico. Os grupos atacados mostraram aspecto superficial mais retentivo do que os grupos que receberam somente o jateamento com óxido de alumínio.

CONCEIÇÃO et al.¹², em 1993, avaliaram a morfologia superficial de ligas metálicas dos sistemas Ni-Cr, Ni-Cr-Be, Cr-Co e Cu-Al após

condicionamento químico com a solução "CG-ETCH". Dois corpos de prova metálicos medindo 10 mm de diâmetro por 2 mm de altura foram fundidos para cada uma das ligas testadas (Resistal P, Wiron 99, Dentalloy Ni-Cr, Litecast B, Biobond, Co-Span, Goldent, Duracast, MS Steldent, Duracron, Dentalloy Cu-Al e Dentalloy Cr-Co). Metade da superfície de cada amostra metálica foi coberta com uma silicona de condensação (Xantopren) servindo como controle. A seguir, os corpos de prova foram imersos na solução condicionadora durante 1 hora à temperatura de 70 ° C. Posteriormente, foi realizada a análise da morfologia superficial das ligas metálicas testadas com o auxílio de um microscópio eletrônico de varredura (CAMBRIDGE STEREOSCAN S4-10). Concluíram que a solução "CG-ETCH" propiciou a obtenção de microrretenções na superfície das ligas metálicas ensaiadas.

Em 1993, DE GÓES et al.¹⁵ avaliaram a qualidade do condicionamento produzido pelos ácidos fosfórico e maléico na superfície do esmalte dental, através das características morfológicas e resistência à união. Foram utilizados 21 dentes humanos (molares e pré-molares) recém extraídos, cujas raízes foram seccionadas e as coroas remanescentes incluídas com resina acrílica ativada quimicamente em tubos de P.V.C., com a face vestibular voltada para cima e projetada 1 mm além do nível de inclusão, até conseguir uma área plana de 5 mm de diâmetro. A superfície do esmalte dental de 5 dentes foi condicionada com um dos agentes: ácido fosfórico a 35% (3M/Co.), ácido fosfórico a 10% (All Bond/Bisco), e ácido

maléico a 10% (Scotchbond Multi-Purpose/3M Co.), durante 15 segundos, respectivamente. Em seguida, a superfície dos dentes foram lavadas e secas, e nos dentes de cada grupo foi aplicado scotchbond Primer, adesivo e o compósito restaurador Z 100 (3M Co.) foi inserido através de uma matriz de aço inox (4 mm de diâmetro e 5 mm de altura) em camadas e polimerizadas durante 40 segundos. Os corpos de prova foram armazenados a 37° C e 100% de umidade relativa durante 24 horas e submetidos ao ensaio de cisalhamento em uma máquina de ensaio universal Otto Wolpert Werke a uma velocidade de 12 mm/minuto. A superfície do esmalte condicionado dos dentes restantes de cada grupo foram revestidos com ouro/paládio sob alto vácuo para observação em microscópio eletrônico de varredura. Os valores médios de resistência ao cisalhamento (MPa) foram 8,43 para o ácido fosfórico a 35%, 9,76 para o ácido fosfórico a 10% e de 6,74 para o ácido maléico. A análise de variância e o teste de Tukey mostraram que os valores médios apresentados pelo ácido fosfórico a 35% e a 10% não diferiram estatisticamente entre si ($p > 0,05$), mas foram estatisticamente diferentes ($p < 0,05$) em relação aos valores apresentados pelo ácido maleico a 10%. As fotomicrografias mostraram que o ácido fosfórico a 35% e a 10% produziram padrões semelhantes de condicionamento, enquanto que o ácido maléico a 10% produziu uma dissolução superficial do esmalte sem um padrão morfológico definido. A morfologia da superfície do esmalte condicionado com ácido maléico a 10%

é indefinida e diferente daquela observada para o ácido fosfórico a 35% e a 10% que apresenta valores de resistência à união significativamente superiores.

Em 1993, CONCEIÇÃO et al¹¹ apresentaram três soluções para condicionamento químico com a função de criar microrretenções na superfície de ligas não-preciosas dos sistemas Ni-Cr e Ni-Cr-Be, utilizadas na confecção de estruturas metálicas usadas em prótese adesiva indireta. A eficiência do ataque químico foi verificada através da análise da morfologia da superfície metálica, com o auxílio de um microscópio eletrônico de varredura e testes de resistência à tração. Os resultados indicaram que a utilização do ataque químico com a solução CG-ETCH foi um método eficaz para produção de superfícies microrretentivas nas ligas metálicas Resistal P, Durabond MS e Litecast B.

PROPOSIÇÃO

3. PROPOSIÇÃO

O sistema de fixação das próteses adesivas indiretas está baseado na capacidade de união do agente cimentante ao esmalte e à superfície metálica. A bibliografia informa que o esmalte condicionado por ácido apresenta microporosidade, proporcionando condição favorável para a penetração da resina cimentante e consequente retenção mecânica. Entretanto, já existem cimentos resinosos adesivos que propiciam união química à liga metálica.

Assim, propusemos estudar a utilização de cimentos resinosos que proporcionam união mecânica e/ou química à liga metálica de Ni-Cr, associados ou não a prévio condicionamento químico com a solução CG-ETCH, com o objetivo de verificar:

1. As microrretenções produzidas na superfície metálica; e,
2. A resistência ao cisalhamento da interface cimento resinoso - liga metálica.

MATERIAIS E MÉTODO

4. MATERIAIS E MÉTODO

4.1. MATERIAIS

Foram utilizados neste estudo uma liga metálica do sistema Ni-Cr (Resistal P, Degussa SA, São Paulo, Brasil) e três agentes de cimentação (Comspan Opaque, Dentsply, Rio de Janeiro, Brasil; Panavia Ex, Kuraray Co., Okayama, Japão e All Bond 2, Bisco, Itasca, Estados Unidos).

A solução para o condicionamento químico utilizada foi "CG-ETCH" (Yamamoto & Baakilini Ltda., Jaboticabal, São Paulo, Brasil), desenvolvida por CONCEIÇÃO¹⁰ (Patente INPI nº 39200562).

A resina composta usada para confecção dos cilindros que possibilitaram a execução dos testes de resistência ao cisalhamento foi a APH (Dentsply, Rio de Janeiro, Brasil), cor L.

4.2. MÉTODO

4.2.1. Confecção dos corpos de prova para análise microscópica

Os corpos de prova usados no exame microscópico foram obtidos por meio de padrões de cera nº 7 (Wilson, Polidental, São Paulo, Brasil) medindo 10mm de diâmetro por 2mm de altura, confeccionados em matriz plástica.

Cada padrão de cera obtido era fixado a um pino formador do conduto de alimentação com câmara de compensação, devidamente adaptado ao conformador de cadinho, conforme técnica de rotina. Em seguida, sobre o modelo de cera foi aplicado com um pincel um redutor de tensão superficial (Debubblizer, Kerr, São Paulo, Brasil). Então, o conjunto era envolto por um anel metálico para fundição, com 33mm de altura por 27mm de diâmetro, com uma fenda lateral. A espatulação do revestimento aglutinado por fosfato (Precise, Dentsply, Rio de Janeiro, Brasil) foi feita em um espatulador à vácuo (Polidental, São Paulo, Brasil) por 45 segundos, nas proporções de 100g de pó para 17ml de líquido, segundo instruções do fabricante. Logo após, o revestimento era vertido no anel, sob vibração mecânica (Sgai, São Paulo, Brasil). Após a presa, os cilindros de revestimento eram removidos dos anéis metálicos e colocados em um forno elétrico (Bravac, São Paulo, Brasil) à temperatura ambiente. Inicialmente foram aquecidos a uma temperatura de 250 °C, durante 1 hora, depois aumentando para 900 °C por mais 1 hora, permanecendo nesta temperatura por 30 minutos. Logo após para a fusão da liga Resistal P, os cilindros foram retirados do forno e colocados em uma centrífuga convencional de mola (Safrani, São Paulo, Brasil), previamente carregada com três voltas, que foi imediatamente acionada. A fonte de calor utilizada foi oxigênio/gás liquefeito de petróleo com um maçarico multi-chama (Draeger, White Martins, São Paulo, Brasil).

