

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA – MESTRADO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM CLÍNICA INTEGRADA

PATRICIA GRAU GRULLÓN

**ANÁLISE 'IN VITRO' DO EFEITO DO AGENTE SILANO EM UMA RESINA
LABORATORIAL DE SEGUNDA GERAÇÃO NA RESISTÊNCIA ADESIVA AO
SUBSTRATO DENTINÁRIO UTILIZANDO DOIS SISTEMAS DE CIMENTOS
RESINOSOS, POR MEIO DO TESTE DE MICRO – TRAÇÃO**

PONTA GROSSA
2005

PATRICIA GRAU GRULLÓN

**ANÁLISE 'IN VITRO' DO EFEITO DO AGENTE SILANO EM UMA RESINA
LABORATORIAL DE SEGUNDA GERAÇÃO NA RESISTÊNCIA ADESIVA AO
SUBSTRATO DENTINÁRIO UTILIZANDO DOIS SISTEMAS DE CIMENTOS
RESINOSOS, POR MEIO DO TESTE DE MICRO – TRAÇÃO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de mestre na Universidade Estadual de Ponta Grossa, no curso de Mestrado em Odontologia – Área de concentração em Clínica Integrada.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Osnara Maria Mongruel
Gomes

**PONTA GROSSA
2005**

G887 Grau Grullón, Patricia
 Análise 'in vitro' do efeito do agente silano em uma resina
laboratorial de segunda geração na resistência adesiva ao
substrato dentinário utilizando dois sistemas de cimentos
resinosos, por meio do teste de micro-tração / Patricia Grau
Grullón. Ponta Grossa, 2005.
157 f.; il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de
Ponta Grossa, curso de Mestrado em Odontologia – área de
concentração em Clínica Integrada.

Orientadora Profª. Drª. Osnara Maria Mongruel Gomes

1-Cimentos de resina. 2-Resina composta. 3-Restauração
dentinária permanente. I.T.

CDD: 617.675

PATRICIA GRAU GRULLÓN

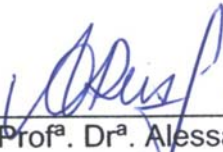
**ANÁLISE 'IN VITRO' DO EFEITO DO AGENTE SILANO EM UMA RESINA
LABORATORIAL DE SEGUNDA GERAÇÃO NA RESISTÊNCIA ADESIVA AO
SUBSTRATO DENTINÁRIO UTILIZANDO DOIS SISTEMAS DE CIMENTOS
RESINOSOS, POR MEIO DO TESTE DE MICRO – TRAÇÃO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de mestre na Universidade
Estadual de Ponta Grossa, no curso de Mestrado em Odontologia – Área de
concentração em Clínica Integrada

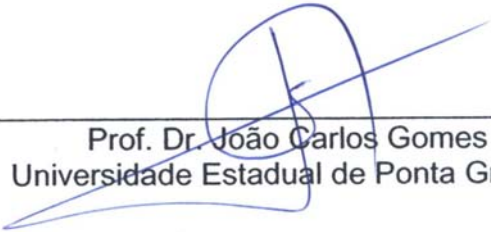
Ponta Grossa, 17 de Novembro de 2005



Profª. Drª. Osnara Maria Mongruel Gomes
Universidade Estadual de Ponta Grossa



Profª. Drª. Alessandra Reis
Universidade do Oeste de Santa Catarina



Prof. Dr. João Carlos Gomes
Universidade Estadual de Ponta Grossa

DADOS CURRICULARES

Patrícia Grau Grullón

NASCIMENTO	15.05.1981	Santo Domingo – República Dominicana
FILIAÇÃO		Germania Grullón Francisco Grau
	1999/2003	Curso de Graduação em Odontologia. Universidad Iberoamericana (UNIBE). Santo Domingo – R. D.
	2004	Curso de Aperfeiçoamento em Estética e Cosmética em Odontologia. Escola de Aperfeiçoamento Profissional da Associação Brasileira de Odontologia Regional Ponta Grossa – Paraná
	2004/2006	Curso de Pós-graduação em Odontologia Área de Concentração - Clínica Integrada, Nível Mestrado. Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG)

DEDICATÓRIA

A **Deus**, por me mostrar que os anjos não são seres invisíveis que flutuam no céu, obrigado por envia-los a meu auxílio nos momentos mais complicados, por me ensinar que seu amor por mim é infinito. “O amor de Deus é uma verdade muito grande para ser compreendida e ao mesmo tempo muito simples para ser aceita” (Orlando Paes Filho)

A minha mãe **Germania**, pelo apoio em todas e cada uma das decisões de minha vida, por me mostrar com exemplos de vida a importância da responsabilidade e honestidade, pelo amor e paciência mostrada dia a dia.

A meu irmão **Gabriel**, pelo apoio e amizade. Uma das poucas certezas que tenho na vida é que seus braços sempre serão um lugar seguro onde encontrar carinho. Eu adoro você!.

A meu pai **Francisco**, por me dar força e nunca me deixar desistir nem duvidar de meus sonhos, obrigada pela confiança, incentivo e amor.

A minha família..... Especialmente as minhas tias **Clara, Rosa e Margarita**, a todos meus tios, especialmente **Maximo**, meus primos **Katerinne, Miguelina, Luis Emilio, Luis Eduardo, Mercedes, Giselle.....** Meus padrinhos **Rosa Elena e Alfredo**, a meus amigos..... Pela confiança e amizade.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

A minha maravilhosa orientadora **Prof^a. Dr^a. Osnara Maria Mongruel Gomes**, pelos conhecimentos transmitidos, paciência e amizade. Ela é uma das personalidades que mais admiro, por ser uma excelente profissional e ser humano. Se um dia eu conseguisse ser a metade de competente, em todos os aspectos, que professora Osnara é, eu me sentiria uma pessoa realizada.... Minha eterna gratidão por tudo!.

Ao Prof. Dr. João Carlos Gomes, pelo apoio, conhecimentos transmitidos e principalmente pela confiança e incentivo para conseguir superar os desafios e dificuldades.

Aos professores **Dr.^a Alessandra Reis** e **Dr. Alessando Loguercio**, da **Universidade do Oeste de Santa Catarina**; duas grandes estrelas que ajudaram a iluminar os caminhos desta dissertação, obrigada pelos conselhos, pela confiança, amizade, apoio e sobretudo pelos conhecimentos transmitidos e na análise estatística.

À Camila, Célia e Zico por serem minha família durante este período no Brasil. Eu adoro vocês. Vou sentir muitas saudades!

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Ponta Grossa, na pessoa de seu reitor **Paulo Roberto Godoy** e vice-reitor **Ítalo Sergio Grande** pela oportunidade outorgada.

À **Fundação Araucária** - Paraná pela bolsa de estudos concedida.

Aos professores do curso do mestrado **Abraham Lincoln Calixto**, **Antonio Edgar Krolling**, **Benjamin de Melo Carvalho**, **Carlos Roberto Berger**, **Denise Stadler Wambier**, **Elizabete Brasil dos Santos**, **Gislaine Czlusniak**, **Gibson Luiz Pilatti**, **Joane Augusto Souza Junior**, **Jorim Souza das Virgens Filho**, **Leide Mara Schmidt**, **Stella Kossatz Pereira**, **Ulisses Coelho**, **Vitoldo Antônio Kozlowski Júnior**.

A **Carlos Antonio Pelissari** e **Alfredo Aldimari Júnior**, pela amizade e momentos compartilhados, obrigada pelos conselhos e preocupação com minha adaptação no Brasil.

Aos professores do curso de graduação de Odontologia, em especial **Adriana Postiglione Bühner Samra**, **Annie Becker**, **Denílson Cavina** (In Memória), **Douglas Augusto Roderjan**, **Edison do Rocio Meister**, **Protasio Vargas Neto**, **Nara Helem Campanha** e **Vania Queiroz**.

Às bibliotecárias **Maria Luzia Fernandes Bertholino** e **Ivani da Silva**, pela ajuda na procura de artigos científicos e revisão metodológica desta dissertação.

Ao **Laboratório Dental PRODENT**, na pessoa do técnico **Guido Felipe Paredes**, pela confecção dos corpos-de-prova em Resina Laboratorial de Segunda Geração.

À companhia **BISCO**, pela doação dos materiais utilizados no desenvolvimento da parte experimental da dissertação.

Ao Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná – **CEFET** (Ponta Grossa), por permitir a utilização do Rugosímetro Digital.

Ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina – **CEFET** (Lucerna) e ao **Laboratório da UNIOESC**, por permitir a utilização dos aparelhos utilizados nesta pesquisa.

À **Morgana das Graças Procz dos Santos** pela infinita paciência, disposição, competência e amizade.

À **Leyla, Milko, João Paulo e Pedro**, obrigada eternamente por me acolherem e cuidarem nas primeiras semanas no Brasil, por todas as coisas que me ensinaram. Sem vocês tudo teria sido muito difícil. Vocês são demais!!!.

À **Karen, Arlete e Rafael** pela ajuda na parte experimental, por me ensinar a cortar os “palitos”, pela amizade e confiança.

Finalmente os meus companheiros do mestrado. De cada um guardo uma lembrança especial. Obrigada pela ajuda na adaptação, pela paciência e carinho. **Carol**, obrigada pelas largas conversas e conselhos sobre a “vida”, pela parceria até altas horas no mestrado. **Fer**, pelas loucuras das quais você foi cúmplice!!!!. **João**, pelos momentos de felicidade, alegria, pelos momentos de seriedade e conselhos. **José David**, por ser sempre um porto seguro, ajuda 24 horas!. **Ju**, por ser um doce de pessoa, cuidar de mim e abrir as portas de seu lar. **Márcia**, por ser tão querida e poder contar com você sempre. **Marissol**, pela ajuda inesquecível nos primeiros dias com o idioma. **Laufer**, por ser mais que um amigo, meu irmãozinho querido, você mora em meu coração para sempre, por isso jamais estaremos um longe do outro, obrigada por compartilhar sua família comigo. **Pri**, minha irmã porque não tenho palavras para descrever a gratidão por você! “O afeto é como a luz do meio-dia, não necessita da presença do outro para manifestar-se, a separação é também ilusória, pois tudo está unido no universo: nossos espíritos estarão sempre juntos” (Isabel Allende). **Rafa**, pela ajuda em tudo e qualquer momento, pelo carinho seu e de sua família. Ao meu loiro lindo, **Ricardo**, obrigada por ser você, pelos momentos de alegria, confiança e apoio em todo momento. Eu adoro você!. **Sandra**, por ser a “mamãe” e colocar juízo nos momentos de bagunça, a **Veri**, pelo carinho e os momentos compartilhados, especialmente nas longas viagens “na procura do conhecimento”. Lembrem sempre que “**O mundo está cheio de portas fechadas e nós nascemos para abrir todas elas**” (Matilde Asensi).

A todos os que direta ou indiretamente contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar a resistência adesiva entre o substrato dentinário e uma Resina Laboratorial de Segunda Geração, verificando o efeito do tratamento interno da peça com agente silano, utilizando dois sistemas de cimentos resinosos. A superfície oclusal de vinte terceiros molares humanos foi removida, e posteriormente polida. Foram confeccionadas peças em forma de blocos, utilizando a resina Laboratorial de Segunda Geração GradiaTM, diretamente sobre a estrutura dentinária. Os 4 grupos avaliados foram: I) jateamento/silano/cimento resinoso químico; II) jateamento/cimento resinoso químico; III) jateamento/silano/cimento resinoso dual e IV) jateamento/cimento resinoso dual. Os espécimes em forma de “palitos” de $0,9 \text{ mm}^2 \pm 0,2 \text{ mm}^2$ foram obtidos mediante cortes paralelos e perpendiculares a interface de união. Os “palitos” foram fixado pelas suas extremidades a um dispositivo de modo a posicionar a área de adesão perpendicular ao longo eixo da força de tração em uma máquina de ensaio universal (EMIC) a uma velocidade de 1mm/min. Os modos de fratura foram analisados com lupa estereoscópica (40X). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância para dois critérios e teste de Tukey ($\alpha=0,05$). Resultados: Os valores médios em MPa apresentados por cada grupo foram: I) $19,10 \pm 2,88$; II) $13,67 \pm 3,31$, III) $11,95 \pm 3,96$; IV) $25,14 \pm 5,66$. A análise de variância de dois fatores demonstrou que o fator Tratamento da peça foi estatisticamente significativo ($p=0,05$), assim como a interação dos fatores Tratamento da peça e Tipo de cimento ($p=0,001$). O fator Tipo de cimento não foi estatisticamente significativo ($p=0,25$). Conclusão: Não houve diferenças estatísticas entre os cimentos resinosos testados, o tratamento interno da peça foi estatisticamente significativo, para o cimento dual a aplicação do agente silano diminuiu estatisticamente os valores de resistência adesiva e no cimento químico os valores de resistência adesiva foram aumentados pela aplicação do agente silano não sendo estatisticamente significativo. As modos de fratura foram predominantemente adesivas entre a Resina Laboratorial de Segunda Geração e o Cimento Resinoso.

Palavras-chave: Cimentos de Resina, Resina Composta, Restauração dentinária permanente.

ABSTRACT

The aim of this investigation was to analyze the bond strength between a Second Generation Laboratorial Resin and dentin structure, verifying the effect of the internal treatment with silano agent, using two resin cement systems. The occlusal surface of twenty third human molars was removed and later polished. Blocks were constructed using the Second Generation Laboratorial Resin Gradia™ directly on the dentin structure. The 4 evaluated groups were: I) chemical resin cement sandblasting/silano; II) chemical resin cement sandblasting; III) dual resin cement sandblastings/silano/ and IV) dual resin cement sandblasting. Bonded sticks ($0.9 \text{ mm}^2 \pm 0.2 \text{ mm}^2$) were gotten by means of parallel and perpendicular cuts in the bonding interface. Each stick was fixed by its extremities to the modified device for the micro-tensile test in order to locate the area of adhesion perpendicular to the long axle of the force, in the universal assay machine (EMIC) crosshead speed 1mm/min. The final values of bond strength were express in MPa. The fracture modes were analyzed under 40X magnification. The data were submitted to two-way ANOVA and Tukey's test ($\alpha=0.05$). Results: The average values in MPa presented by each group were: I) 19.10 ± 2.88 ; II) 13.67 ± 3.31 , III) 11.95 ± 3.96 ; IV) 25.14 ± 5.66 . The analysis two-way ANOVA showed that the factor Treatment was significant ($p=0.05$), as well as the interaction of the factors Treatment and Type of cement ($p=0.0001$). The factor Type of cement was not significant ($p=0.25$). Conclusion: They were not statistical differences between the bond strength of the two resin cements, the internal treatment was significant, for the dual cement the application of the silano agent lowed the values of bond strength in the chemical cement the application of the silano increased the values of adhesive resistance, being not significant. The fracture modes were predominantly adhesive between the Second Generation Laboratorial Resin of and the resin cement.

Key-Words: Resin Cements, Composite Resin, Dental permanent restoration.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	- Máquina recortadora de gesso DRILLCO S 900	105
Figura 2	- Politriz Polipan-2	105
Figura 3	- Aspecto da superfície de dentina preparada	105
Figura 4	- Guia na peça e no dente para facilitar a adaptação e inserção durante a cimentação.....	107
Figura 5	- Aparelho à base de luz XenonEstroboscópica	107
Figura 6	- Espessímetro para mensuração da espessura da peça de Resina Laboratorial de Segunda Geração Gradia™ confeccionada	107
Figura 7	- Resina Laboratorial de Segunda Geração Gradia™	109
Figura 8	- Sistema Adesivo One Step®	109
Figura 9	- Sistema Adesivo 3M Single Bond™	109
Figura 10	- Cimento Resinoso C & B™	109
Figura 11	- Cimento Resinoso Rely X™ ARC	109
Figura 12	- Agente Silano	109
Figura 13	- Superfície dentinária sendo condicionada com ácido Fosfórico 37% Acid Gel.....	111
Figura 14	- Aparelho de fotopolimerização halógeno OPTILUX	111
Figura 15	- Radiômetro	111
Figura 16	- Conjunto formado pela Resina Laboratorial de Segunda Geração, cimento resinoso e estrutura dental	114
Figura 17a	- Máquina de corte LabCut 1010.....	115
Figura 17b	- Disco de diamante Extec	115
Figura 17c	- Amostra após corte sagital	115
Figura 17d	- Corte final perpendicular ao longo eixo do dente.....	115

Figura 18 - Espécimes em forma de “palito”	116
Figura 19 - Esquema da Largura e Comprimento do espécime em forma de “palito”	117
Figura 20 - Mensuração do espécime com paquímetro digital.....	117
Figura 21 - Esquema do espécime fixado pela suas extremidades ao dispositivo modificado para o teste de Micro-tração	117
Figura 22 - Máquina de ensaio universal DL 10000 - EMIC®	118
Quadro 1 - Grupos de estudo, materiais utilizados e fabricantes	108
Quadro 2 - Composição dos materiais utilizados	109
Gráfico 1 - Valores médios de resistência de união à micro-tração de cada grupo estudado (MPa).....	121
Gráfico 2 - Percentual de “palitos” submetidos ao teste de micro-tração e perdidos durante o corte.....	122

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Índices de resistência adesiva à micro-tração de cada dente empregado em cada grupo estudados (MPa)	120
Tabela 2 - Média dos índices de resistência adesiva e os respectivos desvios padrões (MPa) para cada grupo de estudo	120
Tabela 3 - Análise de variância dos resultados o de resistência de união obtidos pelo teste de micro-tração.....	120
Tabela 4 - Comparação pareada entre as médias de resistência de união dos grupos de estudo fornecida pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)	121
Tabela 5 - Número de “palitos” submetidos ao teste de micro-tração e número de “palitos” perdidos durante o corte.....	122
Tabela 6 - O percentual de “palitos” que resistiram aos procedimentos de corte e percentual dos “palitos” perdidos	123
Tabela 7 - Resultados dos modos de fratura obtidos após o teste de micro-tração	124

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	Área
ACD	Fratura da união na interface Cimento Resinoso-Adesivo/ Dentina
ARC	Fratura da união na interface Resina Laboratorial de Segunda Geração/ Cimento Resinoso-Adesivo
Bis-GMA	Bisfenol A glicidilmetacrilato (Bisphenol A diglycidylether methacrylate)
C	Comprimento
CAD/CAM	Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing
CC	Fratura da amostra em Cimento Resinoso
CD	Fratura da amostra em dentina
cm	Centímetro
cm/min	Centímetro por minuto
CQ	Canforoquinona
CR	Fratura da amostra em Resina Laboratorial de Segunda Geração
EDTA	Ácido etilenediaminetetraacético (ethylenediaminetetraacetic acid)
HEMA	2-Hidroxietilmetacrilato
g	Gramas
gf	Gramas força
KBr	Brometo de potássio
Kg	Quilograma
Kg/cm ²	Quilograma por centímetro quadrado
Kgf	Quilograma força
L	Largura
M	Fratura da amostra na interface dentina-Cimento Resinoso-Resina Laboratorial de Segunda Geração
Mg	Miligramas
mm	Milímetros
mm ²	Milímetros quadrados
MMA	Metilmetacrilato
MPa	Megapascal
MPS	γ-metacrilosipropiltrimetoxisilano monofuncional
mW/cm ²	miliWatts por centímetro quadrado
N	Newton
nm	Nanômetros
nº	Número
pH	Potencial de hidrogênio iônico
PMMA	Polimetilmetacrilato
rpm	Revoluções por minuto
TBB	Tri-n-butil borano
TEGMA	Trietileneglicodimetacrilato
Si	Silício
UDMA	Dimetacrilato de Uretano
UEDMA	Etildimetacrilato de Uretano
4 – META	4-[2-metacriloxietloxy) carbonil]ácido anidrido. (4-[2-methacryloxyethloxy) carbonyl] phthalic acid anhydride
µm	Micrômetro
°C	grau Celsius
%	Porcentagem

#	Número
&	e
X	Aumento da lente óptico
®	Registrado
™	Marca registrada

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
2	REVISÃO DE LITERATURA	24
3	PROPOSIÇÃO	103
4	MATERIAL E MÉTODOS	104
4.1	SELEÇÃO DOS DENTES	104
4.2	PREPARO DOS DENTES	104
4.3	OBTENÇÃO DAS PEÇAS EM RESINA LABORATORIAL DE SEGUNDA GERAÇÃO	106
4.4	MATERIAIS UTILIZADOS/GRUPOS DE ESTUDO	108
4.5	PROTOCOLO DE CIMENTAÇÃO DAS PEÇAS EM RESINA LABORATORIAL DE SEGUNDA GERAÇÃO	110
4.5.1	Tratamento da dentina	110
4.5.2	Tratamento da superfície interna da peça em Resina Laboratorial de Segunda Geração	111
4.5.3	Procedimentos de cimentação das peças em Resina Laboratorial de Segunda Geração	112
4.6	OBTENÇÃO DOS ESPÉCIMES PARA O TESTE DE MICRO-TRAÇÃO	115
4.7	ANÁLISE DA RUGOSIDADE SUPERFICIAL	118
4.8	PLANEJAMENTO ESTATÍSTICO	119
5	RESULTADOS	120
5.1	ENSAIO DE RESISTÊNCIA A MICRO-TRAÇÃO	119
5.2	ANÁLISE DOS MODOS DE FRATURA MEDIANTE INSPENÇÃO VISUAL	123
6	DISCUSSÃO	125
7	CONCLUSÃO	138

REFERÊNCIAS	139
APÊNDICE A - Resultados originais e valores da resistência adesiva (MPa) do teste de micro-tração e modo de fratura dos espécimes dos grupos estudados	147
APÊNDICE B - Análise da Rugosidade (μm) das peças indiretas em Resina Laboratorial de Segunda Geração após tratamento superficial	153
ANEXO A - Aprovação do projeto pela Comissão de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Ponta Grossa COEP-UEPG	156

1 INTRODUÇÃO

A Odontologia Estética se encontra em um processo de evolução muito grande, a preocupação com o desenvolvimento de novos materiais que substituam com perfeição as estruturas dentais tem sido o propósito dos investigadores nas últimas décadas. Um dos avanços mais importantes foi a descoberta do Bisfenol A glicidilmetacrilato, por Bowen⁴, em 1963, e a partir deste monômero o surgimento das resinas compostas, apresentando melhor resultado estético imediato, diferentemente dos materiais estéticos até então existentes, que apresentavam duas grandes desvantagens: a contração de polimerização e o desgaste excessivo, comparados com as estruturas dentais.³⁶

O material restaurador indireto mais utilizado na Odontologia é a cerâmica,⁴⁰ a qual apresenta vantagens, tais como: boas propriedades ópticas, semelhantes às dos dentes, lisura de superfície e baixa condutibilidade térmica e elétrica,²² e desvantagens, como: fragilidade, baixa resiliência, abrasiona a estrutura dental antagonista, já que apresenta menor desgaste em comparação com o esmalte. Na tentativa de superar algumas das limitações das cerâmicas, foram desenvolvidas as Resinas Laboratoriais.