Após a fundição com a liga Resistal P os cilindros de revestimento foram deixados resfriar sobre a bancada de trabalho até atingir a temperatura ambiente. Depois, os corpos de prova foram retirados dos cilindros e lavados em água corrente para eliminar os vestígios de revestimento. Os condutos foram removidos com disco de Carboneto de silício (Dentorium, Estados Unidos) e a limpeza feita em ultrassom com água destilada, durante 10 minutos. O acabamento foi feito manualmente com a utilização de lixas de papel (Norton, São Paulo, Brasil) n.º 400, refrigeradas à água, com o objetivo de remover irregularidades provenientes da fundição, tornando as superfícies metálicas planas.

Em seguida, os corpos de prova foram aquecidos a 960 ° C, durante 5 minutos, em um forno (EDG FV-I, São Carlos, São Paulo, Brasil) à vácuo, para simular a queima da cerâmica. Logo após foram efetuados jateamentos com óxido de alumínio com granulometria de 50µm em um aparelho trijato (Odonto Larcon, Curitiba, Brasil) com pressão de 60 libras, por 30 segundos.

Novo procedimento de limpeza em ultrassom com água destilada foi feito durante 10 minutos.

Foram obtidos seis corpos de prova, divididos aleatoriamente em dois grupos, contendo cada grupo três amostras. As amostras do primeiro grupo foram submetidas ao condicionamento químico, com a solução "CG-ETCH". Para tanto, os corpos de prova foram imersos em 100ml da solução condicionadora contida em recipiente de vidro hermeticamente fechado

durante uma hora e mantidos aquecidos a 70 ° C em um forno para fundição (Bravac, São Paulo, Brasil). Os três corpos de prova restantes, que somente receberam jateamento com óxido de alumínio e procedimentos de limpeza, foram considerados controle.

4.2.2. Análise microscópica

A análise microscópica e a documentação topográfica da superfície metálica das amostras controle e dos corpos de prova submetidos ao ataque químico foram feitos com o auxílio de um microscópio eletrônico de varredura (Cambridge Stereoscan S4-10, Cambridge, Inglaterra).

4.2.3. Confecção dos corpos de prova para os ensaios de resistência ao cisalhamento

Os corpos de prova utilizados nos ensaios de resistência ao cisalhamento foram obtidos da mesma forma que aqueles usados para a análise microscópica, com exceção do tipo de cera usado na obtenção dos padrões e das dimensões da matriz. Nesta fase do trabalho foi utilizada a cera azul para fundição (Tipo II, Kerr, São Paulo, Brasil) que foi liquefeita sobre chama e vertida no interior de anéis plásticos, com 6mm de diâmetro por 3mm de altura.

Em seguida, os corpos de prova foram embutidos em resina acrílica ativada quimicamente (cor rosa, Clássico, São Paulo, Brasil) contida em tubo plástico. Para cada tipo de agente cimentante foram obtidos 20 fundições divididas aleatoriamente em 2 grupos, contendo cada grupo 10 amostras. As amostras embutidas em resina acrílica do primeiro grupo foram condicionadas quimicamente nas mesmas condições descritas para os corpos de prova submetidos à análise microscópica e o grupo restante não recebeu nenhum tratamento superficial após o procedimento de jateamento com óxido de alumínio com granulometria de 50 μm e limpeza, sendo considerado controle.

4.2.4. Ensaio de Resistência ao cisalhamento

Inicialmente foi colocado sobre a superfície metálica externa embutida em resina acrílica uma fita vermelha adesiva (Contact, 3M, Sumaré, São Paulo, Brasil) que continha na porção central, um orifício de 4mm de diâmetro, com o objetivo de determinar a área da futura união resina-metal (Fig. 1). A seguir, o cilindro de resina era posicionado em um suporte metálico sextavado externamente, com um diâmetro interno de 20,5mm, segundo metodologia de DE GÓES et al¹⁵. A inserção do cilindro foi feita até que a superfície contendo o metal embutido ficasse paralela à borda superior do suporte metálico, quando era fixado por meio de um

parafuso lateral. Este conjunto era fixado a uma haste metálica presa à bancada de trabalho.

Em seguida, uma matriz circular metálica bipartida foi posicionada e fixada por meio de um parafuso lateral a um outro suporte metálico também sextavado externamente. Esse conjunto era posicionado sobre o dispositivo que continha o cilindro de resina acrílica e fixado por meio de dois parafusos superiores. No centro da matriz circular havia uma perfuração de 4mm de diâmetro por 5mm de altura, que coincidia com a área exposta da superfície metálica embutida na resina (Fig. 2).

Logo após, os agentes de cimentação foram manipulados conforme as instruções dos fabricantes e aplicados sobre a superfície metálica exposta, da seguinte forma:

Cimento resinoso Comspan Opaque

Duas gotas, sendo uma base e outra catalisadora, do agente de união Ficom foram dispensadas em casulos plásticos e aglutinadas por dez segundos com o auxílio de um pincel fornecido pelo fabricante. Em seguida, o agente de união foi aplicado com pincel na superfície metálica, seguido pela aplicação de uma camada de resina Comspan Opaque manipulada com porções iguais de base e catalisador sobre bloco de papel impermeável, por vinte segundos. Posteriormente, três porções da resina composta APH, cada uma com aproximadamente 1,5mm de espessura, foram inseridas e adaptadas no orifício da matriz circular metálica. Cada porção foi

polimerizada por 40 segundos com um aparelho fotopolimerizador (Visilux 2, 3M, Mineapolis, Estados Unidos) posicionado próximo da matriz metálica. A seguir, eram removidos os parafusos que uniam a matriz metálica ao suporte metálico, permitindo a remoção da matriz metálica bipartida e conseqüentemente do corpo de prova (Fig. 3).