As Resinas Laboratoriais de Segunda Geração ou Cerômeros (Ceramic Optimized Polymers / Polímeros Otimizados com Cerâmica) foram desenvolvidas com a finalidade de agrupar as melhores propriedades das cerâmicas e das resinas compostas em um material restaurador. A primeira geração foi introduzida na década de 80 por Touati e Pissis na França, para a confecção de restaurações indiretas tipo *inlay* e *onlay*. As vantagens desta nova tecnologia são: fácil fabricação, resultados estéticos imediatos, ótima adaptação e selamento

marginal, eficiência na reconstrução de contatos proximais, baixa abrasividade e restauração da morfologia oclusal.⁷⁹

A Primeira Geração das Resinas Laboratoriais apresentava uma baixa resistência flexural na ordem de 60-80 MPa e módulo de elasticidade de 2.000-3.500 MPa, mostrando baixa resistência à abrasão, devida à insuficiente porcentagem de partículas inorgânicas. Outra desvantagem é que estes materiais apresentavam instabilidade de cor.⁸⁰

Uma nova geração de resinas compostas, classificadas por Touati como a Segunda Geração de Resinas Compostas Laboratoriais foi introduzida no final da década de 90, apresentando em sua composição finas partículas cerâmicas incorporadas à matriz orgânica, melhorando estética, resistência flexural, módulo de elasticidade e resistência ao desgaste.³⁶ Na grande maioria, a fase inorgânica da Segunda Geração é o dobro em volume e peso, quando comparada com a Primeira Geração. A redução do volume da matriz resinosa minimiza a contração de polimerização e o processo intraoral de desgaste.⁴³

As resinas Laboratoriais de Segunda Geração são indicadas para a confecção de restaurações indiretas tipo *inlays*, *onlays*, facetas laminadas, coroas e próteses parciais fixas de 3 elementos, até segundo pré-molar, principalmente em pacientes que apresentam parafunções como bruxismo.^{80,40,75}

As Resinas Laboratoriais de Segunda Geração podem ser fotoativadas mediante diferentes métodos: calor, luz ou pressão. Entre os sistemas de luz, utilizados para a fotoativação, encontra-se a luz XenonEstroboscópica, a qual consiste em flashes de luz de alta intensidade, emitidos durante 20 milissegundos, seguidos de um tempo de escuridão de 80 milissegundos. Este tipo de exposição

aumenta a eficiência de polimerização, porque permite o relaxamento parcial das moléculas da resina, permitindo que profundidades maiores sejam atingidas.¹⁸

Paralelamente ao desenvolvimento das restaurações estéticas indiretas, foram desenvolvidos os cimentos resinosos. Os cimentos resinosos são materiais utilizados para a fixação de restaurações indiretas, são derivados das resinas compostas sendo que a proporção em peso e volume é significativamente menor, permitindo uma maior viscosidade ao cimento. A matriz orgânica pode ser composta por Bis-GMA ou UEDMA combinado com outros monômeros de menor peso molecular, como TEGMA, UDMA ou HEMA e reforçada por uma quantidade variável de partículas inorgânicas que se apresentam nas formas angulares, esféricas ou arredondadas.²⁰

Entre as propriedades dos cimentos resinosos se encontram sua alta resistência à compressão e à tração, menor solubilidade aos fluidos orais, quando comparados com outros agentes cimentantes, adesão à estrutura dental e potencial de reforçar a estrutura dental remanescente onde será fixada a peça. Entretanto, apresentam curto tempo de trabalho e dificuldade na remoção dos excessos, após fotoativado.⁴³

Os cimentos resinosos são classificados, dependendo do tipo de polimerização, em: cimentos químicos, de dupla ativação ou dual e fotoativados. Os cimentos químicos apresentam um alto grau de conversão, sendo indicados em qualquer situação onde exista impedimento da passagem da luz do aparelho fotoativador, a desvantagem é a de limitar o tempo de trabalho assim como um tempo prolongado para a presa final. Os cimentos fotoativados são utilizados para fixação de peças indiretas de mínima espessura como facetas, apresentam a vantagem de um bom tempo de trabalho e versatilidade de cor.²³

Os cimentos de dupla polimerização foram criados para unir as melhores características dos cimentos químicos e fotoativados, alcançando o grau de conversão sem a presença de luz e um aumento no tempo de trabalho. A maioria deles contém em sua formulação aminas responsáveis pela ativação química e a canforoquinona como fotoiniciador.

Diversos pré-tratamentos mecânicos e químicos para a cimentação das peças indiretas em Resina Laboratorial de Segunda Geração têm sido testados com o intuito de melhorar a adesão entre a peça e a estrutura dental. Entre os tratamentos mecânicos está o polimento com lixas de papel, jateamento com óxido de alumínio, jateamento com esferas de vidro e abrasão com pontas diamantadas. O tratamento químico consiste na aplicação de substâncias como o ácido fluorídrico e ácido fosfórico em diferentes concentrações e, agentes de união como os silanos.

49,71,70,83,39,72,48,67,29,27,3,15,31,42,84,28,82,13,54,1,2,9

Os silanos são compostos orgânicos formados por átomos de silício (Si). O silano mais utilizado na Odontologia é o monofuncional γ -metacrilosilpropiltrimetoxisilano (MPS), geralmente diluído em etanol com um pH de 4 a 5.⁶⁹ Eles possuem uma reatividade dupla (bifuncionais). Uma parte polimeriza-se com matrizes orgânicas e a outra, composta por grupos alcalinos, reage com matrizes inorgânicas, formando uniões covalentes entre ambas as matrizes, sendo sua principal característica a capacidade de promover a adesão entre substâncias híbridas orgânicas – inorgânicas.⁴⁷

Bowen⁴ descreveu o uso dos silanos para o tratamento do pó de sílica incorporado ao polímero orgânico para as restaurações dentais. A incorporação da carga inorgânica tratada com silano vinílico reforça o polímero, resultando em propriedades semelhantes à estrutura dental, diminuindo a contração

de polimerização e o coeficiente de expansão térmica, aumentando a resistência à compressão, assim como o módulo de elasticidade. Os silanos foram introduzidos na Odontologia adesiva por MacLaghlin⁶⁹, em 1984, criando o conceito de “união dental” entre a porcelana - cimento - dente.

Vários métodos têm sido utilizados para avaliar a resistência adesiva dos materiais à estrutura dental. Entre os mais utilizados estão o teste de cisalhamento e o teste de tração. Sano e colaboradores⁶⁴, em 1994, desenvolveram um novo método para avaliar a resistência adesiva, o teste de micro-tração. Para a realização do teste de micro-tração, os espécimes são cortados em forma de “palitos” com áreas que variam entre 0,5 mm² a 3 mm² que, posteriormente, são fixados à máquina de ensaio universal e tensionados até fraturar na interface adesiva, também podendo acontecer fraturas coesivas na resina ou dentina e fraturas mistas. Esse método determina que a resistência adesiva depende da área do espécime, sendo essa a principal vantagem do teste de micro-tração, onde pequenas áreas de superfície adesiva são associadas a maiores resultados de resistência adesiva, pois um espécime de maior tamanho tem altas possibilidades de possuir defeitos, quando comparado com espécime de menor tamanho.⁶⁴

Neste trabalho objetivou-se avaliar a resistência de uma Resina Laboratorial de Segunda Geração ao substrato dentinário, verificando o efeito do tratamento interno da peça com agente silano e o tipo de cimento resinoso, um de polimerização química, outro de polimerização dual por meio do teste de micro-tração.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Buonocore⁵ (1955) descreveu um método para melhorar a adesão das resinas acrílicas à estrutura dental. O estudo consistiu em tratar a superfície do esmalte como uma diluição de ácido fosfomolibdato oxálico 50%, contendo tungstênio de sódio, juntamente com uma solução de ácido oxálico 10%, aplicando uma gota e friccionando-a no esmalte, por 30 segundos, logo após lavagem e secagem com ar. A segunda substância testada foi ácido fosfórico 85% aplicado da mesma forma descrita. Dentes humanos extraídos foram tratados com as duas soluções, ocorrendo um aumento da adesão nas superfícies de esmalte tratadas. Realizaram testes *in vivo* onde a superfície em esmalte da face vestibular de incisivos e pré-molares superiores e inferiores de pacientes voluntários foram submetidas ao tratamento com ácido e restauradas com cimento de silicato. Verificou-se com os resultados que a adesão dos cimentos de silicato à estrutura dental foi maior, quando utilizado o ácido fosfórico 85%. O condicionamento ácido promoveu uma alteração física e química da superfície, aumentando a capacidade de adesão, favorecendo um contacto mais íntimo entre a resina e o esmalte.

Brudevold et al.⁶ (1956) apresentaram a utilização do condicionamento com ácido fosfórico em dentina, para melhorar a adesão das resinas acrílicas a esta estrutura. Os testes foram realizados em dentes humanos extraídos onde foi verificada a capacidade de selamento marginal e resistência à tração de um adesivo dentinário à base de ácido glicerofosfórico dimetacrilato. Os resultados verificaram que a resina acrílica ligou-se intensamente à superfície dentinária dos espécimes estudados e que esta resistência adesiva pode ser melhorada mediante o condicionamento com ácido clorídrico 7% aplicado durante 1

minuto. Os valores de adesão obtido, foram aproximadamente o dobro, quando comparados com o grupo, onde não foi realizado condicionamento com ácido. Do mesmo modo, quando os espécimes foram armazenados em água, houve uma significativa diminuição da adesão. O valor das ligações adesivas para as superfícies não condicionadas foi inicialmente de 28 Kg/cm² e, após três meses de armazenamento em água, diminuiu a 15 Kg/cm². O valor obtido dos espécimes, onde foi realizado o condicionamento, foi de 53 Kg/cm², diminuindo para 28 Kg/cm² após cinco meses de armazenamento em água. Baseando-se nos resultados, foi sugerido que a adesão era devida à possibilidade de combinação química entre um dos constituintes da resina e a matriz orgânica.

Bowen⁴ (1963) estudou as propriedades de um polímero reforçado com sílica para as restaurações dentais, relatando que a incorporação de pó de sílica tratado com vinilsilano ao polímero orgânico melhora as propriedades do material, destacando que as resinas com reforço possuem características mais parecidas com os tecidos dentários que as resinas sem reforço. No estudo, foi possível reunir resina epóxica com resina acrílica, obtendo o Bisfenol A glicidilmetacrilato (Bis-GMA) que forma a parte orgânica da resina composta. Para reforçar o polímero orgânico utilizou-se partícula de vidro de sílica de tamanho aproximadamente de 150 micrometros, de forma irregular, tratadas superficialmente com silano vinílico. Concluiu-se que a incorporação da carga inorgânica tratada com silano vinílico reforça o polímero, resultando em propriedades semelhantes à estrutura dental, diminuindo a contração de polimerização e o coeficiente de expansão térmica, aumentando a resistência à compressão, assim como o módulo de elasticidade. Esse novo material apresentava baixa solubilidade em meio úmido.

A mesma resina reforçada com sílica sem o tratamento com silano obteve propriedades inferiores depois de imersão em água.

Mitchem et al.⁴⁹ (1991) avaliaram o efeito do condicionamento ácido em compósitos híbridos, antes da cimentação ou em reparos. Corpos-de-prova da resina composta Prisma APH e Herculite XR foram confeccionados para o estudo, onde a superfície a ser cimentada ou reparada foi polida com lixas de granulação #600. As amostras foram condicionadas com fluorou acidulado fosfato (APF) 1,23% ou ácido fluorídrico 10% durante 1 minuto ou 5 minutos. Um grupo não recebeu o condicionamento ácido e outro foi tratado com jateamento com óxido de alumínio, sendo estes os grupos controle. Após armazenamento em água a 37°C, foi testada a resistência adesiva em diferentes tempos até 30 dias, mediante o ensaio de cisalhamento. Seis amostras foram confeccionadas para cada grupo. O grupo controle sem tratamento apresentou uma resistência adesiva de $37,4 \pm 3,7$ MPa. Após 1 dia de armazenagem as superfícies condicionadas com ácido fosfórico foram mais resistentes, comparadas com o grupo controle. A resistência adesiva foi proporcional ao tempo de armazenagem. Os autores concluíram que os compósitos híbridos não devem ser condicionados antes de serem cimentados ou reparados.

Rueggeberg et al.⁶¹ (1991) descreveram os diferentes fatores que afetam os testes de adesão. O primeiro fator é o substrato, sendo geralmente dois substratos utilizados para os testes de adesão: dentes humanos e dentes bovinos. A utilização dos dentes humanos para testes *in vitro* tem aumentado nos últimos anos, devido à dificuldade para a realização de testes *in vivo*. Sempre que possível devem ser utilizados dentes humanos, pois os dados são mais fáceis de serem interpretados e comparados com testes *in vivo* e outros testes *in vitro*. O segundo fator é o efeito do tempo pós-extração, citando que a maioria das pesquisas

concluíram que o tempo pós-extração não tem efeito significativo na dentina ou no esmalte. O tempo de armazenagem mais utilizado nas pesquisas é de seis meses. Também foram analisados pelos autores as condições em que são armazenados os dentes extraídos. A maior parte dos estudos de adesão ao esmalte relata armazenamento em água destilada ou timol. O uso de formaldeído não é recomendado, pois seus componentes se decompõem e afetam o pH da solução, podendo afetar os resultados dos testes para avaliar a resistência adesiva. Os estudos em dentina apresentam contradição, pois muitas pesquisas afirmam que a solução de armazenagem afeta a permeabilidade da dentina, porém outros trabalhos discordam dessa hipótese. Pesquisas devem ser realizadas para comprovar o efeito da solução de armazenagem após extração dos elementos dentários, depois de expor a dentina e após a aplicação dos materiais restauradores. Também devem ser avaliadas as diferentes temperaturas, tanto da solução, como do ambiente onde são conservados os dentes. É recomendada, no momento da realização da pesquisa, usando dentes extraídos, a utilização de luvas, máscaras e óculos protetores, pois o potencial de desinfecção dos elementos dentários pelas substâncias de armazenagem ainda não foi totalmente comprovado. Um dos problemas na comparação dos resultados nos estudos de resistência adesiva é a falta de padronização da espessura, tanto de esmalte, como dentina onde são aplicados os materiais restauradores. A área do dente onde é realizado o procedimento adesivo afeta os resultados da resistência adesiva. Os autores sugerem localizar a 1 mm de distância da câmara pulpar ou 1 mm abaixo da junção esmalte-dentina. Os autores ressaltaram a urgência em se padronizar os métodos para a realização de testes adesivos, para que deste modo os resultados de todas as pesquisas possam ser comparados.

Swift et al.⁷¹ (1992) estudaram o efeito do tratamento em compósitos indiretos aderidos ao esmalte, após termociclagem. As superfícies proximais de 30 molares humanos foram polidas, utilizando discos de diamante montados em motor elétrico. Sessenta corpos-de-prova da resina composta Herculite XRV (Kerr) foram confeccionados e divididos em 3 grupos: 1) jateamento com óxido de alumínio 50 µm, durante 10 segundos; 2) condicionamento com ácido fluorídrico 9,6%, durante 30 segundos, 3) jateamento com óxido de alumínio 50 µm, durante 10 segundos e condicionamento com ácido fluorídrico 9,6%, durante 30 segundos. O esmalte polido foi condicionado com ácido fosfórico 37%, durante 20 segundos, em seguida aplicou-se o sistema adesivo Porcelite Dual-Cure (Kerr). As amostras em resina composta foram colocadas sobre o esmalte, fixadas com pressão manual e fotoativadas com luz halógena em três direções, por 120 segundos. A metade das amostras de cada grupo foi armazenada em água destilada em temperatura ambiente, durante sete dias, as restantes foram submetidas à termociclagem. O teste de cisalhamento foi realizado na máquina de ensaio universal Instron a uma velocidade de 0,5 cm/min. Amostras adicionais foram confeccionadas para analisar o efeito do ácido fluorídrico 9,6% e jateamento com óxido de alumínio 50 µm na resina composta, utilizando microscópio eletrônico de varredura. Na segunda parte da investigação utilizaram 20 molares humanos preparados com as mesmas condições anteriormente descritas, divididos em quatro grupos: 1) jateamento com óxido de alumínio 50 µm durante 10 segundos, 2) jateamento com óxido de alumínio 50 µm durante 10 segundos e ácido fluorídrico 9,6% durante 30 segundos, 3) jateamento com óxido de alumínio 50 µm durante 10 segundos e agente silano Command Ultrafine Porcelain Repair Bonding System (Kerr), 4) jateamento com óxido de alumínio 50 µm durante 10 segundos e ácido fluorídrico 9,6% durante 30 segundos e

agente silano. As amostras foram armazenadas em água destilada por 48 horas antes da termociclagem. A resistência adesiva foi testada mediante ensaio de cisalhamento a uma velocidade de 0,05 cm/min. Na primeira parte o tratamento com jateamento produziu os maiores valores ($19,4 \pm 2,9$ MPa), o tratamento com termociclagem foi estatisticamente significante, diminuindo a resistência adesiva nos grupos tratados com jateamento. Na segunda parte da pesquisa os maiores valores de resistência adesiva foram obtidos com o grupo jateamento e silano (28,4 MPa). A análise em microscópio eletrônico de varredura mostrou que o jateamento causou uma textura superficial rugosa; o tratamento com ácido fluorídrico ocasionou perda das partículas inorgânicas e porosidade. Concluíram que o jateamento seguido da silanização apresentou os maiores valores de resistência adesiva e o condicionamento com ácido fluorídrico não é recomendado.

Goodis et al.²⁴ realizaram um trabalho, em 1993, para observar o efeito do tempo de armazenagem e a solução de armazenagem na permeabilidade da dentina e na resistência adesiva. Foram utilizados terceiros molares humanos que, após a extração, foram colocados em uma das 5 soluções estudadas: etanol 70%, formalina 10%, água destilada com timol 0,02%, água destilada e uma solução salina fosfatada com 0,02% de timol por três períodos de tempo: 8 dias, 15 dias e 6 meses. O esmalte oclusal foi removido usando um disco de diamante incorporado a uma máquina de corte (Isomet Buehler Ltd.). Os dentes foram removidos da solução de armazenagem e tratados com EDTA por 2 minutos e a permeabilidade determinada pela medição dos movimentos de uma pequena bolha de ar através dos espaços intratubulares. Após o teste de permeabilidade, foi calculada a resistência adesiva. Utilizou-se o sistema adesivo Scotchbond 2 (3M) e, como material restaurador, o compósito Silux Plus (3M), ambos aplicados de acordo com a

indicação do fabricante. O teste de resistência adesiva foi realizado na máquina de ensaio universal Instron (Instron Corp.) a uma velocidade de 5 mm/min. A permeabilidade dentinária variou, dependendo do tipo de solução e o tempo de armazenagem, aumentando, quando utilizadas as soluções de água destilada, etanol e formalina. A solução salina resultou em uma significativa diminuição de permeabilidade após armazenamento prolongado, sugerindo modificações na dentina. A resistência adesiva foi afetada pelo tempo de armazenagem e pelo tipo de solução testada. Os maiores valores foram obtidos com etanol 15 dias e 6 meses, formalina 15 dias, água destilada 6 meses e água destilada com timol 8 dias. Concluiu-se que a permeabilidade e a resistência adesiva são afetadas pelas diferentes condições de armazenagem e que a solução salina não é indicada para a armazenagem dos corpos-de-prova usados para teste de permeabilidade e resistência adesiva.

Stokes et al.⁷⁰ (1993) observaram a influência do tratamento superficial na resistência adesiva entre uma resina indireta e cimento resinoso. Discos da resina composta indireta Herculite XRV-Lab (Kerr) foram confeccionados, utilizando uma matriz de 2 mm de espessura e 10 mm de diâmetro. Oito grupos de 15 amostras foram dispostos da seguinte forma: 1) sem tratamento, grupo controle, 2) condicionamento com ácido fluorídrico 7,5% por 1 minuto, 3) agente silano Silane primer (Kerr), 4) condicionamento com ácido fluorídrico 7,5% por 1 minuto e agente silano, 5) jateamento com óxido de alumínio 50 µm, 6) jateamento óxido de alumínio 50 µm e ácido fluorídrico 7,5% por 1 minuto, 7) jateamento óxido de alumínio 50 µm e silano, 8) jateamento óxido de alumínio 50 µm, ácido fluorídrico 7,5% por 1 minuto e silano. Um representante de cada grupo foi examinado em microscópio eletrônico de varredura para observar o efeito do tratamento na superfície da resina composta

indireta. O cimento resinoso Porcelite Dual Cure (Kerr) foi inserido em uma matriz plástica que permite a transmissão da luz sobre as superfícies tratadas e fotoativadas por 120 segundos. Os espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C por 7 dias. O teste de cisalhamento foi realizado na máquina de ensaio universal Shimadzu DSC-5000 a uma velocidade de 10 mm/min. O padrão de fratura dos espécimes foi observada em microscópio eletrônico de varredura. O maior valor de resistência adesiva foi apresentado pelo grupo 7: jateamento óxido de alumínio 50 μm e silano ($19,9 \pm 3,7$ MPa), que não foi estatisticamente diferente do grupo 8 ($18,8 \pm 4,1$ MPa), e 6 ($17,5 \pm 4,4$ MPa). Os menores valores foram mostrados pelo grupo controle ($5,9 \pm 2,5$ MPa). Os grupos 2 ($12,1 \pm 2,3$ MPa), 3 ($12,8 \pm 4,0$ MPa), e 4 ($13,1 \pm 2,0$ MPa) não foram estatisticamente diferentes entre eles. Concluíram que o jateamento da resina composta indireta em conjunto com condicionamento com ácido fluorídrico e/ou silano alcança valores satisfatórios de resistência adesiva.