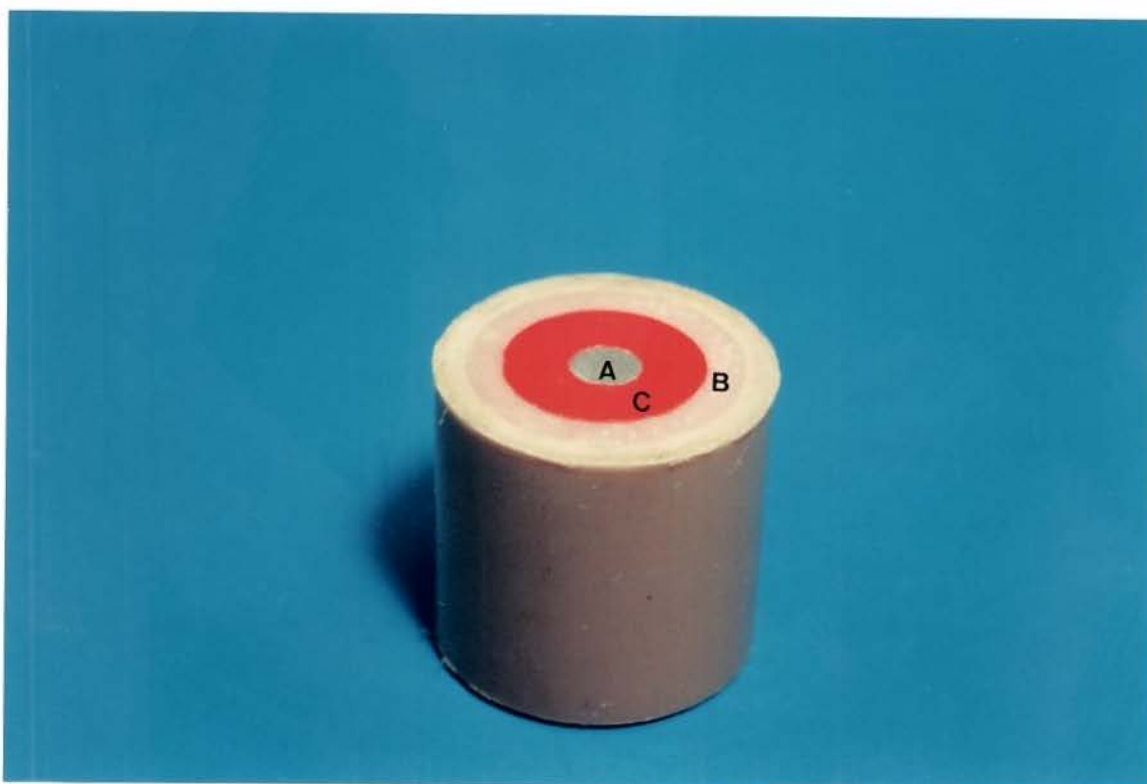


FIGURA 1 - Delimitação da área de união resina-metal: Amostra metálica (A), cilindro de resina acrílica (B) e fita adesiva (C)



FIGURA 2 - Posicionamento da matriz circular bipartida: Matriz circular metálica bipartida (A), parafuso lateral (B), suporte metálico sextavado (C), parafusos superiores (D), perfuração (E) e haste metálica (F).



FIGURA 3 - Remoção dos componentes do suporte metálico sextavado, da matriz metálica bipartida e do corpo de prova: Suporte metálico sextavado (A), parafuso lateral (B), matriz circular metálica bipartida (C), parafusos superiores (D), corpo de prova (F) com cilindro de resina composta (E).

Cimento adesivo Panavia Ex

Uma porção de pó e uma gota de líquido do cimento adesivo Panavia EX foram dispensadas sobre um bloco de papel impermeável na proporção, recomendada pelo fabricante. A seguir, o cimento era aplicado sobre a superfície metálica e recoberto com o agente Oxyguard que permite a polimerização do cimento em ausência de oxigênio. Decorridos seis minutos, o Oxyguard foi removido com jatos de água e a superfície seca com jatos de ar. Logo após foi confeccionado o cilindro de resina composta APH do mesmo modo que o descrito com o intermediário Comspan Opaque.

Sistema adesivo All Bond 2

O sistema adesivo All Bond 2 foi proporcionado misturando por cinco segundos uma gota do primer A com uma gota do primer B num casulo plástico. A mistura foi colocada com um pincel fornecido pelo fabricante sobre a superfície metálica e seca com jatos de ar. Em seguida, porções iguais de base e catalisador do cimento adesivo "Dual Cure Opaquer" foram proporcionadas em um casulo plástico e manipuladas por dez segundos. A seguir, a mistura foi aplicada sobre a camada de All Bond 2 colocada sobre a superfície metálica. A resina composta APH foi condensada e fotopolimerizada sobre o intermediário de modo semelhante ao utilizado nos grupos anteriores.

Logo após a confecção, os corpos de prova foram armazenados em estufa (Heraeus, Hannau, Alemanha) a 37 ° C com umidade relativa de 100% por 24 horas. Decorrido este período, os corpos de prova foram ensaiados em uma máquina de ensaio universal (Otto Wolpert Werke, Ludwigshafen, Alemanha) a uma velocidade de 13mm/minuto. Para tanto, os corpos de prova foram alojados horizontalmente em um suporte metálico com 20,5 mm de diâmetro interno e 20 mm de altura fixada ao mordente superior da máquina de ensaio universal. No mordente inferior foram fixadas as extremidades de uma tira de aço inoxidável com 5 mm de largura e 10 mm de comprimento formando uma alça que envolveu o cilindro formado em compósito e aderido à superfície metálica para fazer o esforço de tração. (Fig. 4). A resistência de união ao cisalhamento foi calculada pela seguinte fórmula:

$$R_c = \frac{F}{A}$$

onde: R_c é a resistência ao cisalhamento;

F é a força aplicada;

A a área de união cimento-liga metálica.

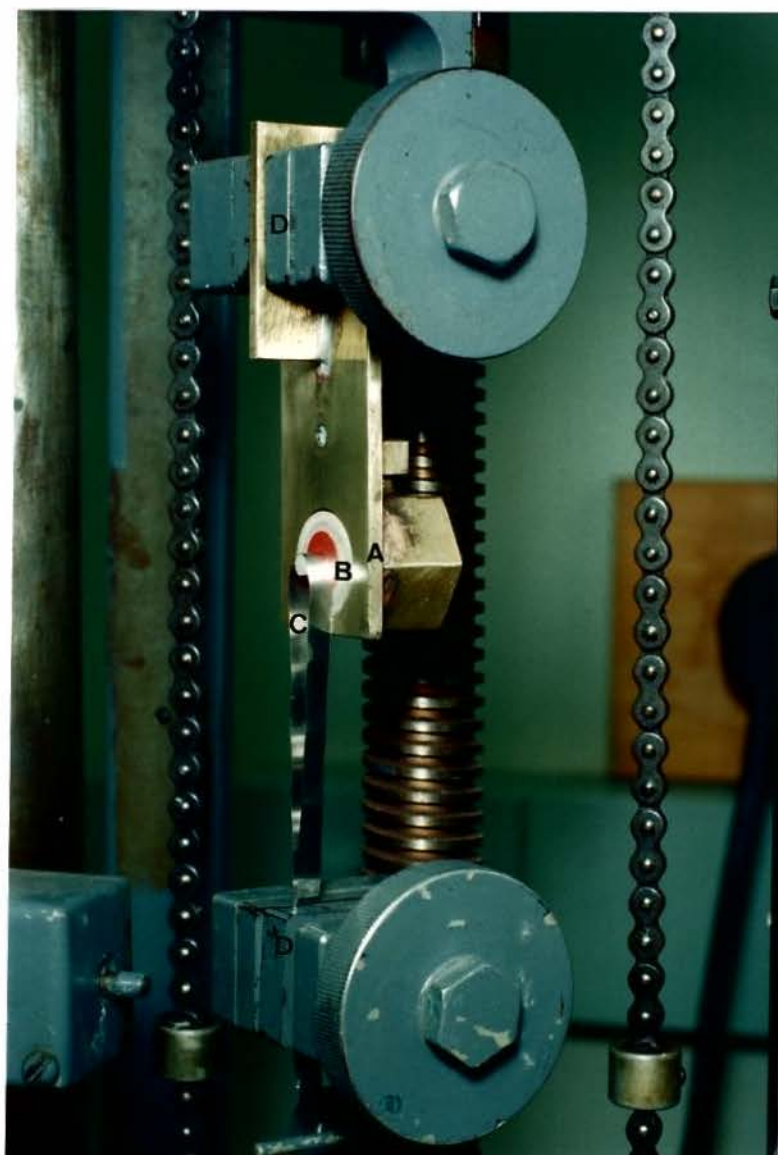


FIGURA 4 - Corpo de prova posicionado para o ensaio de cisalhamento:
Suporte metálico (A), corpo de prova (B), matriz metálica (C)
e mordente da máquina de ensaio universal (D).

RESULTADOS

5. RESULTADOS

5.1. Análise por microscopia eletrônica de varredura

As fotomicrografias obtidas com o microscópio eletrônico de varredura com aumento de 1000x estão relacionadas nas figuras 5 e 6.

Na figura 5 observamos a estrutura superficial do grupo controle, liga Resistal P não condicionada, contendo irregularidades, formando relevos sem padrão definido tanto em profundidade como em extensão.



FIGURA 5 - Fotomicrografia eletrônica de varredura da liga Resistal P sem condicionamento químico (grupo controle) (x 1000).

Na figura 6 observamos o aspecto superficial do grupo experimental, Liga Resistal P condicionada com a solução "CG-ETCH", mostrando irregularidades com relevos definidos, com aspecto alveolar uniforme, que pode ser tanto em profundidade como em extensão.



FIGURA 6 - Fotomicrografia eletrônica de varredura da liga Resistal P, condicionada com a solução "CG-ETCH" (x 1000).

5.2. Ensaio de Resistência ao Cisalhamento

Os resultados obtidos nos ensaios de resistência ao cisalhamento da união do agente cimentante à liga Resistal P nos diferentes grupos experimentais e controle estão dispostos no apêndice (Tabelas II, III e IV). As médias desses valores estão dispostas na Tabela I. Esses resultados foram submetidos à análise estatística e estão apresentados na Tabela V e ilustrados nas Figuras 7,8 e 9.

TABELA I - Médias da resistência ao cisalhamento da união agente cimentante-liga Resistal P nas diferentes condições ensaiadas (Kg/cm²).

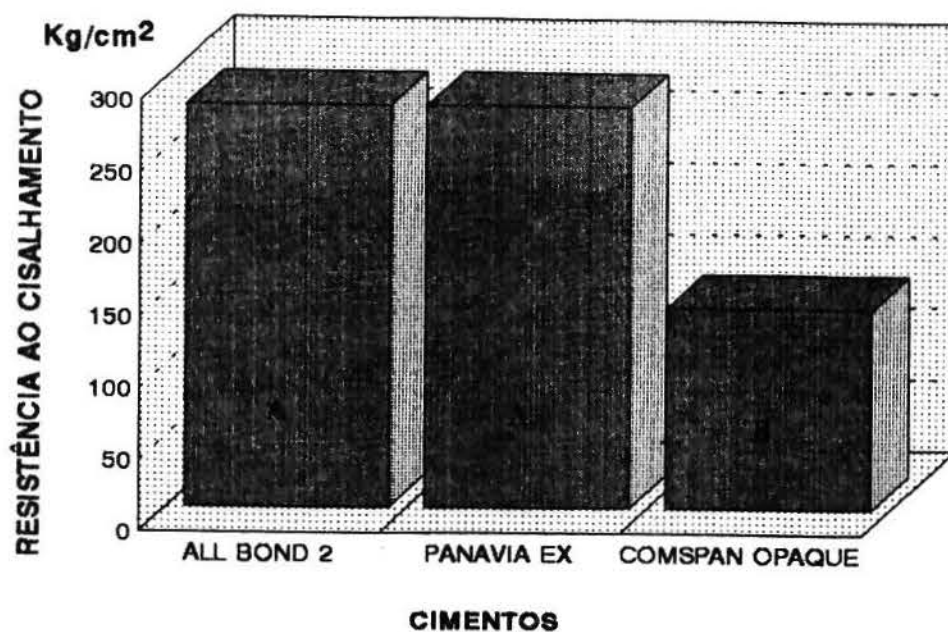
TRATAMENTO	AGENTES DE CIMENTAÇÃO		
	Comspan Opaque	Panavia Ex	All Bond 2
controle	34,36	220,36	210,16
CG-ETCH	193,82	287,99	300,99

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância com esquema fatorial: fator cimento, fator condicionamento químico e a interação cimento x condicionamento químico. A tabela V disposta no apêndice apresenta a existência de significância estatística para os três fatores analisados.

Para a comparação de médias dos três cimentos utilizados com a liga Resistal P foi aplicado o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade ilustrado na Figura 7.

O teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para as médias obtidas com a liga Resistal P com ou sem condicionamento químico é ilustrado na Figura 8.

Para comparação de médias dos três cimentos utilizados com a liga Resistal P, com ou sem condicionamento químico, foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ilustrado na Figura 9.



Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

FIGURA 7 - Gráfico representativo do teste de Tukey para as médias de resistência ao cisalhamento obtidas com a liga Resistal P com os agentes de cimentação All Bond 2, Panavia Ex e Comspan Opaque.

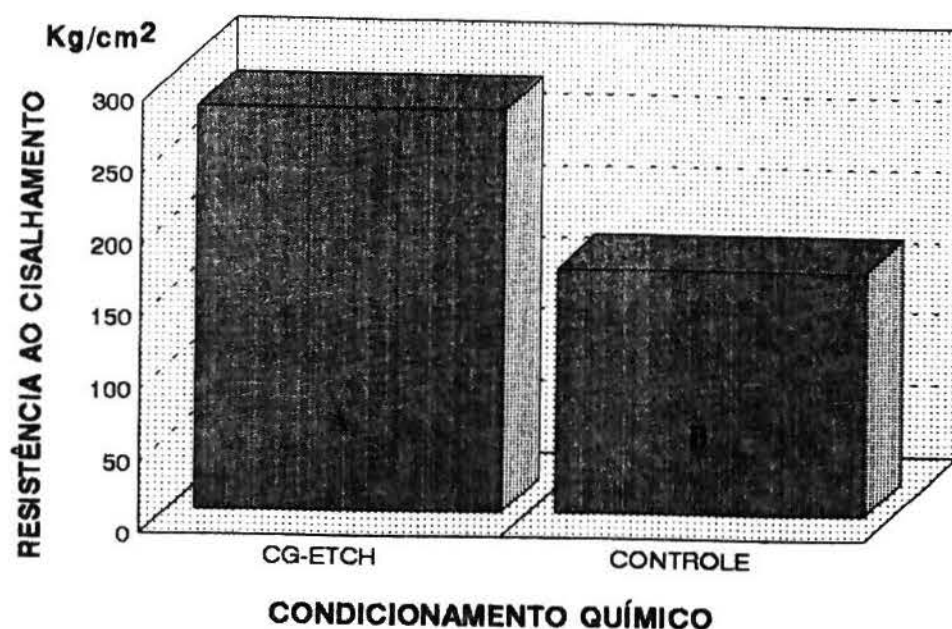
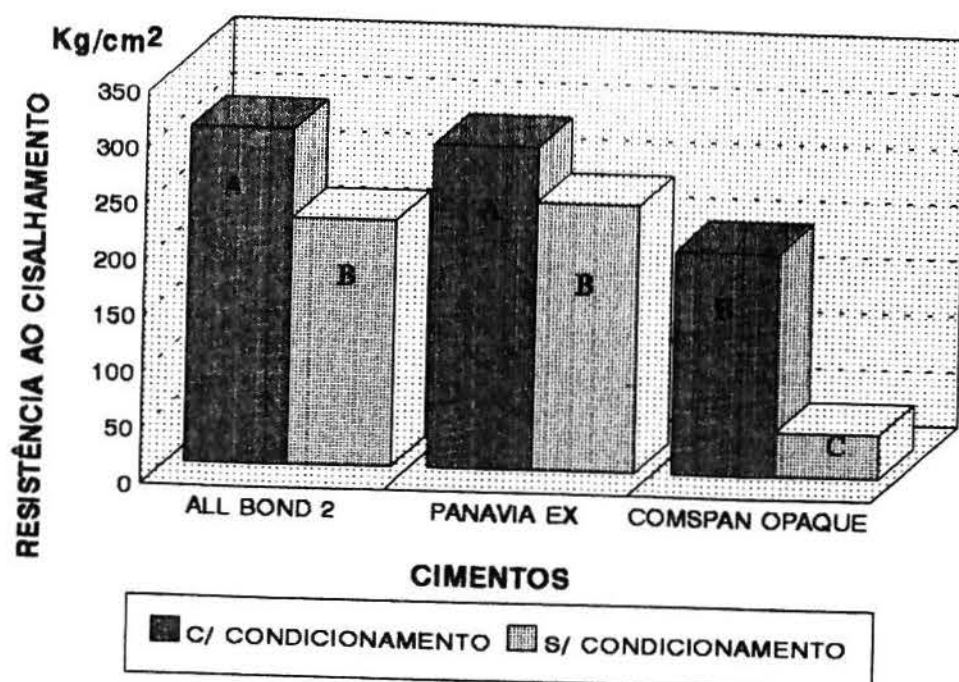


FIGURA 8 - Gráfico representativo do Teste de Tukey para as médias de resistência ao cisalhamento obtidas com a liga Resistal P nos grupos Controle e condicionado com a solução CG-ETCH.



As médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey, ao nível 5% de probabilidade.

FIGURA 9 - Gráfico representativo do Teste de Tukey para as médias de resistência ao cisalhamento com a liga Resistal P, com ou sem condicionamento químico para os três agentes de cimentação utilizados.

DISCUSSÃO

6. DISCUSSÃO

A utilização da prótese adesiva indireta como um procedimento alternativo para reposição de elementos dentários ausentes é atualmente uma realidade. Segundo SAUNDERS⁴⁷, em algumas situações clínicas, o requisito de remover grande área de tecido dentário para propiciar retenção e estabilidade para a prótese parcial fixa convencional deve ser contraindicado, porque a indicação da prótese adesiva indireta permite a realização de desgaste dos dentes suportes apenas a nível de esmalte.

Além disso, a elevada porcentagem de sucesso demonstrada nos estudos clínicos feitos por CREUGERS et al.¹³, THOMPSON & WOOD⁵⁶, WILLIAMS et al.⁵⁹, CLYDE & BOYD⁹, FERRARI et al.²¹ e HUSSEY et al.²⁸ e a vantagem de um custo inferior às próteses convencionais conforme salientaram HOWE & DENEHY²⁷ e BARATIERI et al.⁴, viabilizaram a utilização das próteses adesivas indiretas.

Entretanto, no entender de FERRARI et al.¹⁹, a interface resina composta-liga metálica é o ponto frágil da união no sistema de retenção para prótese adesiva indireta. Portanto, seria interessante conseguirmos estabelecer a função dos diferentes métodos de condicionamento da superfície metálica e o comportamento dos diversos agentes de cimentação disponíveis no mercado, sobre a capacidade retentiva das próteses adesivas indiretas.

Atualmente, autores como LA BARRE & WARD³⁶ enfatizaram que o objetivo seria conseguir por meio de simples procedimentos de laboratório, a obtenção de uma superfície metálica microrretentiva, visto que as superfícies metálicas com macrorretenções geram um sobrecontorno da peça protética. Para MOON & KNAP⁴¹, SLOAN et al.⁵², AL-SHAMMERY¹, FLOOD et al.²², HILL & ZIDAN²⁶, HALVERSON & HAMILTON²⁵, ISHIKIRIAMA et al.²⁹ e BRADY et al.⁸ o ataque eletrolítico, apesar de ser um procedimento técnico para promover superfície microrretentiva, apresenta uma série de desvantagens. Dentre elas, a limitação da técnica para algumas ligas metálicas; a influência do laboratório sobre a qualidade dos retentores atacados eletroliticamente; o efeito de diferentes tempos de ataque eletrolítico sobre a resistência da união resina-metal e a morfologia das superfícies metálicas condicionadas; a influência do erro na determinação da área a ser condicionada sobre a resistência da união resina-metal; e, a necessidade de procedimentos laboratoriais complexos e críticos.

Em função disto, diversos autores, como LIVADITIS³⁹, PRESA et al.⁴⁴, KRUEGER et al.³⁴, KUYINI et al.³⁵, ISIDOR et al.³⁰, JORDAN et al.³¹, LOVE & BREITMAN⁴⁰, RE et al.⁴⁵ e CONCEIÇÃO et al.¹¹ estudaram os condicionadores químicos para promover microrretenções na superfície das estruturas metálicas das próteses adesivas. Esses autores concluíram que os produtos ensaiados simplificaram a técnica e exibiram similaridade na

alteração da morfologia superficial das ligas metálicas, apresentando capacidade retentiva comparativa à técnica do ataque eletrolítico.

Segundo DOUKOUDAKIS et al.¹⁶ o uso de condicionadores químicos possibilitou, além de eliminar algumas desvantagens presentes na técnica do ataque eletrolítico, a obtenção de superfícies metálicas microrretentivas dispensando a necessidade de equipamentos especiais, redução do número de sessões clínicas, podendo ser realizado pelo técnico de laboratório ou pelo próprio dentista.

No presente estudo, os resultados do condicionamento químico na superfície da liga metálica Resisal P, através da solução "CG-ETCH", evidenciou a presença de um aspecto morfológico alveolar retentivo e uniforme (Figura 6). Essa diferença na morfologia da liga Resisal P após o condicionamento químico foi comprovada pelos valores superiores numericamente e estatisticamente diferentes de resistência ao cisalhamento, independentemente do agente utilizado para fixação (Tabela I e Figura 9). Por outro lado, comportamento inverso foi encontrado para os valores de resistência ao cisalhamento quando a liga Resisal P não sofreu nenhum condicionamento após a fundição; portanto apresentando uma superfície menos microrretentiva (Figura 5).

Sem dúvida, ficou demonstrado pelos nossos resultados a estreita relação entre as avaliações qualitativa e a quantitativa a respeito da

eficiência da ação do condicionamento químico com a solução "CG-ETCH" na superfície metálica da liga Resistal P.

Entretanto, seria também importante salientar, a alta reprodutibilidade morfológica do padrão microrretentivo obtido após o condicionamento químico (Figura 6) e o baixo coeficiente de variação (Tabela V), verificado nos dados dos grupos que tiveram a superfície metálica da liga Resistal P condicionada, quanto à resistência ao cisalhamento com os três agentes de cimentação usados. Do ponto de vista clínico, essas condições obtidas em nosso estudo, aliadas ao fato de ser a técnica de condicionamento químico com a solução "CG-ETCH" um procedimento simples e de baixo custo, permitiriam colocar este método de condicionamento como mais uma alternativa para confecção de microrretenções na superfície da liga Resistal P. Como foi verificado neste estudo uma correlação direta entre as análises qualitativas e quantitativas do padrão de condicionamento da superfície metálica da liga de Ni-Cr, podemos esperar comportamento similar com relação às ligas dos outros sistemas, utilizadas em próteses adesivas. Além disso, CONCEIÇÃO et al.¹² também verificaram que este condicionador químico também apresentou eficiência semelhante na alteração da morfologia superficial de ligas metálicas dos sistemas Ni-Cr, Ni-Cr-Be, Cr-Co e Cu-Al. Isso aumentaria ainda mais a amplitude de utilização clínica deste sistema para condicionamento químico.

Por outro lado, a morfologia superficial da liga metálica obtida por AQUILINO et al.³ com três produtos para condicionamento químico ("ETCH-IT", American Dental Supply, Easton, Estados Unidos; "MET-ETCH", Gresco Prod.Inc., Stafford, Estados Unidos, e "QUICK-ETCH", Horizon Products, Tynley, Estados Unidos) apresentou grandes áreas de metal sem um padrão significativo de microrretentividade e valores de resistência de união inferiores numericamente e estatisticamente diferentes ao obtido pelo ataque eletrolítico. Apesar das formulações destes produtos não serem conhecidas, mesmo que supostamente sejam semelhantes à da solução "CG-ETCH" utilizada neste estudo, o fator aquecimento durante o condicionamento químico já os diferenciariam. Esse aquecimento talvez possa explicar a maior eficiência da solução "CG-ETCH", onde o calor ativaria a reação química. Outro fato que também pode ter influenciado é que este produto apresenta-se na forma de solução, enquanto que "ETCH-IT", "MET-ETCH" e "QUICK-ETCH" são géis. Possivelmente, a ocorrência de um menor ângulo de contato da solução "CG-ETCH" com a superfície metálica possibilitaria maior eficiência do condicionamento químico comparativamente aos géis condicionadores.