Yoshida et al.⁸³ (1993) investigaram o efeito do tratamento superficial em resinas compostas de laboratório cimentadas com ionômero de vidro e cimento resinoso. Foram confeccionados corpos-de-prova da resina composta de laboratório Cesead (Kuraray) com dois tamanhos diferentes: 10 mm de diâmetro x 2 mm de espessura e 5 mm de diâmetro x 2 mm de espessura, utilizando uma matriz de teflon. A superfície base dos espécimes foi submetida a um dos quatro tratamentos superficiais efetuados: 1) controle, não recebeu tratamento, 2) aplicação do sistema adesivo Clearfil New Bond (Kuraray), 3) tratamento com Diclorometano (Aldrich Chemical Company) e o sistema adesivo Clearfil New Bond, 4) tratamento com Diclorometano, aplicação do agente silano Clearfil Porcelain Bond (Kuraray) e o sistema adesivo Clearfil New Bond. Foi cimentada, aos pares, uma peça de 10 mm com uma de 5 mm, utilizando o cimento de ionômero de vidro Glass Ionomer

Cement Fuji Bond (GC Dental) ou o cimento resinoso Panavia EX (Kuraray). Após uma hora da cimentação, os espécimes foram armazenados em água a 37° C e testados em diferentes tempos, após 24 horas até 16 semanas. A resistência adesiva foi testada na máquina de ensaio universal Instron a uma velocidade de 0,5 mm/min, o padrão de fratura foi observado em microscópio óptico, um representante de cada grupo foi examinado em microscópio eletrônico de varredura. Os espécimes cimentados com Panavia EX mostraram maior resistência adesiva, comparados com os grupos cimentados com ionômero de vidro, independentemente do tratamento superficial da peça nos mesmos tempos de armazenagem. O Diclorometano e o sistema adesivo Clearfil New Bond não foram efetivos para melhorar a resistência adesiva entre as peças cimentadas com Panavia EX com mais de 4 semanas de armazenagem. Nos grupos cimentados com ionômero de vidro o tratamento com o Diclorometano e o sistema adesivo Clearfil New Bond melhorou a força adesiva, quando comparados com o grupo controle. O tratamento com silano mostrou uma notável melhora na resistência adesiva, principalmente nos grupos cimentados com Panavia EX, mostrando uma maior resistência adesiva em todos os tempos de armazenagem. Os autores concluíram que o tratamento superficial das resinas laboratoriais com Diclorometano, agente silano e sistema adesivo podem melhorar a resistência adesiva no momento da cimentação das peças. Os espécimes cimentados com Panavia Ex mostraram uma maior resistência adesiva que os cimentados com Fuji Bond.

Carvalho et al.⁸ (1994) determinaram a resistência de união de uma resina composta e um cimento de ionômero de vidro à dentina, através do novo teste de micro-tração. O esmalte oclusal de 20 terceiros molares humanos foi removido através de um corte transversal ao longo eixo do dente. Após o polimento da dentina

exposta, com lixa de granulação #600, utilizou-se um dos dois sistemas adesivos: Scotchbond Multi-Purpose (3M) ou Variglass Primer Prebond (Caulk-Dentsply) de acordo com a instrução do fabricante. Em seguida, as coroas foram reconstruídas com resina composta Z100 (3M) e Ionômero de Vidro Variglass Multi-Purpose Glass Ionomer Cement (Caulk-Dentsply), respectivamente. Os espécimes foram armazenados em água a 37° C por 24 horas. Fatias de 0,5 mm e 3 mm foram obtidas por cortes paralelos no sentido do longo eixo do dente. Essas fatias foram desgastadas com ponta diamantada de maneira que o espécime obtivesse forma de ampulheta, com a menor largura na região da interface adesiva. A quantidade de dentina remanescente entre a superfície adesiva e o corno pulpar foi mensurada em cada espécime com um micrótomo digital. Os espécimes foram fixados ao dispositivo de testes Bencor-Multi-T com o auxílio de um adesivo à base de cianoacrilato e submetidos a ensaio de tração na máquina de ensaio Instron, a uma velocidade de 1 mm/min. O padrão de fratura de cada espécime foi observado em microscópio eletrônico. Observou-se uma relação inversa entre a resistência à tração e a área de superfície adesiva para os materiais testados. O Scotchbond Multi-Purpose apresentou uma maior resistência de união que o Variglass Multi-Purpose Glass Ionomer Cement. Todos os padrões de fratura observados foram de natureza adesiva, não havendo fratura coesiva. Os maiores valores de resistência adesiva foram obtidos com os espécimes com áreas menores que 1 mm. O aumento da área adesiva resultou em decréscimo da resistência de união, podendo ser explicado pela presença de defeitos e/ou geradores de tensão na interface ou no substrato. Considera-se que um espécime de maior tamanho deve conter mais defeitos estruturais, quando comparado com um espécime de tamanho menor, modificando a distribuição de tensões no corpo-de-prova, fazendo com que ele falhe

frente a uma tensão menor do que sua verdadeira resistência. Os autores relatam que uma das principais vantagens dessa técnica é a possibilidade de se testar a resistência adesiva em áreas limitadas, tais como dentina cariada ou esclerótica e comparar diferentes regiões dentro de um mesmo dente.

Latta e Barkmeier³⁹ (1994) examinaram a resistência adesiva de um compósito para fabricação de restaurações indiretas, Triad (Dentsply) submetido a diferentes tratamentos superficiais e um cimento resinoso. Sessenta corpos – de prova com dimensões de 3 mm x 11mm x 11 mm foram divididos em 6 grupos: 1) grupo controle, sem tratamento, 2) condicionamento com ácido fluorídrico 20% por 60 segundos, 3) condicionamento com amônio bifluorídrico (Dicor etching gel, Dentsply) por 60 segundos, 4) adesivo Prisma Universal Bond 3 (Dentsply), 5) microabrasão com óxido de alumínio 50 µm, 6) microabrasão com óxido de alumínio 50 µm e aplicação de adesivo. O esmalte foi tratado com ácido fosfórico 37% por 60 segundos. As peças em compósito laboratorial previamente tratados foram cimentados a cilindros do cimento de dupla ativação Dicor (Dentsply). O conjunto foi armazenado em água destilada 37°C por 24 horas. Após a armazenagem foram submetidos a teste de resistência adesiva na máquina de ensaios universal Instron com uma carga constante, 5 mm por minuto. Com o auxílio de microscópio eletrônico examinou-se a morfologia do compósito, antes e após os tratamentos. Não houve diferença estatística entre os grupos 1, 2 e 3. Os maiores resultados foram apresentados pelos grupos 4 e 5, que não foram estatisticamente diferentes dos resultados obtidos no grupo 6. Os padrões de fratura do grupo 1 ao 4 foram 100% adesivas entre o cimento e o adesivo. No grupo 5 o padrão de fratura foi 50% coesiva no compósito e 50% adesiva. No grupo 6 foi 100% coesiva no compósito. O exame ao microscópio eletrônico revelou que nos grupos tratados com

ácido, as partículas de vidro foram removidas deixando uma superfície cavitada, diferindo das tratadas com óxido de alumínio que mostraram melhor padrão de irregularidade. Os autores concluíram que o tratamento com ácido sobre compósitos não foi efetivo para aumentar a adesão, enquanto o tratamento com óxido de alumínio mostrou altos valores de resistência adesiva. Estudando o padrão de fratura encontrou-se que o uso de adesivos mais jateamento com óxido de alumínio apresentou uma adesão mais consistente que o cimento resinoso aplicado só com óxido de alumínio.

Sano et al.⁶⁴ (1994) estudaram a relação entre a área do espécime e a resistência adesiva, por meio do teste de micro-tração. O esmalte oclusal de 20 molares humanos foi removido com o auxílio de disco de diamante acoplado à máquina de corte Isomet. Após o polimento da dentina oclusal com lixas de granulação #320 e #600, foram aplicados um dos sistemas adesivos: Scotchbond Multi-Purpose (3M), Clearfil Liner Bond 2 (Kuraray) e o *primer* do ionômero de vidro Vitremer Glass Ionomer (3M). As coroas dos dentes foram restauradas com resina composta ou ionômero de vidro e armazenadas por 24 horas a 37°C. Para a realização do teste de micro-tração os espécimes foram cortados em forma de “palitos” com espessuras que oscilavam entre 0,5 mm a 3 mm e estreitados na interface adesiva, adquirindo forma de ampulheta. A distância entre a dentina remanescente e a câmara pulpar foi mensurada, utilizando um micrômetro digital. Os “palitos” foram submetidos ao teste de micro-tração na máquina Bencor-Multi-T a uma velocidade de 1 mm/min. Os modos de fratura foram observados em microscópio eletrônico a 10X. A principal descoberta deste estudo foi determinar que a resistência adesiva depende da área do espécime, fato que não havia sido comprovado pela impossibilidade de restaurar amostras menores a 5-7 mm²; sendo

esta a principal vantagem do teste de micro-tração: todo o dente é restaurado e após é cortado em espécimes de menor tamanho. Pequenas áreas de superfície adesiva são associadas a maiores resultados de resistência adesiva. Esse fenômeno foi descrito por Griffith (1920, *apud* Sano⁶⁵, 1994), de acordo com a teoria dos defeitos, quando são testados materiais uniformes em tração, a resistência coesiva do material diminui, ao aumentar o tamanho do elemento testado, pois um espécime de maior tamanho tem altas possibilidades de possuir mais defeitos, quando comparados com espécimes menores. Nas superfícies adesivas com áreas menores a 0,4 mm² a força de união foi de 55 MPa para Clearfil Liner Bond 2; 38 MPa para Scotchbond Multi – Purpose e 20 MPa para Vitremer Glass Ionomer, onde todos os modos de fratura foram adesivos. Os resultados mostraram as excelentes vantagens desse novo método para mensurar a resistência adesiva dos materiais utilizados na Odontologia. Os autores recomendam utilizar “palitos” com espessuras de 1,6 a 1,8 mm². Também é sugerida a possibilidade de estudar a resistência adesiva da dentina com cárie ou esclerótica, sugerindo mais investigações para avaliar esse novo método.

Swift et al.⁷² (1994) avaliaram a efetividade do agente silano na reparação de peças em resina composta. Uma matriz de alumínio de 2,0 mm de profundidade dividida na metade com um espaçador em teflon, foi utilizada para a confecção dos corpos-de-prova, usando a resina composta Herculite XR (Kerr). O aparelho Optilux 401 (Demetron) foi empregado para a fotoativação da resina por 40 segundos. Dez corpos-de-prova foram confeccionados na matriz metálica sem a interposição do espaçador de teflon para comparar a resistência à fratura dos espécimes reparados e intactos. A metade dos espécimes foi polida com lixas de granulação #320, #400 e #600 sob constante refrigeração. Todos os corpos-de-

prova foram armazenados em água destilada por 120 dias a temperatura ambiente, e foram divididos aleatoriamente em 6 grupos: 1) jateamento com óxido de alumínio 50 μm por 5 segundos e condicionamento com ácido fosfórico 35% por 15 segundos, 2) condicionamento com ácido fluorídrico por 15 segundos e lavagem com água por 2 minutos, 3) jateamento com óxido de alumínio 50 μm por 5 segundos e condicionamento com ácido fluorídrico 9,6% por 15 segundos e lavagem com água por 2 minutos, 4) jateamento com óxido de alumínio 50 μm por 5 segundos, condicionamento com ácido fosfórico 35% por 15 segundos e aplicação do agente silano Silane Bond Enhancer (Pulpdent Corporation), 5) condicionamento com ácido fluorídrico 9,6% por 15 segundos, lavagem com água por 2 minutos e aplicação do agente silano, 6) jateamento com óxido de alumínio 50 μm por 5 segundos, condicionamento com ácido fluorídrico 9.6% por 15 segundos, lavagem com água por 2 minutos e aplicação do agente silano. O sistema adesivo Bondlite (Kerr) foi aplicado nas superfícies tratadas, polimerizado por 20 segundos. A resina composta XR Herculite foi inserida e polimerizada na matriz para completar o processo de reparação. Os espécimes reparados foram armazenados em água destilada por 7 dias. A resistência adesiva foi testada por meio do teste de 3 pontos na máquina de ensaio universal Instron a uma velocidade de 0,5 cm/min. A resistência à fratura dos espécimes intactos foi de $70,5 \pm 14,6$ MPa, o jateamento com óxido de alumínio resultou nos maiores valores de resistência ($43,7 \pm 15,3$ MPa). Os menores valores foram obtidos pelo grupo 3 ($29,1 \pm 10,1$ MPa). O agente silano aumentou a resistência dos reparos nos grupos 4 e 5, mais diminuiu os valores do grupo 6. Os autores concluíram que o condicionamento com ácido fluorídrico e agente silano não melhoraram a resistência à fratura dos reparos na resina

composta Herculite XR, o jateamento com óxido de alumínio, um método simples foi mais efetivo que os outros métodos mais complexos.

Kitasako et al.³³ (1995) compararam a resistência adesiva por meio do teste de tração e cisalhamento de cimentos resinosos a dentina e esmalte. Para o estudo foi polido o esmalte vestibular ou exposta à dentina de dentes bovinos. Os cimentos testados foram o Panavia 21 (Kuraray), Bistite Resin Cement (Tokuyama), Imperva Dual Resin Cement (Shofu), Porcelite Dual Cure (Kerr) e MASA Bond (experimental) (SunMedical). Foram cimentadas peças em resina composta Clearfil CR Inlay (Kuraray), 15 dentes foram preparados para cada material, substrato e teste. Os espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C por 24 horas. A resistência à tração foi realizada na máquina de ensaios AG-500B (Shimadzu) a uma velocidade de 1 mm/min. Os modos de fratura foram classificados em adesivas, parcialmente adesivas e coesivas, sendo selecionado um representante de cada grupo para análise em microscópio eletrônico de varredura. Em esmalte os valores de resistência de união, obtidos por meio do teste de cisalhamento foram maiores, quando comparados com os valores provenientes do teste de tração em todos os grupos. O cimento que apresentou os maiores valores em ambos os testes foi o Bistite, os menores valores foram mostrados pelo cimento MASA Bond (experimental) no teste de tração e Porcelite no teste de cisalhamento. Em dentina diferenças entre o teste de tração e cisalhamento foram observadas nos cimentos Panavia 21, Bistite e MASA Bond, sendo os resultados do teste de cisalhamento maiores, em ambos os testes, o cimento MASA Bond obteve os maiores resultados e o Porcelite os menores valores de resistência adesiva. Não houve diferença estatística entre os modos de fratura apresentados em ambos os testes. Os autores sugeriram mais pesquisas que ajudem a determinar qual dos dois ensaios é mais

adequado para avaliar os materiais utilizados na Odontologia, indicando que para conhecer o comportamento verdadeiro destes cimentos são precisos ensaios que possam simular a situação clínica real.

Matsumura et al.⁴⁸ (1995) avaliaram o efeito dos sistemas adesivos e de um agente silano na resistência adesiva entre os incrementos de uma resina de laboratório. Foram estudados três sistemas adesivos com diferente composição monomérica: New Metacolor stain liquid (Sun Medical) à base de dimetacrilato de uretano; Dentacolor opaker (Kulzer) composto de metilmetacrilato e CV bond (material experimental) (Toho Dental Products) à base de trietileneglicol dimetacrilato. Também foi testado o agente silano Silane Primer Porcelain liner M (Sun Medical). Para a confecção dos corpos-de-prova foi utilizada uma matriz metálica de 3 mm de espessura, utilizando a resina composta New Metacolor (Sun Medical). A superfície de cada corpo-de-prova foi polida com discos de lixa, granulação #600. A metade foi tratada com o agente silano, após foi aplicado um dos sistemas adesivos e inserido um novo incremento de resina de 1 mm de espessura polimerizado por 90 segundos. Grupos controle foram preparados sem a aplicação do agente silano ou sistema adesivo. A metade dos espécimes foi armazenada em água a 37°C e a outra parte a seco por 24 horas até 1 ano. A resistência adesiva foi mensurada por meio do teste de cisalhamento, na máquina de ensaio universal DSC500 (Shimadzu) a uma velocidade de 0,5 mm/min. O padrão de fratura foi observado em microscópio eletrônico, assim como a textura superficial da resina composta. A resistência adesiva aumentou com o uso do agente silano e os sistemas adesivos. Os espécimes tratados com silano e armazenados em água obtiveram maiores valores de resistência adesiva que os armazenados a seco. Estes valores foram aumentando com o tempo de armazenagem. O maior valor, após 24 horas de

armazenamento, foi do grupo Silano + Dentacolor Opaker em meio úmido (27,3 MPa), nos demais tempos experimentais, 3, 6 meses e 1 ano o grupo que apresentou os maiores valores foi Silano + CV bond (material experimental) (30,8; 34,1; 37,9 MPa) armazenado em água. Em todos os tempos experimentais o grupo controle obteve os menores resultados. Os autores concluíram que a resistência adesiva entre os incrementos de resina foi insuficiente sem o uso de um agente de união, destacando que os três sistemas adesivos e o agente silano foram efetivos para melhorar a adesão, recomendando a utilização do sistema adesivo junto ao agente silano.

Pashley et al.⁵⁵ (1995) descreveram as variáveis que podem influenciar ou afetar os resultados apresentados pelos testes adesivos: substrato utilizado, aplicação do *primer* e adesivo, armazenagem, condicionamento ácido e o teste selecionado. Também foi relatado a importância de padronizar as normas para testar a resistência adesiva dos materiais dentários, pois os resultados obtidos com um tipo de ensaio não são comparáveis com os alcançados com outro tipo de teste mecânico, sendo ambos para os mesmos fins. Os autores sugerem o desenvolvimento de novos métodos para avaliar a união entre os materiais dentários e o substrato dentinário, descrevendo as características do teste de micro-tração e os resultados do mesmo. Concluíram que grandes avanços na odontologia adesiva foram alcançados nos últimos 10 anos, novos sistemas adesivos foram desenvolvidos com melhores características adesivas, produzindo maior resistência de união entre a estrutura dental e os diferentes materiais restauradores, sendo fáceis de utilizar, tanto em esmalte, como em dentina superficial, média e profunda e insensíveis à umidade, permitindo uma adesão mais uniforme, consistente e estável.

Sano et al.⁶⁵ (1995) avaliaram a infiltração de diferentes sistemas adesivos na dentina desmineralizada, para conferir como esses materiais ajudam a restabelecer as propriedades originais deste substrato. Os sistemas adesivos estudados foram All Bond 2 (Bisco), Scotchbond Multi-Purpose (3M), Clearfil Liner Bond 2 (Kuraray), Superbond C&B (Sun Medical) e Clearfil Photobond (Kuraray). Espécimes de dentina humana de $0,5\pm0,5$ mm de espessura foram desmineralizados com o auxílio de EDTA e condicionamento ácido, de acordo com as instruções de cada fabricante. Os espécimes foram infiltrados com os sistemas adesivos mediante o método de imersão por 12 horas. Também foi avaliada a resistência à tração da dentina mineralizada e desmineralizada. O teste de resistência à tração foi realizado na máquina de ensaio universal Instron a uma velocidade de 1,0 mm/min. O valor de resistência à tração da dentina foi de 105,6 MPa, o valor apresentado pela dentina desmineralizada foi de 29,6 MPa. O adesivo que obteve o maior valor observado na dentina desmineralizada e infiltrada pelo adesivo foi o All Bond 2 (121,6 MPa), seguido do Superbond C&B (117,6 MPa), Scotchbond Multi-Purpose (111,5 MPa), Clearfil Liner Bond 2 (102,6 MPa). O adesivo que mostrou o menor valor de resistência à tração foi o Clearfil Photobond (57,6 MPa). O resultado mostra que alguns dos sistemas adesivos estudados, após infiltrar a dentina desmineralizada, podem restaurar e melhorar a resistência à tração da dentina desmineralizada. Os autores concluíram que os resultados dessa pesquisa não devem se extrapolados, pois as condições testadas não são reproduzíveis clinicamente. Os resultados sugerem que as falhas na adesão entre sistemas adesivos e dentina acontecem na interface, entre o adesivo e o topo da camada híbrida, sugerindo a realização de novas pesquisas para comprovar essa hipótese.

Imamura et al.³⁰ (1996) avaliaram a efetividade de diferentes tratamentos de superfície para aumentar a resistência adesiva de resinas compostas de laboratório ao cimento resinoso. As resinas estudadas foram a Concept (Ivoclar/Vivadent) e Herculite XRV (Kerr). Para isso, 70 corpos-de-prova de cada resina foram confeccionados e divididos em 7 grupos de acordo com o tratamento superficial a serem submetidos, 1) controle (condicionamento com ácido fosfórico 35% durante 20 segundos), 2) condicionamento com ácido fosfórico 35% durante 20 segundos e jateamento com óxido de alumínio 50 µm em ambas as resinas, 3) jateamento com óxido de alumínio 50 µm, aplicação do agente silano e o sistema adesivo All-Bond 2 System (Bisco) em ambas as resinas, 4) jateamento com óxido de alumínio 50 µm e condicionamento com ácido fluorídrico 9,6% em ambas as resinas, 5) no grupo da Concept: jateamento com óxido de alumínio 50 µm, condicionamento com ácido fosfórico 35% e silano, no grupo da Herculite: jateamento com óxido de alumínio 50 µm, condicionamento com ácido fluorídrico 9,6% e aplicação do silano, 6) tratamento com Rocatec (ESPE) e silano em ambas as resinas, 7) na resina Concept; condicionamento com ácido fosfórico 35%, jateamento com óxido de alumínio 50µm e o sistema adesivo Especial Bond II System (Ivoclar/Vivadent), na resina Herculite: condicionamento com ácido fluorídrico 9,6 % durante 30 segundos. Após o preparo dos 140 espécimes que foram submetidos aos tratamentos superficiais, foram confeccionados mais 140, para um total de 280 amostras, as quais foram cimentadas aos pares, utilizando os cimentos resinosos recomendados por cada fabricante: Dual Cement (Ivoclar/Vivadent) para a resina Concept e Porcelite dual Cure Cement (Kerr) para a resina Herculite XRV. Após o armazenamento em água destilada a 23°C durante 7 dias, os espécimes foram submetidos à termociclagem. O teste de cisalhamento foi

realizado na máquina de teste universal Instron a uma velocidade de 0,5 cm/min. Amostras adicionais foram confeccionadas e submetidas aos tratamentos para serem observadas em Microscópio Eletrônico de Varredura. Na resina Concept os maiores valores de resistência adesiva foram obtidos com os tratamentos do grupo 6 ($41,5 \pm 5,6$ MPa), grupo 4 ($41,4 \pm 8,1$ MPa), grupo 5 ($39,8 \pm 6,8$ MPa), grupo 3 ($36,8 \pm 5,1$ MPa). O menor resultado foi obtido com o grupo controle ($8,7 \pm 8,9$ MPa). Na resina Herculite XRV os maiores resultados foram com os tratamentos jateamento, silano e sistema adesivo All Bond 2 ($38,6 \pm 6,0$ MPa) e Rocatec ($34,5 \pm 8,0$ MPa), os menores resultados foram para os tratamentos com ácido fluorídrico $13,5 \pm 6,5$ MPa e o grupo controle $12,9 \pm 5,2$ MPa. Os autores concluíram que o jateamento e o sistema Rocatec foram efetivos para incrementar a resistência adesiva de ambas as resinas e que a efetividade dos outros tratamentos foi diferente para cada material, o sistema adesivo All-Bond 2 aumentou os valores de resistência adesiva na resina Herculite XRV, o que não aconteceu com a resina Concept.

Kelsey et al.³² (1996) investigaram a resistência adesiva de resinas compotas diretas e indiretas ao esmalte e dentina. Sessenta molares humanos foram divididos segundo o substrato testado: esmalte ou dentina. Superfícies planas foram criadas, utilizando lixas de granulação #600. Os dentes foram divididos em 4 grupos de 15 espécimes: 1) resina indireta Triad (Dentsply), sistema adesivo ProBond (Dentsply) e cimento resinoso Enforce (Dentsply) em esmalte, 2) resina direta TPH (Dentsply) e sistema adesivo ProBond em esmalte, 3) resina indireta Triad, sistema adesivo ProBond e cimento resinoso Enforce em dentina, 4) resina direta TPH e sistema adesivo ProBond em dentina. As peças na resina indireta Triad foram preparadas utilizando uma matriz de 5 mm de diâmetro e fotoativadas por 40 segundos com luz halógena e 8 minutos na Triad 2000 Unit (Dentsply). A superfície

da peça em contato com o cimento foi polida com lixas granulação #600 e jateada com óxido de alumínio 50 µm. A superfície de esmalte exposta foi lavada, secada e condicionada com ácido fosfórico 37% por 30 segundos, seguido de lavagem e secagem. O sistema adesivo ProBond foi aplicado e polimerizado por 20 segundos. Para a cimentação das peças indiretas quantidades iguais do cimento resinoso Enforce foram espatuladas em uma placa de vidro e colocadas na superfície interna da peça e no esmalte preparado. Os excessos foram removidos e finalmente polimerizados por 60 segundos. A resina composta foi inserida por incrementos diretamente sobre o esmalte preparado e fotoativada por 40 segundos. Para os grupos em dentina, as superfícies expostas foram preparadas com *primer* ProBond por 30 segundos, uma fina camada do adesivo ProBond foi polimerizada por 20 segundos. As peças indiretas foram cimentadas utilizando quantidades iguais do cimento resinoso Enforce, os excessos foram removidos e finalmente polimerizados por 60 segundos. A resina composta foi inserida por incrementos fotoativados por 40 segundos diretamente sobre a dentina preparada. As amostras foram armazenadas em água destilada a 37°C por 24 horas. O teste de cisalhamento foi realizado na máquina de teste universal Instron com uma célula de carga 100 Kg a uma velocidade de 5 mm/min. A resina indireta Triad cimentada em esmalte apresentou os maiores valores de resistência adesiva ($27,64 \pm 7,35$ MPa), seguido da resina direta TPH ($27,43 \pm 3,37$ MPa). A resina indireta Triad cimentada em dentina mostrou maiores valores de resistência adesiva ($21,83 \pm 3,10$ MPa) que a resina direta TPH ($21,27 \pm 4,85$ MPa). A diferença entre os grupos foi relacionada com a superfície onde foi realizado o procedimento adesivo: a resistência adesiva da resina indireta Triad foi maior, quando cimentada em esmalte, que em dentina que foi estatisticamente similar à apresentada pela resina TPH em esmalte. A resistência adesiva em

esmalte da resina indireta Triad foi estatisticamente similar à resina direta TPH ($p=1,000$). Em dentina, a resina direta TPH foi estatisticamente similar à resina indireta Triad ($p=0,990$). Os autores concluíram que as resinas diretas e indiretas podem ser aderidas, tanto em esmalte, como em dentina, com igual efetividade, quando utilizados sistemas adesivos de três passos, e que a adesão em esmalte é significativamente maior que à adesão na superfície dentinária.

Shortall et al.⁶⁷ (1996) estudaram a influência dos tratamentos superficiais na resistência adesiva entre resinas compostas indiretas e cimento resinoso. Para a confecção das amostras foi utilizada uma matriz metálica. Antes da inserção do material foi aplicado o separador recomendado pelo fabricante, que também foi colocado sob a superfície da resina composta indireta em contato com o cimento resinoso. As resinas indiretas estudadas foram a Brilliant Dentin (Coltène) e a Herculite XRV (Kerr). Os espécimes confeccionados com a resina indireta Brilliant foram divididos em 12 grupos experimentais: 1) controle (sem tratamento) 2) aplicação do sistema adesivo Duo Bond (Coltène) indicado pelo fabricante, 3) aplicação do sistema adesivo Photo Bond (Cavex Holland), 4) aplicação do silano Photo Bond Resin Plus Porcelain Ativator (Coltène), 5) jateamento com óxido de alumínio 50 μm , 6) jateamento com óxido de alumínio 50 μm e aplicação do sistema adesivo Duo Bond, 7) jateamento com óxido de alumínio 50 μm e aplicação do sistema adesivo Photo Bond, 8) jateamento com óxido de alumínio 50 μm e aplicação do silano Photo Bond Resin Plus Porcelain Ativator, 9) jateamento com óxido de alumínio 50 μm e condicionamento com ácido fosfórico 37% por 5 minutos, 10) jateamento com óxido de alumínio 50 μm , condicionamento com ácido fosfórico 37% por 5 minutos e aplicação do sistema adesivo Duo Bond, 11) jateamento com óxido de alumínio 50 μm , condicionamento com ácido fosfórico 37% por 5 minutos e

aplicação do sistema adesivo Photo Bond, 12) jateamento com óxido de alumínio 50 µm, condicionamento com ácido fosfórico 37% por 5 minutos e aplicação do silano Photo Bond Resin Plus Porcelain Ativator. Os espécimes confeccionados com resina indireta Herculite XRV foram divididos em 5 grupos: 1) grupo controle (sem tratamento) 2) jateamento com óxido de alumínio 50 µm, 3) jateamento com óxido de alumínio 50 µm e condicionamento com ácido hidrofúorídrico 9,5% durante 20 segundos, 4) jateamento com óxido de alumínio 50µm e aplicação do agente silano Silano Primer (Ultradent), 5) jateamento com óxido de alumínio 50 µm, condicionamento com ácido hidrofúorídrico 9,5% durante 20 segundos e aplicação do agente silano Silano Primer (Ultradent). As peças foram cimentadas utilizando o cimento resinoso Duo Cure Cement (Coltène), fotoativados por 40 segundos e armazenados em água destilada 37°C por 24 horas. O teste de cisalhamento foi realizado a uma velocidade de 5 mm/min. Os resultados obtidos da resina indireta Brilliant foram: o grupo 1 (controle) alcançou os menores valores de resistência adesiva 35,1 MPa o maior valor foi obtido do grupo 7 jateamento com óxido alumínio e agente silano 101,2 MPa. Na resina indireta Herculite XRV os menores resultados foram obtidos nos grupos onde foi feito condicionamento com ácido fosfórico e os maiores resultados foram obtidos do grupo jateamento + silano, que não foi estatisticamente diferente ao jateamento, condicionamento com ácido fosfórico e silano. Concluiu-se que o jateamento com óxido de alumínio foi efetivo para melhorar a resistência adesiva de ambos os materiais e que o condicionamento com ácido fosfórico diminuiu os valores de resistência adesiva nos grupos jateados.

Touati⁷⁹ (1996) descreveu a evolução dos materiais estéticos restauradores utilizados para a confecção de restaurações tipo *inlay* e *onlay*, ressaltando a grande importância de conhecer as propriedades biológicas e

estéticas destes materiais, porque a demanda dos pacientes por restaurações de aparência natural é cada vez maior. Na hora de seleção do material para confecção de facetas, *inlay* e *onlay*, tanto em anterior como posterior as opções eram as cerâmicas e as resinas compostas. O primeiro *inlay* cerâmico foi criado pelos doutores Herbst & Jones em 1882, mas os poucos avanços na área adesiva não permitiam que fossem devidamente cimentados e, portanto fracassavam em um reduzido espaço de tempo. O primeiro *inlay* em resina composta indireta foi confeccionado na década dos anos 80, apresentando as seguintes vantagens: fácil fabricação, baixo custo comparado com as cerâmicas, resultado estético, adequada adaptação marginal, redução da contração de polimerização e baixa abrasividade da estrutura dental antagonista. Essas resinas indiretas de micro-partícula apresentavam uma resistência flexural de 60 a 80 MPa, não suportando grandes cargas oclusais, resultando em um alto índice de fratura, desgaste oclusal e instabilidade de cor. Para aumentar a resistência foi associada a estruturas metálicas, a fabricação deste tipo de prótese tampouco teve êxito. Uma segunda geração de compósitos indiretos, com um sistema de fotoativação mais complexo associado à pressão e calor surgiu na década dos anos 90. A incorporação de partículas cerâmicas na matriz polimérica resultou em melhores propriedades mecânicas e estéticas. O autor concluiu detalhando as vantagens que deve ter um bom material restaurador e assegurando que as resinas laboratoriais de segunda geração satisfazem quase todos os requisitos, sugerindo a realização de pesquisas tanto *in vivo* como *in vitro* para avaliar esse novo material.

Hummel et al.²⁹ (1997) estudaram a influência do tratamento superficial de resinas compostas indiretas antes da cimentação. Os compósitos indiretos utilizados foram o APH (LD Caulk), Charisma (Kulzer), Dentacolor (Kulzer).

Nove corpos-de-prova de 6 mm de diâmetro foram confeccionados para cada resina e divididos em 6 grupos: 1) ácido hidrofluorídrico 54% por 5 segundos (Aldrich Chemical), 2) ácido ortofosfórico 37% (3M) durante 15 segundos 3) jateamento com óxido de alumínio 50 µm durante 10 segundos, condicionamento com ácido fosfórico 37% durante 15 segundos seguido de jateamento com óxido de alumínio 50 µm durante 10 segundos, 4) jateamento com óxido de alumínio 50 µm durante 10 segundos, condicionamento com ácido hidrofluorídrico 54% por 5 segundos e mais 10 segundos de jateamento, 5) jateamento com óxido de alumínio 50 µm durante 10 segundos, condicionamento com ácido fosfórico 37% por 15 segundos, 6) jateamento com óxido de alumínio 50 µm durante 10 segundos, condicionamento com ácido hidrofluorídrico 54% por 5 segundos. Corpos-de-prova da resina P-50 (3M) foram confeccionados, tratados com ácido fosfórico 37% por 15 segundos. Aplicou-se o sistema adesivo Adhesive bond II resin (Kulzer) e o cimento adesivo Twinlook (Kulzer) foi inserido nas superfícies tratadas e cimentadas mediante pressão manual por 60 segundos e fotoativada por três direções com o aparelho de luz halógena Visilux (3M). Os espécimes foram armazenados por quatro semanas a temperatura ambiente. O teste de cisalhamento foi realizado na máquina de ensaio universal Instron a uma velocidade de 0,025 cm/min. Cinco amostras foram confeccionadas e tratadas com os diferentes métodos para observação em microscópio eletrônico. A análise estatística revelou que nenhum dos tratamentos aumentou significativamente a resistência adesiva. A média de resistência adesiva das resinas compostas híbridas APH foi significantivamente maior para o grupo 6, sendo de 10,4 MPa. Para a resina Charisma o tratamento mais efetivo foi do grupo 3 sendo de 9,1 MPa. O grupo 4 apresentou 7,6 MPa de resistência adesiva, mas estes valores não foram estatisticamente diferentes dos menores obtidos dos mesmos

grupos. Os autores concluíram que o condicionamento com ácido não é suficiente para produzir uma efetiva resistência adesiva. O tratamento com ácido fluorídrico não é recomendado, pois destroem a superfície dos compósitos.

Leinfelder⁴⁰ (1997) descreveu em seu artigo a evolução dos materiais restauradores estéticos, desde a introdução da resina acrílica na odontologia na década dos anos 50, desenvolvida na Alemanha pela companhia Kulzer GmbH. Esse material era constituído por finas partículas de polímeros envolvidos em um monômero da mesma composição. Inicialmente foi utilizado para a construção de base das dentaduras removíveis, também empregado para a confecção de dentes artificiais, restaurações temporárias, esplintagem intra-oral, em coroas/pontes tipo *venner* e, por um período de tempo utilizado como agente para cimentação e material restaurador para dentes anteriores. Nos últimos anos, esforços têm sido feitos para desenvolver novos materiais que possam substituir os materiais à base de cerâmica para as restaurações de superfícies oclusais. A formulação de Bowen (Bis-GMA) foi um avanço, mas seu comportamento clínico, principalmente em posterior não apresentava todas as características esperadas. O objetivo principal das pesquisas nas últimas duas décadas tem sido acoplar as melhores propriedades das cerâmicas e das resinas compostas. O autor relata sobre o novo sistema de resina indireta (cerômeros), a qual exibe uma melhoria na resistência ao desgaste, superior adaptação marginal e um ótimo comportamento clínico. Os cerômeros combinam as características dos materiais resinosos, que apresentam resistência ao desgaste e a estética das cerâmicas, dando como resultado um novo polímero com potencial para várias aplicações clínicas.

Cardoso et al.⁷ (1998) avaliaram três sistemas adesivos, aplicados em dentina, mediante o ensaio de tração, cisalhamento e micro-tração. Foram

utilizados 30 terceiros molares humanos extraídos. A dentina da superfície vestibular e proximal foi exposta com o auxílio de um disco de diamante montado na máquina de cortes Labcut 1010 (Extec Corporation). Utilizaram o sistema adesivo convencional de três passos Scotchbond Multi-Purpose Plus (3M), convencional de dois passos Single Bond (3M), e autocondicionante Etch & Prime 3.0 (Degussa), os quais foram aplicados de acordo com a instrução dos fabricantes. Os dentes foram restaurados com a resina Z100 (3M), armazenados em água destilada 37°C por 24 horas. Os testes de cisalhamento e tração foram realizados na máquina universal de ensaios mecânicos, a uma velocidade de 0,5 mm/min. A dentina dos 30 dentes foi re-exposta e preparada da mesma forma anteriormente relatada. Usando a máquina de cortes Labcut 1010, os dentes foram cortados em forma de “palito”. O teste de micro-tração foi realizado na máquina de ensaio universal Kratos (Dinamômetros, Brasil), com velocidade de 0,5 mm/min. Os autores encontraram os seguintes resultados: quando utilizado o teste de micro-tração não houve diferença estatística entre os adesivos; os maiores valores de resistência adesiva foram do sistema adesivo Single Bond; os menores valores foram do sistema adesivo Etch & Prime 3.0. No teste de cisalhamento encontrou-se diferença estatística entre os grupos, onde o Single Bond apresentou os maiores valores. Não houve diferença nos valores obtidos entre Scotchbond Multi-Purpose Plus e Etch & Prime 3.0. Comportamento similar foi mostrado no teste de tração, onde os menores valores foram do sistema adesivo Etch & Prime 3.0. Comparando os três testes, o teste de micro-tração evidenciou o menor coeficiente de variação, pois as interfaces adesivas são menores em comparação ao teste de tração, apresentando menos defeitos na superfície testada. Os autores concluíram que o sistema adesivo convencional de

dois passos atingiu os maiores valores de resistência adesiva, o sistema autocondicionante os menores valores nos três testes aplicados.

Hauptmann e Mandarino²⁷ (1998) avaliaram através do ensaio de cisalhamento a eficácia da silanização na retenção das restaurações indiretas de resina composta e porcelana. Foram utilizados 150 molares humanos, que tiveram a superfície oclusal removida, para expor a dentina. Este substrato foi polido com lixas de água #150 e #320 (3M). A resina composta utilizada foi a Charisma (Kulzer) e a porcelana de baixa fusão L.F.C. (Degussa) divididas em 6 grupos: 1, 2 e 3 em resina composta com os seguintes tratamentos: 1) jateamento com óxido de alumínio 50 µm, ácido fluorídrico 9,5% e silano; 2) jateamento com óxido de alumínio 50 µm e silano; 3) jateamento com óxido de alumínio 50 µm. Os grupos 4, 5 e 6 em porcelana, com os seguintes tratamentos; 4) jateamento óxido de alumínio 50 µm, ácido fluorídrico 9,5% e silano; 5) jateamento com óxido de alumínio 50 µm e silano; 6) jateamento de óxido de alumínio 50 µm. Todos os dentes receberam condicionamento ácido 37% e tratamento com o sistema adesivo dentinário Scotchbond Multi-Purpose (3M). As peças de resina composta e porcelana foram cimentadas com o cimento Dual Cement (Vivadent). Após 24 horas foram submetidos ao teste de cisalhamento e os resultados submetidos à análise estatística. O teste de Kruskal–Wallis não apresentou diferenças estatisticamente significantes entre os grupos estudados. Os menores valores foram apresentados pelo grupo jateamento com óxido de alumínio 50 µm e silano, os maiores valores pelo grupo jateamento óxido de alumínio 50 µm, ácido fluorídrico 9,5% e silano, tanto na cerâmica, como na resina composta. Concluíram que os tratamentos não apresentaram diferença entre si e que o jateamento superficial com óxido de

alumínio para os dois materiais é indispensável para se obter a união com a superfície dentinária.

Koczarski³⁶ (1998) relatou a utilização dos cerômeros para substituir as restaurações defeituosas em amálgama. No artigo é relatado o histórico das restaurações indiretas, desde seu surgimento, no final da década de 80, relatando as desvantagens desta geração como a instabilidade de cor e fratura, quando submetidos a estresse oclusal. Uma segunda geração de material, os polímeros otimizados com partículas cerâmicas (cerômeros) foram introduzidos, diferenciando-se da geração anterior por estarem constituídos por finas partículas cerâmicas fundidas em uma matriz orgânica, dando como resultado um material restaurador com características de estética natural, desgaste semelhante ao da estrutura dental e alta resistência à fratura. O autor descreve o protocolo clínico para preparo de restaurações tipo *inlay/onlay* a serem restaurados com cerômeros, descrevendo detalhadamente a substituição de duas restaurações em amálgama no primeiro e segundo molar inferior direito, sendo ambas cimentadas com o auxílio do cimento dual Variolink II (Ivoclar/Vivadent). Concluiu que, como em qualquer restauração, o sucesso está baseado em um bom diagnóstico e seleção do material restaurador para cada paciente.

Krejci et al.³⁸ (1998) recomendaram a utilização do cerômero como material restaurador indireto para fabricação de peças tipo *inlay* e *onlay*. No artigo são descritos os procedimentos clínicos para o preparo deste tipo de restauração, ressaltando que a técnica de cimentação recomendada é adesiva e portanto não são necessários preparos retentivos, o que permite desenhos de cavidades minimamente invasivas. O cerômero, quando submetido a tensões intra-orais, apresenta uma capacidade de deformação semelhante ao dente natural, o que

reduz as fraturas do material ou entre a restauração e o material. Suas principais indicações são coroas, *inlays*, *onlays* e pontes fixas até pré-molares. As margens da restauração podem ser localizadas em esmalte ou dentina, e o dente pode apresentar ou não vitalidade. As vantagens desse novo material restaurador são: invasão mínima durante o preparo, diminuição do custo do tratamento, quando comparado com a cerâmica, translucidez natural, módulo de elasticidade semelhante à dentina e textura similar ao esmalte. Para restaurações indiretas, a forma da cavidade é irrelevante, a espessura mínima do material restaurador é de 1 mm. A cimentação adesiva depende do substrato onde vai ser cimentada a peça, pois os tratamentos variam para esmalte e dentina. Está indicado o jateamento com óxido de alumínio e a silanização da superfície interna das peças. Em um estudo experimental realizado pelos autores 10 coroas foram cimentadas em 5 pacientes. Após 12 meses foram avaliadas, onde 100% das coroas estavam em perfeito estado.

Maira⁴³ (1998) analisou como as inovações na tecnologia dos compósitos indiretos e dos procedimentos adesivos ajudaram o desenvolvimento de um novo material restaurador: as resinas laboratoriais de segunda geração. O autor descreveu desde as primeiras intenções dos doutores Touati & Pissis de desenvolver um compósito laboratorial com a finalidade de confeccionar restaurações indiretas tipo inlay/onlay. Esses novos materiais geraram grande expectativa, mas em curto tempo mostraram resultados clínicos pouco favoráveis, resultando em fraturas parciais ou totais, excessivo desgaste oclusal e descoloração. Como consequência dos baixos resultados obtidos com as resinas indiretas de primeira geração e as limitações das cerâmicas, foi necessário o desenvolvimento de um material estético para restaurações indiretas: os cerômeros, um composto

microhíbrido com carga inorgânica de pequeno diâmetro (0,04 a 1 μm). As partículas inorgânicas são submetidas a um processo de silanização, o que melhora a adesão à matriz orgânica. O pequeno tamanho das partículas cerâmicas tem influência direta nas propriedades mecânicas e ópticas do material, aumentando sua capacidade de polimento, resultando em superfícies lisas e estéticas. Entre as características físicas das resinas laboratoriais de segunda geração estão: módulo de elasticidade de 13.100 MPa para as resinas de esmalte e 9.700 MPa para as resinas de dentina, valores muito próximos da dentina natural: 12.000 MPa. A resistência flexural alcança 142 MPa para compósitos de dentina e 148 MPa para compósitos de esmalte. Os valores de resistência à compressão, tanto em esmalte e dentina, 442 MPa e 413 MPa, respectivamente. O nível de desgaste por abrasão é calculado em torno de 1,2 μm por ano, menor que o esmalte natural 8 μm por ano. No artigo são descritos os procedimentos clínicos para substituir as grandes restaurações de amálgama defeituosas por restaurações indiretas tipo *inlay/onlay*. Concluiu que as resinas laboratoriais de segunda geração surgiram para reunir as melhores propriedades das resinas compostas e cerâmicas, superando as limitações que comprometiam o sucesso das restaurações indiretas.