Para reforçar esta hipótese, LIVADITIS³⁹ utilizando a solução química "ASSURE-ETCH" (Williams Co., Buffalo, Estados Unidos) aquecida durante o condicionamento químico, verificou uma resistência de união similar a obtida com o ataque eletrolítico. Além disso, KRUEGER et al.³⁴

testando o gel "ETCH-IT" em diferentes condições, observaram que seu aquecimento propiciou maiores valores de resistência à tração do que quando o gel foi utilizado à temperatura ambiente.

Outro fator com importante significado clínico na técnica de fixação de próteses adesivas indiretas é a seleção do agente de cimentação. Quando analisamos o comportamento dos três agentes utilizados, independente do condicionamento químico, observamos que os sistemas adesivos "PANAVIA EX" e "ALL BOND 2" apresentaram valores estatisticamente maiores de resistência ao cisalhamento do que o cimento "COMSPAN OPAQUE". Esta observação coincide com as de FLOOD et al.²² e WATANABE et al.⁵⁸ e pode ser explicada pelo fato de que o cimento Panavia Ex apresenta uma porção hidrofóbica do monômero funcional (éster metacriloxietilfenil fosfato) na sua composição, o que permitiria a ocorrência de união química à óxidos metálicos. Por sua vez, o sistema adesivo All Bond 2 apresenta uma mistura de primer A (6% de N-tolyglicina glicidil metacrilato diluídos em acetona) e primer B (4% de Bifenil dimetacrilato diluídos em acetona) e, posterior colocação da resina de união Dual Cure Opaquer.

A presença do primer menos viscoso fazendo parte da composição do sistema adesivo All Bond 2 também pode ser a justificativa pela maior diferença numérica de resistência ao cisalhamento verificada quando da

utilização deste sistema adesivo com prévio condicionamento químico comparativamente ao cimento Panavia Ex na mesma condição.

Como o cimento Comspan Opaque é uma resina de micropartículas do sistema BIS-GMA e não apresenta qualquer possibilidade de união química à liga metálica, segundo VEEN et al.⁵⁷ sua utilização para cimentação de próteses fixas adesivas indiretas está estritamente indicada quando a superfície metálica apresenta alguma forma de retenção mecânica. Este fato foi comprovado em nosso estudo na superfície metálica quando os valores de resistência ao cisalhamento foram extremamente baixos, sem condicionamento. Entretanto, quando foi realizado o condicionamento químico, os valores de união aumentaram significativamente, fato que pode ser explicado em função da boa capacidade de penetração deste cimento nas porosidades da superfície da liga metálica provocadas pelo condicionamento químico, com o que também concorda FERRARI et al.²⁰

Os nossos resultados sugerem que os agentes de cimentação penetraram nas irregularidades da superfície metálica condicionada pela solução química, o que explicaria os valores estatisticamente diferentes de resistência ao cisalhamento para todos os agentes de cimentação utilizados neste estudo, quando comparados aos seus respectivos grupos controle.

Se levarmos em consideração a simplificação da técnica, a capacidade de reprodutibilidade, a uniformidade do padrão de condicionamento e ainda a estreita relação destes fatores com os valores de

resistência ao cisalhamento verificados em nosso estudo, independentemente do agente de fixação empregado, nos parece viável indicar a utilização da solução "CG-ETCH" como um agente eficaz para promover microrretenções na superfície da liga Resistal P, e ainda indicá-la conjuntamente com qualquer um dos três agentes de cimentação utilizados neste estudo para fixação de próteses fixas adesivas indiretas.

CONCLUSÃO

7. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos e analisados em nosso estudo, julgamos válido concluir que:

1. O condicionamento químico com a solução "CG-ETCH" alterou a morfologia da superfície da liga Resital P, propiciando microrretenções de aspecto alveolar uniforme.
2. A liga Resital P condicionada com a solução "CG-ETCH" apresentou valores numericamente maiores e estatisticamente diferentes ($p < 0,05$) de resistência ao cisalhamento, independentemente do tipo de agente de cimentação utilizado para fixação, quando comparado com os respectivos grupos controle.
3. Independentemente do tratamento superficial da liga metálica, os agentes de cimentação Panavia Ex e All Bond 2 apresentaram os maiores valores de resistência ao cisalhamento, sendo estatisticamente diferentes ($p < 0,05$) do cimento Comspan Opaque.

RESUMO

8. RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o condicionamento químico sobre a resistência ao cisalhamento da interface cimento resinoso - liga metálica.

Foram confeccionados 6 amostras metálicas medindo 10 mm de diâmetro por 2 mm de altura com a liga Resistal P. Após acabamento e limpeza das peças metálicas, foi realizado aquecimento a 960 ° C durante 5 minutos em um forno à vácuo. Logo após, foram efetuados jateamentos com óxido de alumínio e novo procedimento de limpeza em ultrasom com água destilada por 10 minutos.

Três amostras foram consideradas controle e as demais foram submetidas ao condicionamento químico com a solução "CG-ETCH" em 100 ml da solução condicionadora durante uma hora e mantidos armazenados a 70 ° C. A análise e a documentação topográfica foram realizadas com um microscópio eletrônico de varredura.

Para realização dos ensaios de resistência ao cisalhamento 20 amostras metálicas medindo 6 mm de diâmetro por 3 mm de altura foram obtidas para cada um dos três agentes de cimentação: Comspan Opaque, Panavia Ex e All Bond 2. Destas, 10 amostras foram condicionadas quimicamente com a solução "CG-ETCH" e as demais foram consideradas controle.

Uma área de 4 mm de diâmetro por 5 mm de altura era deixada exposta para inserção dos agentes de cimentação manipulados conforme instruções dos fabricantes. A seguir, três porções de resina composta APH eram inseridos e adaptados nesta região e fotopolimerizados por 40 segundos cada uma. Logo após a confecção, os corpos de prova foram armazenados em estufa a 37 ° C com umidade relativa de 100% por 24 horas e então, ensaiados em uma máquina de ensaio universal a uma velocidade de 13 mm/minuto.

Com base nos resultados verificamos que: a) o condicionamento químico com a solução "CG-ETCH" alterou a morfologia da superfície da liga Resital P, propiciando microrretenções de aspecto alveolar uniforme; b) a liga Resital P condicionada com a solução "CG-ETCH" apresentou valores numericamente maiores e estatisticamente diferentes ($p < 0,05$) de resistência ao cisalhamento, independentemente do tipo de agente de cimentação utilizado para fixação, quando comparado com os respectivos grupos controle; e c) independentemente do tratamento superficial da liga metálica, os agentes de cimentação Paanavia Ex e All Bond 2 apresentaram os maiores valores de resistência ao cisalhamento, sendo estatisticamente diferentes do cimento Comspan Opaque.

SUMMARY

9. SUMMARY

The purpose of this study was to evaluate chemical etching on shear bond strength of the resin luting-agent/metal interface.

Six specimens measuring 2 mm in height and 10 mm in diameter were cast with Resistal P alloy. After cleaned and polished procedures the alloy specimens were fired to 960 °C for five minutes, and polished by air-abrasion with alumina particles. Then, they were cleaned with water in a ultrasonic system for ten minutes and dried.

Three diskform specimens were considered control and the others were positioned separately in bottles with 100 ml of "CG-ETCH" etchant and heated to 70 °C for 60 minutes. The examination and photographic documentation were made with a scanning electron microscope.

For shear bond strength tests 20 diskform specimens measuring 3 mm in height and 6 mm in diameter were cast for each resin luting agent used in this study: Comspan Opaque, Panavia Ex and All Bond 2. Ten specimens were chemically etching with "CG-ETCH" etchant and the others were considered control groups.

A metallic matrix and perforated adhesive tape were used to bond composite to metal. The metallic matrix was 4 mm in diameter and 5 mm in height was positioned on the alloy surface. Then, the resin luting-agents

were applied on the alloys surface according to the manufacturer's instructions and APH was loaded and lighth cured for 40 seconds in three increments.