Bouschlicher et al.³ (1999) estudaram a resistência adesiva entre cimentos resinosos duais e resinas laboratoriais submetidas a diferentes tratamentos superficiais. Cento e vinte amostras das resinas laboratoriais Artglass (Heraeus Kulzer), belleGlass HP (Kerr), Concept (Ivoclar) e Targis (Ivoclar) foram confeccionadas aos pares e polidas manualmente com lixas de papel granulação #320 sendo armazenadas à temperatura ambiente durante 24 horas. As amostras foram divididas em 12 grupos experimentais: 1) Artglass submetida a jateamento com óxido de alumínio 50 μm durante 4 segundos, utilizando o aparelho Microetcher

II Intra-oral Sandblaste (Danville) e aplicação do Artglass Liquid (Heraeus Kulzer), 2) Artglass submetida a jateamento com óxido de alumínio 50 µm durante 4 segundos, utilizando o aparelho Microetcher II Intra-oral Sandblaste, 3) Artglass submetida a jateamento com partículas de sílica silanizadas 30 µm durante 4 segundos, utilizando o CoJet-Sand intra-oral system (ESPE) e aplicação do Artglass Liquid, 4) Artglass submetida a jateamento com partículas de sílica silanizadas 30 µm durante 4 segundos, utilizando o CoJet-Sand intra-oral system, 5) belleGlass tratada com jateamento com óxido de alumínio 50 µm, utilizando o aparelho Microetcher II Intra-oral Sandblaste durante 4 segundos, 6) belleGlass jateada com partículas de sílica silanizadas 30 µm durante 4 segundos, utilizando o CoJet-Sand intra-oral system, 7) Concept submetida a jateamento com óxido de alumínio 50 µm durante 4 segundos utilizando o aparelho Microetcher II Intraoral Sandblaste e aplicação do Special Bond II (Ivoclar) especificado nas instruções do fabricante, penetrando durante 30 segundos, 8) Concept tratada com jateamento com óxido de alumínio 50 µm durante 4 segundos, utilizando o aparelho Microetcher II Intra-oral Sandblaste, 9) Concept jateada com partículas de sílica silanizadas 30 µm durante 4 segundos, utilizando o CoJet-Sand intraoral system (ESPE) e aplicação do Special Bond II especificado nas instruções do fabricante durante 30 segundos, 10) Concept tratada com partículas de sílica silanizadas 30 µm durante 4 segundos utilizando o CoJet-Sand intra-oral system, 11) Targis tratada com jateamento com óxido de alumínio 50 µm durante 4 segundos, utilizando o aparelho Microetcher II Intraoral Sandblaste, 12) Targis jateada com partículas de sílica silanizadas 30 µm durante 4 segundos, utilizando o CoJet-Sand intra-oral system. Após os tratamentos superficiais foi aplicado o sistema adesivo Dentin/Enamel Bonding Resin (Bisco) e as amostras cimentadas com uma pressão constante de 1,0 MPa utilizando o cimento resinoso Dual Cement

(Ivoclar), fotoativado por 80 segundos com o aparelho Elipar Highlight (ESPE) e armazenados em água deionizada durante 24 horas a 37°C. Finalmente os espécimes foram submetidos à termociclagem e submetidos a teste de cisalhamento a uma velocidade de 5,0 mm/min. O padrão de fratura foi observado em microscópio óptico 20X. Nos grupos confeccionados com a resina belleGlass HP e Targis o tipo de partícula utilizada no jateamento não apresentou diferença estatística, Artglass jateada com CoJet-Sand seguido da aplicação do Artglass Liquid mostrou valores de resistência adesiva superiores, quando comparados com os outros tratamentos ($35,9 \pm 3,4$ MPa). O grupo 10 e 9 apresentaram valores estatisticamente similares (24,8 MPa e 21,5 MPa), a aplicação do Special Bond II não melhorou os valores de resistência adesiva neste material (grupo 7 = 19,4 MPa, grupo 8 = 19,3 MPa). Foi concluído que a combinação do CoJet-Sand e Artglass Liquid resultou nos maiores valores de resistência adesiva, a utilização do jateamento seguido da aplicação de um sistema adesivo foi um tratamento efetivo para cimentação dos quatro materiais com um cimento resinoso dual.

Gomes²¹ (1999) analisou através do teste de micro-tração o efeito dos sistemas adesivos e materiais restauradores, cerâmica - IPS Empress (Ivoclar) e cêromero – Artglass (Kulzer) na resistência adesiva com o substrato dentinário. Os sistemas adesivos testados foram o Scotchbond MP Plus (3M) e Clearfil Liner Bond 2 (Kuraray). O esmalte de oito terceiros molares recém extraídos foi removido por meio de um desgaste perpendicular ao longo eixo do dente, utilizando um disco de diamante acoplado a uma máquina de corte. As superfícies dentinárias foram tratadas com os sistemas adesivos e as peças cimentadas segundo as instruções dos fabricantes. Após o armazenamento a 37°C por 48 horas os dentes foram preparados para o teste de micro-tração. Cada “palito” foi fixado ao dispositivo para

o teste pelas suas extremidades, de tal forma que a área de adesão fosse posicionada perpendicular ao longo eixo da força de tração. A análise estatística mostrou diferenças entre os sistemas adesivos onde o Clearfil Liner Bond 2 apresentou os maiores valores de resistência adesiva. Não houve diferença estatística, quando a variável foi o material restaurador.

O propósito da revisão de literatura sob o teste de micro-tração realizado por Pashley et al.⁵⁶ (1999) foi descrever as diferentes variações no teste para que cada pesquisador tenha conhecimento das opções e defina a melhor para a investigação a desenvolver. Muitos métodos foram e são utilizados para avaliar a resistência de união entre a dentina e esmalte e os sistemas adesivos. Segundo os autores era possível obter dados concluintes, com os teste convencionais até pouco tempo, pois os primeiros sistemas adesivos produziam uma união entre 10 e 15 MPa, mas com os avanços na área da odontologia adesiva levaram a um aumento destes valores, e um maior número de fraturas coesivas na resina ou dentina, permanecendo a união adesivo - dentina intacta. Se as amostras são tensionadas de uma forma não uniforme, a força se concentra em uma área, criando uma falha na dentina. Para evitar esse tipo de falha adesiva é necessário distribuir uniformemente as tensões durante o teste. A essência do teste é conseguir espécimes com uma área adesiva entre 0,5 e 1,0 mm de espessura, para que a força de tração permaneça concentrada na interface adesiva. Um tópico discutido no artigo é se cada “palito” deve ser considerado como uma amostra ou todos os “palitos” de um dente formam um conjunto. Os autores concluem que o teste de micro-tração oferece versatilidade, o que não é proporcionado por outros testes para medir resistência adesiva. Uma das desvantagens destacadas é que a obtenção dos

espécimes para esse método precisa de tarefas intensivas, mas os resultados obtidos são mais relevantes.

Sudsangiam e Noort⁷³ (1999) relataram em seu artigo *Do dentin Bond strength tests serve a useful purpose?* (os teste de resistência adesiva tem um propósito útil?), que o aumento do número de publicações sobre resistência adesiva é proveniente do contínuo lançamento pelas fábricas de novos sistemas adesivos. Na revisão de literatura os autores descrevem as características, relevância clínica e limitações dos dois métodos comumente utilizados para avaliar resistência adesiva: teste de cisalhamento e tração. No teste de cisalhamento o espécime é descolado por uma força aplicada paralelamente à superfície do dente. As vantagens deste método é que os espécimes e as cargas são de fácil manipulação. Outro método estudado foi a tração, onde o corpo-de-prova é colocado em uma máquina de ensaio universal e submetido a uma força de tração perpendicular à estrutura dentária. A maior dificuldade desse tipo de teste é manter o alinhamento do espécime, evitando concentrações de tensões incorretas relacionadas ao mau posicionamento. Verificando que variáveis podem influenciar os resultados dos testes adesivos, como armazenagem, preparação do substrato, materiais testados e método utilizado. Um dos pontos desfavoráveis dos testes de resistência adesiva é a falta de padronização do teste, dificultando a comparação dos resultados de uma pesquisa com outra. Concluíram que os resultados obtidos pelos testes de resistência adesiva provêm dados que não necessariamente refletem o comportamento clínico do material.

Nilsson et al.⁵² (2000) avaliaram a resistência adesiva de compósitos indiretos fixados com cimento resinoso. Os compósitos estudados foram: Z100 (3M), Targis (Ivoclar/Vivadent) e Artglass (Kulzer). Todos os espécimes foram

confeccionados de acordo com a instrução dos fabricantes, utilizando um molde em Teflon de 2 mm de espessura. Antes de serem submetidos a tratamento superficial, as amostras foram armazenadas em meio seco a temperatura ambiente de 1 a 5 dias. Os quatro pré-tratamentos testados foram: 1) controle (sem tratamento), 2) polimento com lixas de papel granulação #500 sob constante refrigeração, 3) jateamento com partículas de óxido de alumínio 120 µm durante 10 segundos, 4) jateamento com partículas de óxido de alumínio 120 µm durante 10 segundos e aplicação de agente silano. A rugosidade superficial foi analisada por meio de escaneamento com laser profilométrico (Topscan 3D) e qualitativamente por meio de microscópio eletrônico de varredura, três amostras de cada tratamento por material foram analisadas. Na segunda parte da pesquisa 10 amostras de cada tratamento por material foram confeccionadas, para um total de 120. Cada resina composta foi cimentada com os materiais recomendados pelo fabricante: 1) Z100, sistema adesivo Scotchbond MP e cimento resinoso Scotchbond resin cement, 2) Targis, sistema adesivo Heliobond e cimento resinoso Variolink, 3) Artglass, sistema adesivo Art glass liquid e cimento resinoso 2 bond 2. Após a cimentação os espécimes foram armazenados em meio úmido a 37°C por 24 horas. O teste de cisalhamento foi realizado na máquina de ensaio universal Lloyd Universal testing a uma velocidade de 0,7 mm/min. A rugosidade superficial aumentou do grupo controle ao grupo com jateamento que não foi alterado após o tratamento com silano. Os três materiais apresentaram textura superficial similar, depois de serem tratados com diferentes procedimentos. Do grupo controle, o material que obteve os maiores valores de adesão foi o Z100. O jateamento com óxido de alumínio e aplicação do agente silano apresentaram a melhor textura superficial e resistência adesiva, menos na resina Artglass, onde o tratamento com jateamento mostrou os maiores resultados.

Em todos os grupos, menos no controle, a resina Targis alcançou os maiores valores de resistência adesiva. Dos três materiais, Z100 foi o menos afetado pelos tratamentos superficiais. Foi concluído que os compósitos indiretos devem receber tratamentos superficiais antes de serem cimentados. Os tratamentos com jateamento e silano aumentam a força adesiva entre a resina indireta e o cimento resinoso. Os resultados mostraram que a resistência adesiva aumenta, quando aumenta a rugosidade superficial.

Santos et al.⁶⁶ (2000) determinaram, através do ensaio de cisalhamento, a resistência adesiva de uma resina composta à porcelana. Foram utilizados 20 corpos-de-prova cilíndricos da porcelana *Williams* com dimensões de 5 mm de diâmetro externo e 7 mm de comprimento. Os corpos-de-prova em uma de suas bases foram condicionados com ácido fluorídrico 9,5% (Dentsply) e ácido fosfórico 37% (Odashcan) durante 1 minuto, lavados por 30 segundos e secos com jatos de ar. Aplicaram duas camadas de *Primer Ceramic*, após um suave jato de ar, as superfícies foram tratadas com o adesivo One Step (Bisco) (grupo 1) e Single Bond (3M) (grupo 2). Completaram-se os espécimes com resina composta Z100 (3M), assim cada espécime final tinha o comprimento de 14 mm por 15 mm de diâmetro. O teste de cisalhamento foi realizado na máquina de ensaio universal Kratos a uma velocidade de 0,5 mm/min. Não houve diferença estatística entre os grupos 1 e 2, demonstrando que a composição química dos adesivos empregados não interferiu na adesão porcelana/resina composta.

Faria¹⁵ (2001) avaliou a resistência de união do Cerômero Artglass (Hereaus/Kulzer) ao cimento resinoso Rely X (3M/ESPE), através do teste de micro-tração, variando o tratamento superficial da peça: microjateamento com óxido de alumínio, Artglass Liquid, Silano, Ácido fluorídrico e Ácido fosfórico. Cinco espécimes

para cada tratamento foram confeccionados, consistindo de um par de cilindros (10 mm x 10 mm). Antes da cimentação todas as amostras foram preparadas através de jateamento com óxido de alumínio 50 μm durante 5 segundos e divididos aleatoriamente em 5 grupos: 1) aplicação do líquido Artglass, 2) condicionamento com ácido fosfórico 37% por 60 segundos; 3) condicionamento com ácido fosfórico 37% por 60 segundos e silano; 4) aplicação de ácido fluorídrico 10% por 2,5 minutos; 5) aplicação de ácido fluorídrico 10% por 2,5 minutos e silano. Após os respectivos tratamentos de superfície, as amostras de cerômero foram unidas aos pares com o auxílio de um posicionador mecânico e os excessos removidos. Em seguida, fotopolimerizados e armazenados em água destilada por 48 horas e posteriormente termociclados. Com o auxílio de um disco de diamante acoplado a uma máquina de cortes, “palitos” com 1 mm² de área de secção foram obtidos e submetidos à máquina de ensaio universal MTS 800. Os dados obtidos foram analisados estatisticamente sendo, a resistência de união significativamente maior no grupo 1 (29,39 $\pm$ 5,13 MPa) e no grupo 3 (29,49 $\pm$ 4,94 MPa) do que no grupo 4 (24,41 $\pm$ 2,67 MPa) e grupo 5 (22,19 $\pm$ 2,33 MPa). O valor apresentado pelo grupo 2 foi de 27,49 $\pm$ 5,32 MPa. Não houve diferenças estatísticas entre os grupos 1, 2 e 3; 4 e 5 e 2 e 4. O autor concluiu que o microjateamento com óxido de alumínio e Artglass Liquid foi o pré-tratamento de superfície mais efetivo; a silanização em combinação com micro-jateamento e condicionamento ácido fosfórico 37% e o condicionamento com ácido fluorídrico diminuiu os valores de resistência adesiva, não sendo recomendados.

Guzmán – Ruiz et al.²⁶ (2001) compararam a relação entre a infiltração marginal e a resistência adesiva de restaurações indiretas em resina laboratorial de segunda geração e a superfície dentinária. Foram confeccionadas

cavidades classe II padronizadas em 37 molares humanos. Logo após foram feitas moldagens dos preparos, e restaurações tipo *inlay* foram confeccionadas com Targis (Ivoclar/Vivadent). A superfície interna das peças foi tratada com jateamento de óxido de alumínio 50 μm , silano (ESPE – Sil Silane coupler, ESPE) e uma fina camada de adesivo (EBS Multi-bond, ESPE). Na dentina exposta foi aplicado EBS – Multi (ESPE). O cimento Compolute Cement Aplicap (ESPE) foi aplicado na superfície interna das peças e nas cavidades onde foi inserida a restauração tipo *inlay*. Os dentes restaurados foram armazenados em água destilada a 37°C por duas semanas e termociclados 300X entre 5°C e 55°C com um tempo de permanência de 10 segundos. Para o teste de infiltração marginal os dentes foram submergidos em uma solução de nitrato de prata 50% por 2 horas em ambiente escuro, lavados em água destilada por 5 minutos e colocados em uma solução reveladora por 24 horas. Duas lâminas de 1,5 mm de espessura foram obtidas de cada dente mediante um corte mesiodistal, utilizando a máquina de corte Isomet e disco de diamante. Para determinar a extensão do agente traçador ao longo da parede gengival da cavidade, fotografias foram feitas de cada espécime, sendo usado microscópio óptico com um aumento de 20X. Para o teste de micro - tração as lâminas foram seccionadas buco – lingualmente, resultando em espécimes em forma de “palitos”, os quais foram testados na máquina de ensaios universal Zwick Meterial testing Machine, a uma velocidade de 1 mm/min. O tipo de fratura foi avaliada com microscopia eletrônica, classificada dependendo do substrato onde aconteceu a fratura. Os autores concluíram que não houve associação entre a infiltração marginal e a resistência adesiva. O tipo de fratura mais observada foi entre o adesivo e a parte mais superficial da cama híbrida.

Kawamoto et al.³¹ (2001) avaliaram o efeito do tratamento superficial na resistência adesiva em reparos em resinas compostas laboratoriais após termociclagem. Quatro tratamentos foram estudados: 1) controle (não tratamento) 2) agente silano, 3) adesivo, 4) agente silano e adesivo. As peças em resinas indiretas laboratoriais utilizadas foram: Estenia (Kuraray), Artglass (Heraeus Kulzer), Targis (Ivoclar), Belleglass HP (Kerr), Gradia (GC América), reparadas com resina direta ou indireta após o tratamento superficial. Os espécimes foram armazenados em água destilada por 24 horas e submetidos à termociclagem (10.000X4°C/60°C). A resistência adesiva foi avaliada por meio do teste de três pontos a uma velocidade de 1,0 mm/min. As resinas laboratoriais Estenia e Belleglass HP apresentaram os maiores valores de resistência adesiva reparadas com resina direta quando o tratamento superficial foi aplicação do agente silano $78,7 \pm 15,8$ MPa e $21,8 \pm 4,9$ MPa. Artglass e Targis tratados com silano e sistema adesivo e reparadas com resina direta mostraram maiores valores de resistência adesiva, quando comparado com os outros tratamentos ($72,3 \pm 13,4$ MPa, $67,5 \pm 13,7$ MPa). A Gradia reparada com resina direta exibiu os maiores resultados de resistência adesiva, quando tratada com sistema adesivo ($91,4 \pm 12,2$ MPa). Para todas as resinas laboratoriais o tratamento que apresentou os maiores resultados foi agente silano mais adesivo. Concluíram que o agente silano e o sistema adesivo são efetivos para realizar tratamentos superficiais para reparar resinas compostas laboratoriais.

Kitasako et al.³⁴ (2001) avaliaram a resistência adesiva de três cimentos resinosos à superfície dentinária em um período de 3 anos *in vitro*. O esmalte de 120 dentes bovinos foi removido e a dentina exposta restaurada com blocos de resina Clearfil CR Inlay (Kuraray) cimentados com um dos seguintes materiais: os cimentos químicos Panavia 21 (Kuraray) e MASA Bond, um material

experimental (Sun Medical Co.), e o cimento dual BISTITE (Tokuyama). Dez espécimes foram feitos para cada período experimental: 1 dia, 6 meses, 1 e 3 anos. Para testar a resistência adesiva os dentes restaurados foram submetidos a ensaio de cisalhamento em uma máquina de ensaio universal. O padrão de fratura foi observado com o auxílio de microscópio eletrônico de varredura. O período experimental de 1 dia obteve os melhores resultados, comparado com os outros períodos experimentais. Entre o cimento Panavia 21 e BISTITE não houve diferença estatística em todos os tempos testados. O cimento experimental MASA Bond apresentou os maiores valores de resistência adesiva. Os autores concluíram que o tipo de cimento utilizado afeta à durabilidade a longo prazo da adesão à dentina.

Lucerna-Martín et al.⁴² (2001) avaliaram a eficácia de diferentes procedimentos químicos e mecânicos usados para melhorar a resistência adesiva dos compósitos indiretos. Com o auxílio de uma matriz metálica de 3 mm de profundidade foram confeccionados 200 corpos-de-prova: 100, empregando a resina composta micro-híbrida Herculite XRV (Kerr) e os restante, utilizando a resina composta micro-partícula Heliomolar Radiopaque (Vivadent). As resinas foram inseridas na matriz em um incremento e fotoativadas com luz halógena por 40 segundos; uma segunda fotoativação foi efetuada no aparelho Ivomat 500 (Ivoclar) por 10 minutos. Posteriormente foram submetidos à limpeza ultrassônica por 2 minutos e conservados em água destilada por 4 semanas. Após armazenagem os corpos-de-prova foram divididos em 9 grupos, dependendo do tratamento superficial e um grupo controle: 1) condicionamento ácido fosfórico 37% por 1 minuto e aplicação do sistema adesivo Heliobond (Vivadent), 2) jateamento com óxido de alumínio 50 µm, condicionamento com ácido fosfórico 37% por 1 minuto e aplicação do sistema adesivo Heliobond, 3) condicionamento com ácido fluorídrico 9,6% por 2

minutos e aplicação de Heliobond, 4) condicionamento ácido fosfórico 37% por 1 minuto e aplicação do sistema adesivo Special Bond II (Vivadent) 5) jateamento com óxido de alumínio 50 µm, condicionamento com ácido fosfórico 37% por 1 minuto e aplicação de Special Bond II, 6) condicionamento com ácido fosfórico 37% por 1 minuto e aplicação do sistema adesivo Prime & Bond 2.0 (Dentsply), 7) jateamento com óxido de alumínio 50 µm, condicionamento com ácido fosfórico 37% por 1 minuto e aplicação do sistema adesivo Prime & Bond 2.0, 8) condicionamento com ácido fosfórico 37% por 1 minuto, condicionamento com ácido fluorídrico 9,6% por 2 minutos e aplicação do adesivo Prime & Bond 2.0, 9) condicionamento com ácido fluorídrico 9,6% por 2 minutos e aplicação de acetona 99% por 1 minuto e aplicação do adesivo Prime & Bond 2.0, 10) grupo controle sem tratamento. Um incremento de resina foi inserido e polimerizado sobre a superfície das resinas compostas tratadas. O conjunto foi armazenado em ambiente seco a temperatura ambiente por 24 horas. O teste de resistência adesiva ao cisalhamento foi realizado na máquina de ensaio universal Iberest com uma célula de carga de 500 N. O modo de fratura foi analisado em microscópio óptico (10X), em cada grupo um espécime foi observado em microscópio eletrônico de varredura. O teste ANOVA mostrou que o tratamento superficial afetou a resistência adesiva de ambos os materiais. Na resina Herculite o grupo 7 e o grupo controle apresentaram as maiores médias de resistência adesiva. As menores médias foram obtidas no grupo 2 e 4. Na resina Heliomolar a maior média foi alcançada pelo grupo controle, seguido do grupo 2, 5, 7. Os menores valores foram apresentados pelo grupo 1 e 2. Dos 9 tratamentos estudados, 4 tiveram influência da resina. Quando a resina Heliomolar foi condicionada com ácido fluorídrico, a resistência adesiva foi significativamente menor que a obtida com os grupos Herculite. O adesivo que apresentou os maiores valores de resistência

adesiva foi o Prime & Bond 2.0. Os autores concluíram que o jateamento com óxido de alumínio produziu os maiores valores de resistência adesiva, independentemente da composição da resina.

Sanares et al.⁶³ (2001) compararam a resistência de união à dentina, por meio do teste de micro-tração, de quatro sistemas adesivos convencionais de 1 passo com diferentes níveis de acidez, restaurados com compósitos fotopolimerizáveis e autopolimerizáveis. O esmalte oclusal de 24 terceiros molares humanos foi removido, utilizando um disco de diamante acoplado a uma máquina de corte, sob constante refrigeração. A dentina exposta foi examinada em microscópio estereoscópico (10X), verificando a presença de uma superfície adequada para realizar os procedimentos adesivos. Para padronizar a formação de *smear-layer* foi utilizada lixa de papel granulação #600. Os sistemas adesivos utilizados no estudo foram: Prime & Bond NT (Dentsply), OptiBond SOLO (Kerr), Single Bond (3M/ESPE) e One-Step (Bisco). A superfície dentinária de todos os dentes foi condicionada por 15 segundos, utilizando o ácido preconizado por cada fabricante. Os sistemas adesivos foram aplicados de acordo com as instruções dos fabricantes e polimerizados com o auxílio de um aparelho de luz halógena (VIP/Bisco). Cada grupo foi dividido em 2 sub-grupos, de acordo com o material restaurador: a resina composta Z100 (3M/ESPE) ou o compósito de polimerização química BisFil 2B (Bisco). Os dentes restaurados foram armazenados em água destilada a 37°C por 24 horas. Para a realização do teste de resistência adesiva, os dentes restaurados foram seccionados em espécimes em forma de “palitos”. O teste de micro-tração foi realizado na máquina de ensaio universal Instron, a uma velocidade de 1mm/min. O modo de fratura foi analisado em microscópio estereoscópico (30X), 4 espécimes de cada sub-grupo foram observados em microscópio eletrônico de varredura. A

correlação entre a acidez do sistema adesivo e a resistência adesiva foi analisada para os grupos restaurados com resina autopolimerizável. O pH de cada adesivo foi determinado com o auxílio de um medidor de pH digital (Modelo 501). Três leituras foram feitas para cada adesivo e calculada a média do pH. A resistência adesiva dos grupos restaurados com resina composta fotopolimerizável foi maior, comparada com os grupos restaurados com resina autopolimerizável. Não houve diferença estatística entre os adesivos, quando restaurados com resina fotopolimerizável. Uma relação linear foi observada entre o pH dos adesivos e a resistência adesiva. Quanto mais ácido o adesivo, maior a resistência adesiva. O adesivo One-Step obteve os maiores médias (33,1 MPa), apresentando um pH de 4,60. Os menores valores foram mostrados pelo adesivo Prime & Bond NT (5,4 MPa) com um pH de 2,68, os adesivos OptiBond SOLO (9,6 MPa, pH: 2,81) e Single Bond (12,4 MPa, pH: 3,60) não foram estatisticamente diferentes entre eles. Os padrões de fratura observados para os grupos restaurados com resina autopolimerizável foram: Prime & Bond e OptiBond SOLO 100% adesiva; Single Bond 84% adesiva e 16% mistas; One-Step 86% adesivas e 13% mistas. Os autores concluíram que o ar incorporado durante o preparo das resinas químicas parcialmente contribuiu para formação de bolhas que diminuíram a resistência adesiva. Há interação entre os monômeros ácidos presentes na camada inibida por oxigênio e os componentes das resinas químicas afetando sua completa polimerização.

Yoshida et al.⁸⁴ (2001) avaliaram a resistência adesiva de dois cimentos resinosos a peças indiretas em resina composta fabricados pelo sistema CAD/CAM com diferentes tratamentos superficiais após termociclagem. Corpos-de-prova foram confeccionados a partir de blocos da resina composta GN-I (GC) de diferentes tamanhos e forma (retangular 10 x 8 x 2,5 mm e circular 6 x 2,5 mm). As

peças foram polidas com lixa de papel de granulação #600 e lavadas em ultra-son durante 5 minutos. Os grupos experimentais estudados foram: 1) controle, cimentado com Link Max (GC), 2) aplicação do adesivo Repair Bond II (GC) e cimentado com Link Max, 3) aplicação do agente silano G-Cera Cosmotech II Primer (GC) e cimentado com Link Max, 4) controle, cimentado com Vita Cerec Duo Cement (VITA), 5) aplicação do agente silano Porcelain Bond (Kuraray) cimentado com Vita Cerec Duo Cement. Os cimentos foram manipulados de acordo com as instruções do fabricante e fixados aos pares, uma peça circular com uma retangular e fotoativadas durante 160 segundos em 4 direções. As amostras foram subdivididas em dois grupos, sem e com termociclagem. O teste de cisalhamento foi realizado na máquina de ensaio universal DCS-500 (Shimadzu) a uma velocidade de 0,5 mm/min. Os maiores valores de resistência adesiva do grupo sem termociclagem foram obtidos no grupo 5 (34,2 MPa) e no grupo 3 (33,7 MPa), o menor valor foi apresentado pelo grupo 1 (21,5 MPa) que não foi estatisticamente diferente dos resultados do grupo 2 (22,3 MPa) e o grupo 4 (21,4 MPa). Dos espécimes submetidos à termociclagem o menor valor foi do grupo 4 (14,4 MPa) que não foi estatisticamente diferente do grupo 1 (14,7 MPa), os maiores resultados foram dos grupos 3 (42,4 MPa) e no grupo 5 (37,0 MPa). As superfícies tratadas com silano obtiveram maiores valores de resistência adesiva, quando comparados com o controle. Para o grupo 5 não houve diferença entre os valores obtidos com e sem termociclagem. Nos grupos 2 e 3 os valores de resistência adesiva aumentaram após termociclagem e nos grupos 1 e 4 diminuíram. Os autores concluíram que a aplicação do agente silano na superfície das peças de resina laboratorial fabricada por meio do sistema CAD/CAM aumentou a resistência adesiva, comparado com o grupo sem tratamento e também após serem submetidas à termociclagem.

Ferrari et al.¹⁶ (2002) determinaram a integridade dos espécimes preparados para o teste de micro-tração, por meio de análise em Microscópio Eletrônico de Varredura, avaliando os defeitos antes de serem submetidos a estresse. Foram utilizados 28 molares humanos, divididos em 2 grupos: espécimes em esmalte e espécimes em dentina. Ambas as superfícies foram polidas com lixas de papel granulação #600 durante 60 segundos e novamente divididas em 2 grupos, de acordo com o sistema adesivo empregado: Clearfil SE (Kuraray) e Excite (Vivadent). Após a aplicação do sistema adesivo, as superfícies foram restauradas com blocos de resina composta mediante a técnica incremental. Os espécimes foram armazenados em solução salina a 27°C por 24 horas, posteriormente foram seccionados em amostras em forma de “palitos”, 40 em esmalte e 40 em dentina. Microfotografias foram realizadas com diferentes aumentos 120X, 710X e 1010X para avaliar a qualidade da interface adesiva. Todos os espécimes apresentaram defeitos estruturais, e entre as falhas encontraram-se micro-rachaduras tanto em dentina, como em esmalte, em alguns espécimes de dentina observou-se a presença de esmalte devido à incompleta remoção durante o preparo dos espécimes. Foi mais freqüente a presença de micro-rachadura no esmalte que em dentina. Os autores concluíram que o ensaio mecânico de micro-tração é um método válido para estudar adesão dos materiais às estruturas dentais, mas deve ser classificado como um método sensível, pois precisa de muito cuidado para a confecção dos espécimes. Mas pesquisas devem ser realizadas para encontrar uma técnica para avaliar a integridade dos espécimes, antes de serem submetidos ao teste, para assim obter resultados mais próximos com a realidade.

Furukawa et al.¹⁷ (2002) avaliaram o efeito da espessura e capacidade de adesão de três cimentos resinosos na resistência à fratura e adesiva

de restaurações indiretas em compósito a dentina bovina e estabeleceram um protocolo clínico para a cimentação dessas peças. Discos de dentina bovina de 1 mm foram cortados com o auxílio de um disco de diamante acoplado a uma máquina de corte. As peças de cerâmica híbrida Estenia (Kuraray) foram preparadas em três espessuras diferentes: 0,95; 0,85; 0,5 mm. Cada disco foi tratado com o agente silano Clearfil Porcelain Bond Activator (Kuraray) e divididos em 5 grupos dependendo do protocolo clínico a utilizar: Grupo 1: não condicionamento ácido, *primer* (Primer (A+B)), sistema adesivo (A+B) sem fotoativação (Grupo 2 fotoativado por 20 segundos), cimento Clearfil DC Core fotoativado por 40 segundos. Grupo 3: não condicionamento ácido, *primer* ED primer 60 segundos, não aplicação de sistema adesivo, cimento Panavia F fotoativado por 40 segundos. Grupo 4: condicionamento ácido K-Etchant (40 segundos) grupo 4 lavagem e secagem, grupo 5 lavagem e leve secagem., sistema adesivo Clearfil Photo Bond fotoativado por 20 segundos, Clearfil DC Cement fotoativado por 40 segundos. A espessura do cimento foi controlada em 50, 150 e 500 μm , de forma que o conjunto dentina, cimento e peça fossem de 2 mm. Após 24 horas de armazenagem, os espécimes, 10 para cada grupo e testes, foram submetidos ao teste de resistência à fratura de três pontos e resistência adesiva na máquina de ensaio universal AG-500B (Shimadzu Co.). No teste de resistência à fratura, para as três espessuras testadas, os maiores valores foram obtidos no grupo 2 e 5. Não houve diferença estatística entre as diferentes espessuras com o mesmo procedimento clínico de cimentação, no grupo 4 onde a espessura do cimento de 500 μm obteve resultados menores quando comparado com as outras espessuras. No teste de resistência adesiva os grupos 2 e 5 apresentaram os maiores resultados respectivamente (22,1 MPa e 22,5 MPa); os demais grupos não mostraram diferenças estatísticas entre eles, sendo o menor

valor para o grupo 1 (8,9 MPa). Concluíram que as restaurações indiretas em resina composta podem alcançar alta resistência à fratura apesar de apresentarem espessuras de 0,5 mm.

Hisamatsu et al.²⁸ (2002) estudaram o efeito dos silanos e sistemas adesivos na resistência adesiva de reparos de resinas laboratoriais. Foram confeccionados corpos-de-prova (CP) de 10 mm de diâmetro e 2,5 mm de espessura, utilizando a resina laboratorial Dentacolor. Cento e sessenta amostras foram fotoativadas entre duas placas de vidro e, 16 amostras (grupo 1 e 2) fotoativadas diretamente para avaliar o efeito da camada inibida por oxigênio. Os CP foram polidos com lixas de papel de granulação #400 e posteriormente divididos em 18 grupos de 8 amostras cada: 1) controle, armazenado em meio seco, 2) controle, armazenado em meio úmido, 3) superfície submetida a polimento, sem aplicação do silano ou sistema adesivo, armazenado em meio seco, 4) superfície submetida a polimento, sem aplicação do silano ou sistema adesivo, armazenado em meio úmido, 5) tratamento com agente silano Porcelain Liner M, armazenado em meio seco, 6) utilização do agente silano Porcelain Liner M, armazenado em meio úmido, 7) aplicação do agente silano Silicer (seco), 8) aplicação do agente silano Silicer (úmido), 9) tratamento com o sistema adesivo Dentacolor Opake (seco), 10) tratamento com o sistema adesivo Dentacolor Opake (úmido), 11) aplicação do sistema adesivo New Metacolor Photo Opaque (seco), 12) utilização do sistema adesivo New Metacolor Photo Opaque (úmido), 13) aplicação agente silano Porcelain Liner M e o sistema adesivo Dentacolor Opake (seco), 14) aplicação agente silano Porcelain Liner M e o sistema adesivo Dentacolor Opake (úmido), 15) utilização do agente silano Porcelain Liner M e o sistema adesivo New Metacolor Photo Opaque (seco), 16) utilização do agente silano Porcelain Liner M e o sistema

adesivo New Metacolor Photo Opaque (úmido), 17) aplicação do agente silano Silicer e o sistema adesivo Dentacolor Opake (seco), 18) aplicação do agente silano Silicer e o sistema adesivo Dentacolor Opake (úmido), 19) aplicação do agente silano Silicer e o sistema adesivo New Metacolor Photo Opaque (seco), 20) aplicação do agente silano Silicer e o sistema adesivo New Metacolor Photo Opaque (úmido), posteriormente foi inserida uma nova camada de resina que foi fotoativada por 40 segundos. Após 24 horas de armazenagem, a resistência adesiva foi testada na máquina de ensaio universal AGS a uma velocidade de 0,5 mm/min. Os resultados mostraram que a utilização do agente silano em combinação com o sistema adesivo mostrou os maiores valores de resistência adesiva, o maior resultado foi obtido no grupo 14 (30,8 MPa), o menor resultado foi no grupo 3 (17,7 MPa). Os grupos armazenados em meio seco que alcançaram os maiores resultados foram os grupos 13, 15 e 19, para os armazenados em meio úmido 14, 18 e 20. Os autores concluíram que o uso de um sistema adesivo após a aplicação do agente silano é recomendado para assegurar uma adequada adesão entre as camadas dos compósitos.

Kitasako et al.³⁵ (2002) avaliaram a durabilidade da resistência adesiva de dois cimentos resinosos à base de 4 META/MMA-TBB a dentina bovina após um período de 3 anos. O 4 META é um monômero com estrutura hidrofílica e hidrofóbica, o que promove uma maior adesão às estruturas do dente, onde o metilmetacrilato (MMA) é utilizado como monômero e o tri-n-butil borano como agente catalisador. Dez dentes foram preparados para cada tempo experimental, 1 dia, 6 meses, 1 ano e 3 anos. Peças de 4 mm de espessura do compósito Clearfil CR Inlay (Kuraray) foram confeccionadas e posteriormente cimentadas com os materiais estudados: SuperBond C & B (Sun Medical) ou MASA Bond (cimento

experimental/Sun Medical). Os espécimes foram submetidos a teste de cisalhamento a uma velocidade de 1 mm/min e, em seguida, observados em microscópio eletrônico de varredura para determinar o padrão de fratura. Não houve diferenças estatísticas na resistência adesiva entre os materiais durante os diferentes tempos de armazenagem analisados. Em ambos, a resistência adesiva do tempo experimental de 1 dia e 6 meses foi significantivamente maior que nos outros períodos estudados. Os padrões de fratura foram diferentes para os dois materiais; 40% dos espécimes cimentados com SuperBond C & B durante os 3 anos mostraram padrões de fratura coesiva em dentina desmineralizada ou intacta e, 70 – 90% cimentados com MASA Bond apresentaram padrões de fratura adesiva no cimento. Os autores concluíram que para ambos os materiais a resistência adesiva diminuiu após 6 meses de armazenagem.

Konishi et al.³⁷ (2002) avaliaram a influência da distância da polpa na resistência adesiva da dentina em diferentes regiões do dente. “Palitos” de espessura 1,0 x 1,0 mm foram obtidos de terceiros molares humanos. As três regiões do dente estudadas foram vestibular, centro e palatina a diferentes profundidades: 1 mm da polpa, distância média entre a polpa e a junção amelodentinária e 1 mm da junção amelodentinária. Os espécimes foram examinados em microscópio eletrônico de varredura para conferir se os túbulos estavam orientados paralelos ao longo eixo dos espécimes e perpendiculares ao plano de fratura. Os “palitos” que não apresentavam esta característica eram descartados. Os corpos-de-prova obtidos do centro foram testados em duas profundidades: 1 mm da polpa e 1 mm da junção amelodentinária. Os “palitos” foram submetidos a teste de micro-tração a uma velocidade de 5 mm/min. A resistência adesiva diminuiu, quando aumentou a profundidade da dentina. A média de valores

variou desde 52,7 MPa (espécimes próximos à câmara pulpar) a 76,7 MPa (espécimes 1 mm de distância da junção amelodentinária). Não houve diferença estatística entre as diferentes regiões do dente avaliadas.

Mak et al.⁴⁵ (2002) avaliaram, através do teste de micro-tração, quatro sistemas de cimentos resinosos: 1) All-Bond 2/Choice; 2) Single Bond/Rely X ARC; 3) Super-Bond/C & B; 4) *Primer A e B*/Panávia F para cimentação de restaurações em compósitos de forma indireta (I) comparando os resultados com restaurações feitas de forma direta (D). Foram empregados 18 molares humanos. O esmalte oclusal foi removido com o auxílio de um disco de diamante acoplado a uma máquina de corte. Um compósito experimental (Bisco), ativado com calor e luz foi formulado para o experimento. Todas as peças foram polidas com lixas de papel de granulação #180, jateadas com óxido de alumínio por 10 segundos, condicionadas com ácido fosfórico 32% (Uni-Etch, Bisco) e silano Rely X (3M/ESPE). Para os grupos testados em resina direta foram utilizados os dois cimentos resinosos com seus respectivos sistemas adesivo All-Bond 2 (Bisco) e Single Bond (3M). Todos os cimentos foram utilizados em sua ativação química. Os dentes restaurados foram cortados usando a máquina de corte Isomet, sob constante refrigeração, até obter espécimes em forma de “palitos”, os quais foram submetidos à tensão na máquina de ensaio universal Instron modelo 4440. Utilizou-se análise fractográfica para observar o padrão de fratura dos “palitos”. Os maiores valores de micro-tração foram obtidos dos grupos All - Bond 2/Choice e Single Bond/Rely X ARC. O menor valor foi produzido por Panávia F ($16,1 \pm 3,9$ MPa). Quando comparadas às restaurações diretas e indiretas, obtiveram-se maiores resultados com o uso de restaurações diretas: All-Bond 2: $48,9 \pm 11,4$ MPa (D) e $38,2 \pm 8,2$ MPa (I); Single Bond: $51,0 \pm 11,3$ MPa (D) e $34,5 \pm 7,6$ (I).

Masotti et al.⁴⁶ (2002) investigaram a resistência de união à dentina, *in vivo* e *in vitro* do adesivo Single Bond (3M), por meio do teste de cisalhamento. Para o teste *in vitro* utilizaram 10 dentes humanos extraídos, onde foi realizado um desgaste oclusal até a exposição da dentina, a qual foi condicionada com ácido fosfórico 35% por 15 segundos, lavagem e secagem. Aplicou-se o sistema adesivo Single Bond (3M), de forma ativa, por 30 segundos seguidos de fotoativação por 10 segundos. Os dentes foram restaurados com a resina composta Z100 (3M). Para o teste *in vivo*, foram selecionados dentes pré-molares e molares com indicação de exodontia por motivos ortodônticos e/ou periodontais, perfazendo um total de 10 dentes. O procedimento foi o mesmo anteriormente descrito. Após 24 horas foi realizada a exodontia desses elementos e armazenados por 6 dias até serem submetidos ao teste de cisalhamento. Os valores obtidos foram analisados pela análise de variância, no qual foi constatado não haver diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

Olivieri et al.⁵³ (2002) avaliaram a resistência adesiva da resina de laboratório Solidex (Shofu), submetida a diferentes tratamentos superficiais. Com o auxílio de uma matriz metálica foram confeccionados 33 corpos-de-prova (CP) da resina Solidex, divididos em 3 grupos de 11 CP, dependendo do tratamento a serem submetidos: grupo 1) não sofreu tratamento superficial, grupo 2) jateamento com óxido de alumínio 50 µm, grupo 3) Condicionamento com ácido fosfórico 37% por 15 segundos. A cimentação foi realizada com o cimento adesivo resinoso Variolink II (Ivoclar – Vivadent), seguindo as recomendações do fabricante e utilizando um dispositivo metálico que possibilitava pressão constante de 1 MPa. O teste de cisalhamento foi realizada na máquina de ensaio universal Instron 4301 a uma velocidade de 0,5 mm/min. Os resultados foram submetidos a teste estatístico. Os

maiores valores foram obtidos com o grupo 2 e os menores foram apresentados pelo grupo 3. Não foram observadas diferenças estatísticas entre os grupos testados. Os autores concluíram que não houve diferença estatística entre os grupos e o tratamento que apresentou os melhores resultados foi o jateamento com óxido de alumínio 50 µm.