All the bonded specimens were stored in 100% humidity at 37 °C for 24 hours. The shear bond tests were made with Universal Testing Machine at a cross-head speed of 13 mm/minute.

The analysis of the results indicated that: a) the chemical etching with "CG-ETCH" etchant on the Resisal P alloy surface produced suitable and uniform microretention; b) High shear bond strengths were obtained with chemical etching by "CG-ETCH" etchant in all test groups, being statistically significant different ($p < 0.05$) when compared to the control groups and c) the shear bond strengths obtained with Panavia Ex and All Bond 2 resin luting agents were not statistically different, but were statistically significant ($p < 0.05$) when compared with Comspan Opaque.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS¹

1. AL-SHAMMERY, A. Bonding etched metal to enamel: effect of different luting resins and etching time. J. Dent. Res., Chicago, v.64, special issue, p.315, Mar., 1985.
2. ATTA, O., SMITH, B., BROWN, D. Bond strengths of three chemical adhesive cements adhered to a nickel-chromium alloy for direct bonded retainers. J. prosth. Dent., St. Louis, v.63, n.2, p.137-143, Feb., 1990.
3. AQUILINO, S. A., DIAZ, A. M., KRUEGER, G. E. Tensile bond strenghts of an electrolytically and chemically etched base metal. Int. J. prosthodont., Illinois, v.3, n. 2, p.93-97, Feb.,1990.
4. BARATIERI, L.N., MONDELLI, J., SOUZA JR., M. et al. Prótese fixa adesiva indireta. RGO, Porto Alegre, v.33, n.2, 156-166, abr./jun, 1985.
5. BARKMEIER, W., SUH, B., COOLEY, R. Shear bond strength to dentin and Ni-Cr-Be alloy with the all-bond universal adhesive system. J. Esthet. Dent., Ontario, v.3, n.4, p.148-153, July/Aug.,1991.

¹ De acordo com a NBR 6023 de Ago./1989, da Associação Brasileira de Normas Técnicas. Abreviaturas de Periódicos "World Medical Periodicals".

6. BOWEN, R.L. Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. J. Am. Dent. Ass., Chicago, v.66, n.1, p.57-64, Jan., 1963.
7. BUONOCORE, M.G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. J. Dent. Res., Chicago, v.34, n.6, p.849-853, June, 1955.
8. BRADY, T., DOUKOUDAKIS, A., RASMUSSEN, S. Experimental comparison between perforated and etched-metal resin-bonded retainers. J. prosth. Dent., St. Louis, v.54, n.3, p.361-366, Sep., 1985.
9. CLYDE, J. S., BOYD, T. The etched cast metal resin-bonded (maryland) bridge: a clinical review. J. Dent., Surrey, v.16, n.1, p.22-26, Feb., 1988.
10. CONCEIÇÃO, E.N. Ataque químico para promover microrretenção na superfície de ligas metálicas dos sistemas Ni-Cr e Ni-Cr-Be. Piracicaba, Curso de Pós-Graduação em Materiais Dentários, 1991. 76f. Diss. Mest. Materiais Dentários.
11. CONCEIÇÃO E.N., DE GOÉS, M.F., CONSANI, S. Chemical etching solutions for creating micromechanical retention in resin-bonded retainers. (em publicação)

12. CONCEIÇÃO, E.N., PACHECO, J.F., DE GÓES, M. F. Análise morfológica da superfície de ligas metálicas dos sistemas Ni-Cr, Ni-Cr-Be, Cr-Co e Cu-Al. (em publicação)
13. CREUGERS, N. H. J., HOF, M. A., VRIJHOEF, M. M.A. A clinical comparison of tree types of resin-retained cast metal prostheses. J. prosth. Dent., St. Louis, v.56, n.3, p.297-300, Sept., 1986.
14. CREUGERS, N.H.F., SNOEK, P.A., VAN'T, M.A. et al. Clinical performance of resin-bonded bridges: a 5-year prospective study: I. Design of the study and influence of experimental variables. J. Oral Rehabil., Oxford,v.16,n.6,p.427-436,June,1989.
15. DE GÓES, M.F., SINHORETI, M.A.C., CONSANI, S. Qualificação do condicionamento promovido pelos ácidos fosfórico e maleico na superfície de esmalte dental. (em publicação)
16. DOUKOUDAKIS, A., COHEN, B., TSOUTSOS, A. A new chemical method for etching metal frameworks of the acid-etched prostheses. J. prosth. Dent., St. Louis, v.58, n.4, p.421-423, Oct,1987.

17. EL-SHERIF, M.H., SHILLINGBURG JR, H.T., DUNCANSON JR., M.G. Comparison of the bond strength of resin-bonded retainers using two metal etching techniques. Quintess. int., Berlim, v.20, n.6, p.385-389, June, 1989.
18. FERRARI, M., CAGIDIACO, M. C., BRESCHI, R. Microscopic examination of resin bond to enamel and retainer with a phosphate monomer resin. J. prosth. Dent., St. Louis, v.57, n.3, p.298-301, Mar., 1987.
19. _____ , _____ , _____ . Evaluation of resin-Bonded retainers with the scanning electron microscope. J. Prosth. Dent., St. Louis, V.59, n.2, p.160-165, Feb., 1988.
20. _____ , _____ , BORRACCHINI, A. et al. Evaluation of a chemical etching solution for nickel-chromium-beryllium and chromium cobalt alloys. J. prosth. Dent., St. Louis, v.62, n.5, p.516-521, Nov., 1989.
21. _____ , MASON, P. N., CAGIDIACO, D. et al. Clinical evaluation of resin bonded retainers. Int. J. Periodont. Rest. Dent., Chicago, v.9, n.10, p.207-219, Oct., 1989.

22. FLOOD, A. M., BROCKHUST, P., HARCOURT, J.K. The etched metal/composite resin interface. Aust. Dent. J., St. Leonards, v.34, n.4, p.330-339, Aug., 1989.
23. _____, _____, _____. The bond strengths of various adhesives used for maryland bridges. Austr. Dent. J., St. Leonards, v.34, n.5, p.449-453, Oct., 1989.
24. HALLONSTEN, A., KOCH, G., LUDVIGSSON, N. et al. Acid-etch technique in temporary bridgework using composite pontics in the juvenile dentition. Swed. Dent. J., Jonkoping, v.3, n.6, p.213-219, June, 1979.
25. HALVERSON, B., HAMILTON, P. Area measurements for electrochemical etching of resin bonded bridges. J. dent. Res., Chicago, v.65, special issue, p.257, Mar., 1986.
26. HILL, G., ZIDAN, O. Bond strength of etched metals: effects of errors in surface area estimation. J. dent. Res., Chicago, v.64, special issue, p.315, Mar., 1985.
27. HOWE, D.F., DENEHY, G.E. Anterior fixed partial dentures utilizing the acid-etch technique and a cast metal framework. J. prosth. Dent., St. Louis, v.37, n.1, p.28-31, Jan., 1977.

28. HUSSEY, D.L., PAGNI, C., LINDEN, G.J. Performance of 400 adhesive bridges fitted in a restorative dentistry departament. J. Dent., Surrey, v.19, n.4, p.221-225, Aug., 1991.
29. ISHIKIRIAMA, A., MONDELLI, J., FRANCISCHONE, C. E. et al. Ataque eletrolítico em próteses fixas adesivas indiretas. Rev. paul. Odont., São Paulo, v.2, n.2 , p.2-35, mar.-abr., 1984.
30. ISIDOR, F., HASSNA, N.M., JOSEPHSEN, K. et al. Tensile bond strength of resin-bonded non-precious alloys with chemically and mechanically roughened surfaces. Dent. Mater., Washington, v.7, n.4, p.225-229, Oct., 1991.
31. JORDAN, R.D., AQUILINO, S.A., LEARY, J.M. et al. Tensile bond strengths of base metals etched electrolytically vs. chemically. J. dent. Res., Chicago, v.66, special issue, p.199, Mar., 1987.
32. _____, MADISON, S., SVARE, C.W. Chemical etching of acid etched retainers. J. dent. Res., Chicago, V.65, special issue, p.313, Mar., 1986.