Vidal et al.⁸² (2002) investigaram a influência de dois tratamentos superficiais, na resistência de união entre dois compósitos Artglass e belleGlass e um cimento resinoso. Foram confeccionados 30 corpos-de-prova (CP) para cada material, divididos em 4 grupos: 1) compósito Artglass submetido a jateamento com óxido de alumínio 50 µm durante 5 segundos, lavagem, secagem e aplicação do sistema adesivo One Coat Bond, 2) compósito belleGlass tratado com jateamento com óxido de alumínio 50 µm durante 5 segundos, lavagem, secagem e aplicação do sistema adesivo One Coat Bond, 3) compósito Artglass condicionado com ácido fluorídrico 10% durante 3 minutos, lavagem, secagem e aplicação do sistema adesivo, 4) compósito belleGlass submetido a condicionamento com ácido fluorídrico 10% durante 3 minutos, lavagem, secagem e aplicação do sistema adesivo. As peças foram cimentadas com o cimento resinoso dual Fill Magic Dual Cement. Após 24 horas de armazenamento em água, os CP foram submetidos a teste de resistência à tração na máquina de ensaio universal EMIC DL-2000. Dois CP de cada grupo experimental foram observados sob microscópio eletrônico (500X). O teste de comparações múltiplas de Tukey verificou que existem diferenças estatisticamente significantes entre as médias de resistência à união entre os 4 grupos: os maiores valores foram obtidos pelo compósito Artglass/óxido de alumínio (18,35 MPa) e os menores valores Belleglass/ácido fluorídrico (3,90 MPa). Os autores observaram que os valores de resistência obtidos por meio do jateamento

com óxido de alumínio foram superiores em relação ao tratamento com ácido fluorídrico. A análise morfológica das superfícies tratadas com jateamento com óxido de alumínio mostrou um padrão de retenção mecânica mais favorável para a cimentação adesiva.

El-Zohairy et al.¹³ (2003) avaliaram, por meio do teste de micro-tração, o efeito de diferentes tratamentos superficiais em peças de resina composta e cerâmica confeccionadas com o sistema CAD/CAM e aderidas ao substrato dental com um cimento resinoso. Doze peças em cerâmica Cerec Vita Blocks Mark II (Vita) e 12 de resina composta Paradigm MZ100 Blocks (3M/ESPE) foram confeccionados, utilizando o sistema Cerec CAD/CAM system. As superfícies a serem cimentadas foram polidas com lixas de papel de granulação #600 e submetidas aos seguintes tratamentos: 1) controle (não tratamento); 2) aplicação de um sistema adesivo, segundo os cimentos resinosos empregado: Syntac Single Component (Vivadent), Optibond Solo Plus (Kerr) e Scotchbond 1 (3M); 3) condicionamento com ácido fluorídrico 8% e aplicação do agente silano Monobond-S (Vivadent); 4) condicionamento com ácido fluorídrico 8% 2 minutos e aplicação do sistema adesivo. Os cimentos resinosos testados, Rely X (3M), Tetric Flow (Vivadent) e Nexus (Kerr), foram inseridos sobre as superfícies tratadas até construir blocos de 5 mm de espessura. Cada incremento foi fotoativado durante 40 segundos com lâmpada halógena. Os espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C durante 24 horas. Com o auxílio da máquina de corte Isomet 1000, foram confeccionadas amostras em forma de “palitos” de 1 mm de espessura e submetidas ao teste de micro-tração na máquina de ensaio universal Instron a uma velocidade de 1 mm/min. As amostras do grupo em cerâmica (controle), tratadas só com adesivo, não foram avaliadas devido à perda dos “palitos” prematuramente, os três

cimentos apresentaram valores estatisticamente similares para os outros tratamentos. Os resultados mostraram que, para os mesmos tratamentos, comparando os blocos cerâmicos e em resina composta, os de resina composta alcançaram valores estatisticamente superiores aos cerâmicos, exceto para a cimentação com Tetric Flow, tratada com ácido fluorídrico e silano. Para a resina 3M Paradigm os maiores resultados foram obtidos com o tratamento ácido fluorídrico, silano e adesivo para os cimentos Rely X e Tetric Flow. Para o cimento Nexus não houve diferenças estatísticas entre o grupo 3 e 4. Os valores mais baixos foram obtidos dos grupos controle, excluindo o cimento Rely X, por perda prematura das amostras. Os autores concluíram que os blocos de compósitos fabricados com o sistema CAD/CAM e submetidos a tratamento com ácido fluorídrico, silano e adesivo apresentaram maiores valores de resistência adesiva que os blocos construídos com cerâmica.

Mota et al.⁵⁰ (2003) avaliaram a resistência adesiva entre esmalte e dentina bovina de quatro cimentos resinosos: Resin Cement, Rely X ARC, Nexus, Enforce. Foram empregados 40 incisivos bovinos, divididos em 2 grupos, de acordo o substrato utilizado. Uma matriz de polietileno em forma de cone foi utilizada para o preparo dos 10 espécimes por grupo, para um total de 8 grupos, 4 aderidos em dentina e 4 em esmalte. Para os cimentos Resin Cement e Rely X ARC as superfícies dos dentes foram condicionadas com ácido fosfórico 35% por 15 segundos. Aplicou-se o sistema adesivo Single Bond (3M), finalmente fixaram as peças com cimento inserido na matriz. As superfícies dos dentes cimentados com Nexus e Enforce foram condicionadas com ácido fosfórico 37% por 15 segundos e tratadas com sistema adesivo do próprio produto. O conjunto foi armazenado em água destilada por 7 dias a 37°C. O teste de cisalhamento foi realizado na máquina

de ensaio universal Instron a uma velocidade de 5 mm/min. Sem considerar o cimento resinoso utilizado, a resistência adesiva em esmalte ($11,2 \pm 2,5$ MPa) foi maior que na dentina ($7,5 \pm 1,6$ MPa). Diferenças significativas entre os cimentos em dentina foram observadas entre o cimento Nexus ($3,5 \pm 0,8$ MPa), que apresentou os menores resultados, e os outros cimentos testados Rely X ARC ($9,6 \pm 1,8$ MPa), Resin Cement ($9,3 \pm 0,9$ MPa), Enforce ($7,8 \pm 2,9$ MPa). Não houve diferença estatística entre os grupos em esmalte.

Murad⁵¹ (2003) avaliou a resistência adesiva em reparos de resina composta submetidos a diferentes tratamentos. Oitenta corpos-de-prova (CP) foram confeccionados em uma matriz metálica utilizando a resina microhíbrida Esthet-X (Dentsply). Após armazenagem durante 15 dias em água destilada, os CP foram divididos na metade e a superfície do reparo desgastada com ponta diamantada, condicionada com ácido fosfórico 37% durante 30 segundos e divididos em 4 grupos experimentais: 1) uma camada do adesivo Prime & Bond NT (Dentsply); 2) uma camada do agente silano Silano (Dentsply) e uma camada de adesivo Prime & Bond NT; 3) uma camada do agente silano; 4) três camadas de silano. Os CP foram recolocados na matriz metálica e reparados com a mesma resina composta. Os reparos foram armazenados em água destilada durante 24 horas e finalmente submetidos a ensaio de tração na máquina de ensaio universal EMIC a uma velocidade de 0,5 mm/min. Os resultados foram submetidos à análise de variância. As médias obtidas dos 4 grupos foram: 1) $28,93 \pm 7,68$ Kgf, 2) $27,87 \pm 9,57$ Kgf, 3) $20,59 \pm 5,82$ Kgf, 4) $22,0 \pm 6,69$ Kgf. O autor concluiu que a aplicação do adesivo tem influência positiva na resistência adesiva de reparos de resina composta, a associação do agente silano em uma e três camadas e associado ao sistema

adesivo não demonstrou vantagens, quando comparado com a aplicação de uma camada do sistema adesivo.

Oliveira et al.⁵⁴ (2003) avaliaram a resistência adesiva da resina laboratorial Solidex (Shofu, Inc.), submetida a diferentes tratamentos superficiais, cimentada com dois cimentos resinosos: Fill Magic Dual Cement (Vigodent, S.A.) e Enforce (Dentsply). A coroa de 64 molares recém-extraídos foi seccionada com disco de diamante, a dentina exposta submetida a desgaste com lixa de granulação #600 durante 15 segundos. Os corpos-de-prova foram confeccionados em laboratório a partir de uma matriz de poliéster com dimensões 6 mm x 4 mm x 6 mm. As peças receberam jateamento com óxido de alumínio 50 µm por 3 segundos e condicionamento com ácido fosfórico 37% durante 1 minuto. A superfície dentinária de todos os dentes foi condicionada com ácido fosfórico 37% por 20 segundos, lavagem 10 segundos e secagem com papel absorvente. Os espécimes foram divididos em 2 grupos com 4 tratamentos, de acordo com o cimento: 1) jateamento com óxido de alumínio 50 µm; 2) jateamento e adesivo (Scotchbond Multi Uso Plus, 3M); 3) jateamento e silanização; 4) jateamento, silanização e adesivo. Após uma hora da cimentação o conjunto foi submetido à termociclagem em 500 ciclos e, em seguida, armazenados em água destilada por 24 horas. Para o ensaio de tração foi utilizada uma máquina de ensaio universal com uma célula de carga de 1 KN, velocidade de 2 mm/min. Em ambos os grupos os resultados mais baixos de resistência adesiva foram encontrados nos grupos tratados com jateamento óxido de alumínio 50 µm mais adesivo. Nos grupos cimentados com Fill Magic Dual Cement, os maiores resultados foram encontrados no tratamento 4 (16,83 MPa), que não foi estatisticamente diferente ao tratamento 1 (13,47 MPa) e 3 (13,17 MPa). No cimento Enforce os maiores valores foram obtidos no grupo jateamento e silano (14,08 MPa).

Os autores concluíram que existe uma interação entre o material de cimentação e a técnica de cimentação, já que os resultados para os mesmos tratamentos foram diferentes para cada cimento. A aplicação de silano teve influência positiva na resistência adesiva à tração, pois as técnicas que utilizaram silano apresentaram melhores resultados para ambos os materiais.

Reis et al.⁵⁷ (2003) determinaram o efeito de diferentes níveis de umidade na resistência à união de adesivos dentinários com diferentes composições químicas: etanol e água (Single Bond/3M/ESPE), acetona (One-Step/Bisco) e água (Syntac Single Component/Ivoclar Vivadent). A dentina de 90 molares humanos foi exposta e polida com lixas de água de granulação #180. Após o condicionamento ácido as superfícies foram lavadas com água destilada durante 20 segundos e secadas por 30 segundos. Os adesivos foram aplicados em dentina seca (0 μm) e com o auxílio de uma pipeta, re-umedecidos com água destilada a diferentes níveis 1,5; 2,5; 3,5; 4,0 e 4,5 μm , sendo aplicados de acordo com a instrução dos fabricantes. As coroas dos dentes foram restauradas com a resina composta Z250 (3M/ESPE). Foi utilizado um disco de diamante acoplado a uma máquina de corte, para obter os espécimes em forma de “palito”, com uma área aproximada de 0,8 mm^2 . O ensaio de micro-tração foi realizado na máquina de ensaio universal Kratos Dinamômetros a uma velocidade de 0,5 mm/min . Os modos de fratura foram analisados com microscópio eletrônico a 400X. O nível de umidade onde cada adesivo alcançou os máximos valores de resistência adesiva variou para cada material: O Single Bond $42,2 \pm 6,7$ MPa (1,5 μm), One Step $40,1 \pm 4,6$ MPa (3,5 μm), Syntac Single Component $27,7 \pm 4,0$ MPa (1,5 μm). Os adesivos Single Bond e Syntac Single Component apresentaram melhor comportamento na dentina seca, enquanto o adesivo One Step se comportou melhor em dentina umedecida.

Soares et al.⁶⁸ (2003) avaliaram a influência de diferentes tratamentos de superfície na resistência de união de resinas compostas a um cimento resinoso. Quarenta e oito blocos de resina composta foram confeccionados, utilizando uma matriz de acrílico, dois compósitos de laboratório: Solidex (Shofu Inc.) e Targis (Ivoclar), e um compósito convencional, Filtek Z250 (3M/ESPE). Foram aleatoriamente divididos em 6 grupos: 1) controle, Lixa 600-SiC; 2) silanização (Silano, 3M ESPE); 3) jateamento (Danville Eng. Inc.) com Al_2O_3 50 μm por 10 segundos; 4) condicionamento com ácido fluorídrico por 60 segundos (Dentsply Caulk); 5) ácido fluorídrico + Silano; 6) jateamento + Silano. Blocos submetidos ao mesmo tratamento foram unidos com o sistema adesivo Single Bond (3M/ESPE) e o cimento resinoso Rely X (3M/ESPE). Uma carga de 500 g foi aplicada por 5 minutos e fotoativada por 40 segundos (XL 3000 /3M ESPE). O conjunto foi seccionado em “palitos”, com o auxílio da máquina de cortes 1000 Isomet (Buehler Ltd.) e um disco de diamante de 0,9 mm de espessura, posicionado perpendicularmente à interface de união. Foram realizadas constrições, limitando a interface de união a 1 mm e submetidas ao ensaio de tração. As maiores médias de união foram obtidas para os espécimes submetidos à aplicação do silano, após o jateamento com Al_2O_3 . O tratamento superficial com jateamento para compósito de uso indireto Targis apresentou resistência adesiva similar, quando era associado silanização com jateamento, que foi semelhante aos outros tratamentos.

Abu-Hanna e Gordan¹ (2004) avaliaram o tempo de condicionamento da dentina na resistência adesiva de sistemas adesivos convencionais de dois passos. Cento e oito molares humanos foram divididos em 3 grupos: 1) Single Bond (3M/ESPE); 2) One-Step (Bisco); 3) Syntac Single Component (Ivoclar/Vivadent). Cada grupo foi dividido em três subgrupos, variando o

tempo de condicionamento: 5, 15 e 30 segundos. A superfície dentinária de todos os dentes foi condicionada com ácido fosfórico 35%. A resina Z100 (3M/ESPE) foi fotoativada com o auxílio do aparelho halógeno Optilux 400 (Kerr-Demetron). Todos os espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C. Após 48 horas foram termociclados. A resistência adesiva foi estudada com o auxílio do teste de cisalhamento a uma velocidade de 0,5 mm/min. Dois espécimes de cada grupo foram processados em Microscópio Eletrônico de Varredura, para verificação do modo de fratura. Os grupos restaurados com sistema adesivo One Step e Single Bond não apresentaram diferença nos três tempos estudados. Os valores de adesão do Syntac Single Component foram diminuindo, segundo o aumento do tempo de condicionamento. O condicionamento ácido por 5 segundos revelou os maiores valores de adesão. O modo de fratura do Single Bond e One Step foi adesiva ou mista e para Syntac Single Component, todas foram adesivas. Concluíram que os tempos de condicionamento de menos de 15 segundos não afetam adversamente a adesão à dentina.

Ahid et al.² (2004) determinaram a influência de diferentes tempos e concentrações de condicionamento ácido e o efeito da técnica de abrasão com ar em dentina, na resistência adesiva, através do teste de micro-tração. A coroa de 20 molares humanos foi seccionada transversalmente até aproximadamente a junção cimento-esmalte e divididos em 5 grupos: 1) condicionamento ácido fosfórico 37% por 30 segundos; 2) condicionamento ácido fosfórico 37% por 15 segundos; 3) abrasão com ar por 10 segundos e condicionamento ácido fosfórico 10% por 30 segundos; 4) abrasão com ar por 10 segundos e condicionamento ácido fosfórico 37% por 15 segundos. A superfície dentinária de todos os grupos foi tratada com jato de óxido de alumínio 275 µm por 10 segundos, lavagem, aplicação do sistema

adesivo Optibond Solo Plus de acordo com as indicações do fabricante. A resina composta Z100 (3M) foi utilizada para a confecção de um bloco de resina sobre a superfície tratada. Os dentes foram preparados e submetidos ao teste de micro-tração. O teste ANOVA e Tukey revelou diferenças significativas entre o grupo 2 (ácido fosfórico 37% por 15 segundos) e os outros grupos, que não demonstraram diferenças estatísticas entre si. O grupo que mostrou maior resistência adesiva foi o grupo 3 (48,1 MPa). Para todas as amostras o padrão de fratura foi misto.

Castellon e Burgess⁹ (2004) mensuraram e compararam a resistência adesiva de quatro materiais para confecção de núcleo à dentina, utilizando adesivo Prime & Bond NT (Dentsply) fotoativado e de dupla ativação. A dentina da superfície vestibular de 80 molares humanos foi exposta e condicionada com ácido fosfórico por 15 segundos. Em 40 dentes o adesivo foi aplicado e fotoactivado por 30 segundos. Nos restantes 40 dentes, o adesivo foi misturado com um componente para polimerização química (*self-cure*) e fotoativado por 20 segundos. Cada grupo foi dividido em 4 sub-grupos, dependendo do material utilizado: um de polimerização química CompCore, e três de polimerização dupla FluoroCore, ParaCore e CorePaste. O conjunto foi submetido a teste de cisalhamento na máquina de ensaio universal Instron a uma velocidade de 5 mm/min. Os autores encontraram diferenças estatísticas na resistência adesiva do Prime & Bond NT utilizado de forma dual e fotoativado, quando utilizado com a resina química CompCore. Não houve diferenças estatísticas, quando utilizado com as resinas de polimerização dual. O adesivo fotoativado usado com a resina CompCore obteve os menores valores de resistência adesiva (0,8 MPa). Em contraste, os maiores valores foram apresentados pela resina dual FluoroCore em combinação com o adesivo ativado com luz. Não houve diferenças estatísticas entre

os quatro materiais testados, quando usados com o adesivo dual. Concluíram que a resina de polimerização química não é compatível com o adesivo fotoativado.

Cho e Dickens¹⁰ (2004) investigaram o efeito de diferentes concentrações de acetona no conteúdo de sistemas adesivos por meio do teste de micro-tração e investigaram se esta mudança afetaria a espessura do adesivo. Sistemas adesivos experimentais com diferentes concentrações de acetona: 27, 37, 47, 57 e 67% foram aplicados na superfície dentinária de molares humanos extraídos. Para mensurar a espessura do adesivo foi inserido 0,075% de pó de prata no compósito TPH (Dentsply) para conseguir maior contraste entre o adesivo e a resina. Após 24 horas de armazenagem em água destilada em temperatura ambiente os espécimes foram recortados em forma de cubo, com o auxílio de uma broca diamantada montada em peça de baixa velocidade, entalhando a interface adesiva, obtendo-se assim corpos-de-prova em forma de ampulheta. A resistência adesiva foi testada na máquina de ensaio universal Instron a uma velocidade de 1 mm/min. A espessura do adesivo foi determinada mediante análise de imagem digitalizada. A superfície foi observada em microscópio eletrônico. Com o aumento da concentração de acetona a resistência adesiva variou de 38 MPa (67% de acetona) a 64 MPa (37% de acetona). Os autores observaram que o aumento da concentração de acetona diminuiu a resistência adesiva. Um comportamento similar foi observado com a espessura do adesivo, A maior concentração de acetona diminuiu a espessura do adesivo. Dos 152 corpos-de-prova, 9 mostraram fratura coesiva na resina composta. Os autores concluíram que a concentração de acetona afetou a espessura do adesivo e a resistência adesiva. A possibilidade de aumento de rachaduras devido à evaporação da acetona, baixa polimerização e diminuição

da capacidade adesiva são as conseqüências do aumento da concentração de acetona para a resistência adesiva.

Giannini et al.¹⁹ (2004) avaliaram a resistência adesiva do esmalte, dentina e junção amelo-dentinária, usando a técnica de micro-tração. A superfície oclusal de molares humanos foi condicionada com ácido fosfórico 37% seguido da aplicação do sistema adesivo Single Bond (3M/ESPE). Após isso foi construído um bloco de resina composta (TPH SPECTRUM - Dentsply). O conjunto foi seccionado em direção vestibulo-lingual, para obter fatias de 0,7 mm de espessura, as quais foram divididas em 6 grupos. Com o auxílio de uma broca diamantada, montada em peça de baixa velocidade, as fatias foram entalhadas na interface adesiva, paralelamente e transversalmente à orientação dos prismas, obtendo-se assim espécimes em forma de ampulheta. Na dentina foram testadas três profundidades: superficiais: 1 mm, média: 2 mm e profunda 3 mm. A dentina superficial mostrou os maiores valores de resistência adesiva (61,64 MPa). Os menores valores foram apresentados pelo grupo em esmalte testado transversalmente à orientação dos primas. A profundidade da dentina tem influência na resistência adesiva, diminuindo à medida que se aproxima à polpa. Os resultados demonstraram que a resistência adesiva das estruturas dentais depende da conformação e natureza do substrato. O esmalte e dentina são influenciados pela orientação dos prismas e pela profundidade.

Goracci et al.²⁵ (2004) verificaram a influência da forma e geometria dos espécimes utilizados no teste de micro-tração, tanto em dentina como em esmalte. Foram utilizados 64 molares humanos divididos em 16 grupos (n = 4). Do grupo 1 ao 8 os espécimes tinham forma de ampulheta: 1 - 4 em esmalte e 5 - 8 em dentina variando a área de 0,5 x 0,5 mm; 1 x 1 mm; 1,5 x 1,5 mm ou 2,0 x 2,0 mm.

Do grupo 9 ao 16 foram incluídos os espécimes em forma de “palito”: 9 - 12 em esmalte e 12 - 16 em dentina com diâmetro de 0,5 x 0,5 mm; 1 x 1 mm; 1,5 x 1,5 mm ou 2,0 x 2,0 mm. O esmalte da superfície vestibular foi asperizada com lixa de água, sob constante refrigeração. Para o grupo em dentina a superfície oclusal foi removida com o auxílio de um disco diamantado acoplado a uma máquina de cortes. Utilizou-se o sistema adesivo Clearfil SE Bond Plus (Kuraray), de acordo com as recomendações do fabricante. Blocos de resina composta Clearfil AP-X (Kuraray) foram construídos por meio da técnica incremental. Para obtenção dos espécimes em forma de ampulhetas, entalhes foram realizados com uma broca diamantada. Após 24 horas de armazenamento, os espécimes foram submetidos ao teste de micro-tração e dois corpos-de-prova foram selecionados para análise em microscópio eletrônico de varredura. A análise estatística mostrou que as amostras em dentina ($39,04 \pm 17,20$ MPa) obtiveram resultados maiores que os espécimes em esmalte ($31,94 \pm 11,51$ MPa). O formato do espécime também foi estatisticamente significativo. Os “palitos” mostraram maior resistência adesiva ($38,53 \pm 17,47$ MPa) que as ampulhetas ($32,45 \pm 11,40$ MPa). O aumento da espessura de 0,5 a 2,0mm diminuiu a resistência adesiva. A análise em microscópio eletrônico de varredura revelou que os espécimes em forma de ampulheta especialmente em esmalte exibem linhas de fratura na área entalhada pela broca. Os autores concluíram que, tanto o substrato, forma e espessura dos espécimes têm influência nos resultados do teste de micro-tração e que não é recomendado entalhar os espécimes, especialmente em esmalte. Se esse procedimento for necessário é preferível que o espécime tenha uma área de 1,0 x 1,0 mm.