33. KOHLI, S., LEVINE, W.A., GRISIUS, R.J. et al. The effect of three different surface treatments on the tensile strength of the resin bond to nickel-chromium-beryllium alloy. J. prosth. Dent., St. Louis, v.63, n.1, p.4-8, Jan., 1990.
34. KRUEGER, G. E., ARNOLD, A. M., AQUILINO, S. A. et al. A comparison of electrolytic and chemical etch systems on the resin-to-metal tensile bond strength. J. prosth. Dent., St. Louis, v.64, n.5, p.610-617, Nov., 1990.
35. KUYINY, E., _____, _____, et al. An in vitro study of the tensile strength of the resin bond between chemically etched non-noble alloy and enamel. J. prosth. Dent., St. Louis, v.63, n.3, p.292-295, Mar., 1990.
36. LA BARRE, E. E., WARD, H. E. An alternative resin-bonded restoration. J. prosth. Dent., St Louis, v.52, n.2, p.247-248, Aug., 1984.
37. LIN, T., CHANG, H., CHUNG, K. Interfacial strengths of various alloy surface treatments for resin-bonded fixed partial dentures. J. prosth. Dent., St. Louis, v.64, n.2, p.158-162, Aug., 1990.

38. LIVADITIS, G.J., THOMPSON, V.P. Etched castings: an improved retentive mechanism for resin-bonded retainers. J. prosth. Dent., St. Louis, v.47, n.1, p.52-58, Jan., 1982.
39. _____. A chemical etching system for creating micromechanical retention in resin-bonded retainers. J. prosth. Dent., St. Louis, v.56, n.2, p.181-188, Aug., 1986.
40. LOVE, L.D. BREITMAN, J.B. Resin retention by immersion etched alloy. J. Prosteh. Dent., St. Louis, v.53, n.5, p.623-624, May, 1985.
41. MOON, P.C., KNAP, F.J. Acid-etched bridge bond strength utilizing a new retention method. J. dent. Res., Chicago, v.62, special issue, p.682, Aug., 1983.
42. NATHANSON, D., MOIN, K. Metal-reinforced anterior tooth replacement using acid-etch-composite resin technique. J. prosth. Dent., St. Louis, v.43, n.4, p.408-412, Apr., 1980.
43. OMURA, I., YAMAUCHI, J., HARADA, I. et al. Adhesive and mechanical properties of a new dental adhesive. J. dent. Res., Chicago, v.63, special issue, p.233, Mar., 1984.

44. PRESA, A. N., SERANTES, M. C.; STEFANO, E. M. et al. Retenedores adhesivos. Rev. Assoc. odontol. Argent., Buenos Aires, v.80, n.4, p.232-234, oct./dec., 1992.
45. RE, G., KAISER, D., MALONE, W. et al. Three different methods for the resin-bonded retainer. J. dent. Res., Chicago, v.66, special issue, p.206, Mar., 1987.
46. ROCHETTE, A.L. Attachment of a splint to enamel of lower anterior teeth. J. prosth. Dent., St. Louis, v.30, n.4, p.418-423, Oct., 1973.
47. SAUNDERS, W. P. The retentive impact strengths of various designs of resin-bonded bridges to etched bovine enamel. Br. Dent. J., London, v.156, n. 9, p.325-328, May, 1984.
48. SCUR, A., CONCEIÇÃO, E.N. WERNER, S. Resin-bonded bridge: clinical evaluation for 30 months. In: Annual World Dental Congress of FDI, 79, Milan, Ed. Monduzzi, Oct., 1991, v.3.
49. SHEN, G., FORBES, J., BOETTCHER, R. et al. Resin bonded bridge bond strength using a cast mesh technique. J. dent. Res., Chicago, v.62, special issue, p.221, Mar., 1983.
50. SIMONETTI, E.L. Prótese adesiva com "Crystal bond system". RGO, Porto Alegre, v.34, n.4, p.291-292, jul./ago., 1986.

51. SIMONSEN, R., THOMPSON, V., BARRACK, G. Restaurações adesivas: técnicas clínica e laboratorial. São Paulo: Panamericana, 1984.
52. SLOAN, K.M., LOREY, R.E., MYERS, G.E. Evaluation of laboratory etching of cast metal resin-Bonded retainers. J. dent. Res., Chicago, v.62, special issue, p.305, Mar., 1983.
53. TALEGHANI, M., LEINFELDER, K. F., TALEGHANI, A. M. An alternative to cast etched retainers. J. prosth. Dent., St. Louis, v.58, n.4, p.424-428, Oct., 1987.
54. TANAKA, T., ATSUTA, M., UCHIYAMA, Y. et al. Pitting corrosion for retaining acrylic resin facings. J. prosth. Dent., St. Louis, v.42, n.3, p.282-291, Sept., 1979.
55. TANAKA, T., HIRANO, M., KAWAHARA, M. et al. A new ion-coating surface treatment of alloys for dental adhesive resins. J. dent. Res., Chicago, v.67, n.11, p.1376-1380, Nov., 1988.
56. THOMPSON, V.P., WOOD, M. Etched casting bonded retainer recalls: results at 3-5 years. J. dent. Res., Chicago, v.65, special issue, p.311, Mar., 1986.

57. VEEN, J.H., BRONSDIJK, A.E., SLAGTER, A.P. et al. Tensile bond strength of comparison resin to six differently treated metal surfaces. Dent. Mater., Washington, v.4, n.5, p.272-277, , 1988.
58. WATANABE, F., POWERS, J.M., LOREY, R.E. In vitro bonding of prosthodontic adhesives to dental alloys. J. dent. Res., Chicago, v.67, n.2, p.479-483, Feb., 1988.
59. WILLIAMS, V.D., DENEHY, G.E., THAYER, K.E. et al. Resin bonded prostheses: a ten year retrospective study. J. dent. Res., Chicago, v.66, special issue, p.199, , 1987.

APÉNDICE

11. APÊNDICE

TABELA II - Valores individuais da resistência ao cisalhamento para a união Comspan Opaque - liga Resistal P nas diferentes condições ensaiadas (Kg/cm²)

Comspan Opaque	
Controle	CG-ETCH
41,66	163,33
31,66	193,33
26,66	181,66
33,33	211,66
38,33	201,66
31,66	208,33
31,66	181,66
40	225
33,33	218,33
35	153,33

TABELA III - Valores individuais da resistência ao cisalhamento para a união Panavia Ex - liga Resistal P nas diferentes condições ensaiadas.

Panavia Ex	
Controle	CG-ETCH
198,33	278,33
211,66	256,66
205	288,33
271,66	318,33
245	268,33
243,33	296,66
221,66	281,66
213,33	303,33
190	290
203,33	298,33

TABELA IV - Valores individuais da resistência ao cisalhamento para a união All Bond 2 - liga Resistal P nas diferentes condições ensaiadas (Kg/cm²)

All Bond 2	
Controle	CG-ETCH
203,33	276,66
226,66	303,33
188,33	296,66
248,33	290
236,66	328,33
210	270
176,66	343,33
203,33	293,33
186,66	275
221,66	333,33

TABELA V - Análise de variância com esquema fatorial (cimento, condicionamento químico e interação cimento x condicionamento químico)

CAUSAS DA VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
Cimento	2	264257.7343546	132128.8671773	288.7782	0.00001
Condicionamento	1	168506.2045545	168506.2045545	368.2838	0.00001
Cimento x condicio.	2	22790.8302686	11395.4151303	24.9856	0.00001
Resíduo	54	24707.3991305	457.5444283		
TOTAL	59	480262.1683001			

Coefficiente de variação = 10.286%