Matinlinna et al.⁴⁷ (2004) descreveram os agentes de união organo-funcionais trialkoxilosanos (silanos), sua química, propriedades e usos. Os silanos

são grupos de compostos orgânicos que essencialmente estão compostos por átomos de silício. Os silanos têm uma reatividade dupla são bifuncionais, ou seja, uma parte pode polimerizar com matrizes orgânicas e a outra parte, composta por grupos alcalinos, reage com matrizes inorgânicas, formando uniões covalentes entre ambas as matrizes. Podem ser monofuncionais, apresentando um só átomo de silício ou bifuncionais e trifuncionais, apresentando 2 e 3 átomos de silício. A principal característica dos silanos é sua capacidade de promover a adesão entre substâncias híbridas orgânico - inorgânicas, por meio de sua dupla reatividade. Os silanos podem ser aplicados em soluções aquosas polares como o etanol, isopropanol ou etil acetato. Os utilizados na odontologia são compostos de 90 - 95% por etanol ou isopropanol. Na Odontologia Restauradora é necessário uma grande resistência de união entre os materiais. O silano mais utilizado na odontologia é o monofuncional γ -metacrilosipropiltrimethoxisilano (MPS), geralmente diluído em etanol com um pH de 4 a 5. O MPS é utilizado para melhorar e promover a adesão entre metal – compósito, cerâmica - compósito e compósito - compósito, qualquer compósito que em sua formulação apresente grupos metacrilatos em sua composição pode utilizar silanos para melhorar a adesão. O mecanismo de reação dos silanos não está totalmente claro. Existem diversas teorias do mecanismo de adesão entre os silanos e o substrato. Os autores concluem que os materiais dentais estão em evolução e que os silanos têm um papel importante no desenvolvimento desses novos materiais.

Reis et al.⁵⁸ (2004a) determinaram o efeito de diferentes níveis de umidade na resistência à união de adesivos dentinários com diferentes composições químicas: etanol e água (Single Bond), acetona (One-Step) e água (Syntac Single Component), após diferentes tempos de armazenagem. A dentina de 45 molares

humanos foi exposta e polida com lixas de água de granulação #600. Após o condicionamento ácido as superfícies foram lavadas com água destilada por 20 segundos e secadas por 30 segundos. Os adesivos foram aplicados em dentina seca (0 μm) e com o auxílio de uma pipeta, re-umedecidos com água destilada a diferentes níveis 2,5 e 4,0 μm . Em seguida foram aplicados segundo a instrução dos fabricantes e as coroas dos dentes restauradas com a resina composta Z250 (3M/ESPE). Após 24 horas de armazenamento os dentes foram seccionados, utilizando um disco de diamante acoplado a uma máquina de corte para obter os espécimes em forma de “palito”, com uma área aproximada de 0,8 mm². A metade dos espécimes foram submetidos ao ensaio de micro-tração, a outra metade armazenada por um período de 6 meses em uma solução de água destilada e 0,4% de azida sódica. O teste de micro-tração foi realizado na máquina de ensaios universal Kratos Dinamômetros a uma velocidade de 0,5 mm/min. Os modos de fratura foram analisados com microscópio eletrônico a 400X. O nível de umidade, onde cada adesivo alcançou os máximos valores de resistência adesiva, variou para cada material, para o Single Bond e Syntac Single Component os maiores valores foram obtidos com 0 μm (26,1 MPa e 24,0 MPa) e 2,5 μm (32,6 MPa e 24,3 MPa), para o adesivo One Step a umidade de 4,0 μm apresentou os maiores valores (31,4 MPa). Independentemente do nível de umidade, uma considerável redução dos valores adesivos foi observada após 6 meses de armazenagem para os adesivos Single Bond (Imediatos 26,7 MPa, após 6 meses 19,9 MPa) e One Step (Imediatos 27,2 MPa, após 6 meses 17,6 MPa). Os valores do Syntac Single Component não diminuíram após 6 meses de armazenagem (Imediatos 20,3 MPa, após 6 meses 20,4 MPa). Os valores obtidos desse adesivo foram menores que os alcançados com os outros adesivos estudados. Os autores concluíram que a resistência adesiva

de adesivos com diferentes solventes diminuiu gradualmente com o tempo de armazenagem, independentemente do nível de umidade utilizado no processo adesivo.

Reis et al.⁵⁹ (2004b) investigaram a influência do tempo de armazenagem e diferentes velocidades de corte dos espécimes para o teste de micro-tração. A superfície dentinária de 36 molares humanos foi exposta e polida com lixas de papel granulação #600. Os dentes foram restaurados, utilizando o sistema adesivo Single Bond (3M/ESPE) e a resina composta Z250 (3M/ESPE). Em seguida, foram armazenados em água destilada a 37°C por 10 minutos, 24 horas e 1 semana. Após o período de armazenamento os espécimes foram cortados em forma de “palitos” utilizando um disco de diamante acoplado à máquina de corte Labcut 1010 com diferentes velocidades: 100, 300 ou 500 revoluções por minuto. Considerando que o raio do disco de diamante é 0,05 metros (5 centímetros), as velocidades de corte avaliadas foram 0,5; 1,6 e 2,6 metros por segundo. Também foi estudada a distância entre a dentina e a câmara pulpar, com o auxílio de um paquímetro digital. Os “palitos” foram submetidos ao teste de micro-tração na máquina de ensaio universal Kratos, a uma velocidade de 0,5 mm/min, e os modos de fratura analisados em microscópio estereoscópico (400X). A distância entre a dentina e a câmara pulpar variou entre 2,0 a 2,7 mm, indicando que as interfaces adesivas foram localizadas na dentina intermediária. Os valores mais altos de resistência adesiva foram observados no grupo armazenado por uma semana e cortado a uma velocidade de 2,6 m/s. Os menores valores foram obtidos dos espécimes armazenados por 10 minutos e cortados com a menor velocidade. Os padrões de fratura observados foram mistos ou adesivos. Os autores concluíram que o tempo de armazenagem e a velocidade de corte dos “palitos” podem afetar os

valores de resistência adesiva, e que essas variáveis devem ser padronizadas para todos os estudos que utilizem o teste de micro-tração.

Sadek et al.⁶² (2004) verificaram a influência da geometria dos espécimes utilizados no teste de micro-tração, tanto em dentina como em esmalte. Foram utilizados 32 molares humanos, divididos em 2 grupos, dependendo do substrato: dentina ou esmalte. Para os grupos em esmalte a superfície vestibular foi asperizada com lixa de água sob refrigeração; para o grupo em dentina a superfície oclusal foi removida com o auxílio de um disco diamantado, acoplado a uma máquina de cortes. Utilizou-se o sistema adesivo experimental ABF (Kuraray), de acordo com as recomendações do fabricante. Blocos de resina composta Clearfil APX (Kuraray) foram construídos por meio da técnica incremental. Após 24 horas, os dentes foram aleatoriamente divididos em 4 subgrupos de acordo com o formato: ampulheta ou “palito” e a área do “palito” 0,5 x 0,5 mm ou 1 x 1 mm. Para obtenção das ampulhetas, entalhes foram realizados com uma broca diamantada. Os espécimes foram submetidos ao teste de micro-tração e três de cada grupo selecionados para análise em microscópio eletrônico de varredura. A análise de variância mostrou que o substrato, o formato e as dimensões foram estatisticamente significantes. Os valores de resistência adesiva variaram entre 63,05 MPa (“palito” em dentina com 0,5 x 0,5 mm) e 33,85 MPa (ampulheta em esmalte com 1,0 x 1,0 mm). Com relação à área de união, quanto maior o espécime, menor a resistência adesiva. Para o ensaio mecânico de micro-tração, principalmente quando o substrato envolvido for esmalte, os espécimes devem ter forma de “palito”. O estrangulamento gera maiores tensões na interface adesiva, reduzindo significativamente os valores de resistência de união.

Tashiro et al.⁷⁴ (2004) avaliaram a influência da intensidade de luz, tempo de irradiação e espessura de restaurações indiretas em compósito na resistência adesiva de cimentos resinosos duais imediatamente após a cimentação e utilizando a técnica de pré-hibridização. Utilizaram dois aparelhos de fotoativação: uma luz halógena convencional (XL3000, 3M) intensidade 560 mW/cm², e uma unidade de alta intensidade 1.420 mW/cm² (Credi 8000, 3M). Discos da resina indireta Estenia (Kuraray) de 10 mm de diâmetro foram confeccionados em 4 espessuras: 1, 2, 3 e 4 mm. A medição da intensidade de luz que penetra através das diferentes espessuras foi feita com o auxílio de um radiômetro. Para o teste de resistência adesiva foram feitos 340 blocos de resina composta Filtek Z250 (3M). A superfície dos blocos de compósito foi tratada com a resina de baixa viscosidade (*flow*) Filtek Flow (3M) e coberta com o material temporário Cavite-G (ESPE) por 24 horas. A superfície dos blocos em compósito indireto foi jateada com óxido de alumínio 50 µm, condicionada com ácido fosfórico 35% e tratada com o agente silano Ceramic Primer (3M). O sistema adesivo utilizado foi o Single Bond (3M/ESPE). O cimento resinoso dual Rely X ARC (3M/ESPE) foi aplicado sobre as superfícies tratadas finalmente fotoativadas com luz halógena convencional por 40 segundos e com luz de alta potência por 10, 20 ou 40 segundos. O grupo controle consistiu em testar a polimerização química do cimento. Os espécimes foram armazenados em água por 10 minutos e 24 horas. Após a armazenagem o teste de resistência à tração foi realizado na máquina de ensaio universal AG-500B a uma velocidade de 2 mm/min. Depois de realizado o teste, o modo de fratura foi determinado mediante inspeção visual. A intensidade do aparelho fotoativador convencional diminuiu em 85%, quando testado com 1 mm de espessura e 78% com o aparelho de alta intensidade. A luz do aparelho convencional não penetra após 3

mm. Quando o compósito apresentava espessura de 1 mm não houve diferença estatisticamente significativa na resistência adesiva entre 10 minutos e 24 horas. Para a espessura de 2 mm a resistência adesiva de 24 horas foi maior que 10 minutos com o aparelho de luz convencional. Não houve diferença entre os tempos testados, quando utilizado o aparelho de alta intensidade. No grupo 3 e 4 houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos de 10 minutos e 24 horas ativados com halógena convencional e halógena de alta intensidade por 10 e 20 segundos. Para o grupo de polimerização química a resistência adesiva, após 24 horas, foi significativamente maior que após 10 minutos. A resistência adesiva dos cimentos resinosos duais, imediatamente após a cimentação, é influenciada pelo tempo de irradiação e a intensidade de luz que penetra através da restauração indireta.

Taveira et al.⁷⁵ (2004) avaliaram e compararam três tratamentos superficiais em restaurações indiretas de compósito, mediante observação em microscópio eletrônico de varredura. Os materiais estudados foram as resinas laboratoriais de segunda geração Vita Zeta LC (VITA) e Cristoball (Dentsply-Ceramco), submetidas a 3 tratamentos superficiais: 1) condicionamento com ácido fosfórico 37% por 5 minutos e lavagem; 2) condicionamento com ácido fluorídrico 10% por 5 minutos e lavagem; 3) jateamento com óxido de alumínio 50 µm, seguido de lavagem. Também foi analisado um grupo sem tratamento, como controle. O efeito dos tratamentos superficiais foi observado em Microscópio Eletrônico de Varredura (500, 750, 1000 e 1500X), comparando o grupo controle com os grupos experimentais. O tratamento com ácido fosfórico apresentou pouca superfície de retenção, indicando deficiência para criar superfície de retenção. O condicionamento com ácido fluorídrico mostrou uma severa descontinuidade, principalmente no

cêromero Cristoball. O jateamento proporcionou um padrão de retenção uniforme em ambos os materiais, sugerindo uma possível superioridade frente aos outros tratamentos.

Tay et al.⁷⁷ (2004a) examinaram a resistência adesiva de oito sistemas adesivos a um compósito de polimerização dual, por meio do teste de micro-tração. O esmalte oclusal de 48 terceiros molares humanos foi removido, utilizando a máquina de corte Isomet. A *smear-layer* foi padronizada com o auxílio de lixas de papel de granulação #180. Os sistemas adesivos estudados foram: One-Up Bond F (Tokuyama), Etch&Prime 3.0 (Dentsply), Xenon CF Bond (Dentsply), Reactmer Bond (Shofu), AQ Bond (Parkell), Prompt L-Pop (3M/ESPE), FuturaBond (VOCO) e o adesivo experimental RZ II (Parkell). Após a aplicação dos sistemas adesivos, o compósito de dupla polimerização Bis-Core (Bisco) foi testado em três modos de ativação: fotoativado, autopolimerizado e ativação “demorada”, que consistiu em aguardar 20 minutos antes da fotoativação do compósito. O conjunto dente-adesivo-resina foi armazenado em água destilada a 37°C por 24 h. Os dentes restaurados foram seccionados em espécimes em forma de “palitos” e submetidos ao teste de micro-tração na máquina de ensaio universal Instron a uma velocidade de 1 mm/min. Os modos de fratura foram observados em microscópio eletrônico de varredura. Para todos os adesivos, a média de valores de resistência adesiva da resina fotoativada foi maior que quando o compósito foi testado em sua versão química e polimerização “demorada”. Para os adesivos One-Up Bond F, Reactmer Bond e RZ II a resistência adesiva da resina autopolimerizável foi significativamente maior, comparada com a ativação “demorada”. Nos adesivos Prompt L-Pop, Etch&Prime 3.0 e FuturaBond a perda de “palitos”, antes de serem submetidos ao teste de micro-tração foi alta, os valores obtidos por esses adesivos são baixos. Para

todos os adesivos testados o modo de fratura na resina autopolimerizável e de ativação “demorada” foram adesivas. A maior parte dos espécimes restaurados com resina fotoativada mostrou padrão de fratura mista. Ao exame em microscópio eletrônico de varredura bolhas de água na interface adesivo – resina foram observados no modo de ativação autopolimerizável e “demorado”, concluindo que os adesivos de 1 passo e autocondicionantes se comportam como membranas permeáveis, após a ativação. A penetração de água através dos adesivos fotoativados comprometeu a adesão de resinas compostas ativadas em forma “demorada”. Os baixos valores adesivos da resina autopolimerizável, encontrados nessa investigação, devem-se parcialmente ao comportamento como membranas permeáveis mostrados pelos adesivos estudados.

Tay et al.⁷⁸ (2004b) na revisão de literatura sobre o movimento da água através da dentina, após aplicação do adesivo, relataram os avanços da odontologia, desde seu início na Inglaterra pelo Dr. Oskar Hagger na década de 50, com o desenvolvimento de um monômero composto por ácido glicerosfórico dimetacrilato e ácido sulfúrico. Esse novo material ajudou ao desenvolvimento do Sevitron, um adesivo comercial. O segundo e mais importante avanço foi pelo Dr. Buonocore, quando demonstrou que o ataque ácido ao esmalte melhora a adesão dos materiais com fórmulas químicas semelhantes à do Sevitron. Atualmente os sistemas adesivos se apresentam como sistemas de 3 passos, 2 passos ou 1 passo, dependendo se as etapas de condicionamento ácido, aplicação do *primer* e aplicação do adesivo estão separados ou simplificados. Os autores descrevem cada um desses sistemas adesivos, explicando suas vantagens, desvantagens e as marcas comerciais mais utilizadas. Uma das desvantagens dos sistemas adesivos convencionais de 2 passos e simplificado de 1 passo é sua incompatibilidade com os

compósitos de polimerização química que utilizam aminas terciárias como componente do catalisador. Isso ocorre porque os monômeros ácidos presentes nos adesivos desativam as aminas básicas. A incompatibilidade entre os compósitos químicos e os adesivos ácidos em dentina é parcialmente causada pela neutralização das aminas terciárias básicas da resina pelos monômeros ácidos residuais da camada inibida por oxigênio do adesivo. Outro fator responsável pela falta de adesão das resinas químicas com os adesivos fotoativados é o recente descobrimento de que, principalmente, os sistemas adesivos simplificados de 1 passo se comportam como membranas permeáveis, após fotoativação. A permeabilidade dos adesivos permite migração de água da dentina e formação de bolhas na interface compósito – adesivo. Essas bolhas concentram tensões entre os materiais e diminui a resistência adesiva das resinas químicas à dentina. Evidências *in vivo* desse fenômeno foram observados, quando os adesivos simplificados de 1 passo foram utilizados para selar os preparos para restaurações indiretas em dentina profunda vital. Após o preparo foi realizada uma moldagem da dentina ainda coberta pelo *smear layer*, usando um material de baixa viscosidade à base de polivinil siloxano. Foi aplicado o adesivo e finalmente feita uma outra moldagem da superfície dentinária “selada”. As moldagens foram observadas em microscópio eletrônico de varredura. Transudações do fluido dental foram observadas na dentina coberta pelo *smear layer* e foi maior na dentina selada com o adesivo. Essa transudação não acontece com muita rapidez, o que não afeta os compósitos fotoativados, mas a permeabilidade do adesivo pode causar canais para o ingresso de produtos nocivos, os quais podem prejudicar a vitalidade do dente e adesão entre o compósito e a dentina.

Trajtenberg e Powers⁸¹ (2004) determinaram a resistência adesiva de três resinas laboratoriais, reparadas com resina direta, por meio de três tratamentos superficiais. Cento e trinta e cinco corpos-de-prova foram confeccionados, utilizando as resinas indiretas Artglass (Heraeus Kulzer), Sculpture (Pentron) e Targis (Ivoclar/Vivadent) e polidos com lixas de papel de granulação #60, #120, #320 e #600, sendo armazenados em água deionizada por 24 horas a 37°C. Os tratamentos superficiais foram: 1) grupo controle (sem tratamento), 2) condicionamento com ácido hidrófluorídrico 8% (Choice) durante 15 segundos, 3) jateamento com óxido de alumínio 50 µm durante 5 segundos, posteriormente foi aplicado: 3.1) sistema adesivo e silano, 3.2) sistema adesivo, 3.3) silano. As amostras de resina indireta foram reparadas utilizando dois incrementos de resina composta direta, fotoativadas com o aparelho Elipar Highlight (3M/ESPE), em seguida armazenadas em água deionizada por 24 horas a 37°C. O teste de cisalhamento foi realizado na máquina de ensaio universal Instron a uma velocidade de 0,5 mm/min. O maior valor de resistência adesiva foi apresentado pelo grupo condicionado com ácido hidrófluorídrico 8% e tratado com sistema adesivo e silano, nos compósitos indiretos Artglass e Sculpture (32,9 MPa / 38,7 MPa). No compósito indireto Targis o condicionamento com ácido hidrófluorídrico 8% apresentou altos valores de resistência adesiva combinado com sistema adesivo/silano ou silano (36,9 MPa / 38,2 MPa). Os menores valores de resistência adesiva foram obtidos no grupo controle tratado com silano no compósito indireto Sculpture (11,4 MPa). Os autores concluíram que o jateamento e o condicionamento ácido oferecem uma resistência adesiva aceitável entre compósitos indiretos reparados com resina direta, e esses valores são melhorados com a aplicação de um sistema adesivo e agente silano.

Cohelo Santos et al.¹¹ (2005) avaliaram a influência da espessura do adesivo e o efeito de diferentes técnicas de aplicação (pré-ativação versus não pré-ativação) na resistência à micro-tração de restaurações indiretas à dentina. Foram utilizados 30 molares humanos, três para cada grupo. Em todos os dentes foi realizado um preparo mésio-oclusal com o auxílio de peça de alta rotação e ponta diamantada. As peças indiretas foram confeccionadas diretamente sobre a estrutura dentinária, utilizando a resina composta Tetric Ceram (Ivoclar/Vivadent). A superfície interna foi jateada com óxido de alumínio 50 µm e condicionada com ácido fosfórico 34% durante 1 minuto. A dentina foi preparada segundo o grupo de estudo: 1) sistema adesivo Excite DSC (Ivoclar-Vivadent) não pré-ativado; 2) sistema adesivo Excite DSC (Ivoclar-Vivadent) pré-ativado; 3) sistema adesivo IntegraBond (Premier dental Products) não pré-ativado; 4) sistema adesivo IntegraBond (Premier dental Products) pré-ativado; 5) sistema adesivo Optibond Solo Plus (Kerr) não pré-ativado; 6) sistema adesivo Optibond Solo Plus (Kerr) com componente de polimerização química e pré-ativado; 7) sistema adesivo Optibond Solo Plus (Kerr) sem componente de polimerização química e pré-ativado; 8) sistema adesivo Single Bond (3M) pré-ativado; 9) sistema adesivo Scotchbond MP Plus (3M) não pré-ativado e 10) Syntac Classic (Ivoclar-Vivadent) não pré-polimerizado. O cimento de polimerização dual Variolink II (Ivoclar-Vivadent) foi manipulado de acordo com as indicações do fabricante e sobreposto na superfície interna da peça indireta em resina composta e posteriormente polimerizado durante 40 segundos pelas superfícies vestibular, palatina, mesial e distal totalizando 160 segundos. Após a armazenagem durante 24 horas em água destilada, as amostras foram cortadas em espécimes em forma de “palito” que foram submetidos a teste de micro-tração na máquina de ensaios universal Instron a uma velocidade de 0,5 mm/min. Dez “palitos”

foram avaliados por dente, resultando em um total de 30 por grupo. O maior valor de resistência adesiva foi apresentado pelo grupo Single Bond e os menores valores foram obtidos pelos adesivos Syntac Classic, Scotchbond Multipurpose Plus e IntegraBond. Para o adesivo Excite DSC a pré-ativação aumentou os resultados. Nos adesivos OptiBond Solo Plus e IntegraBond a pré-ativação não foi significativa. Quanto à espessura da camada de adesivo, não foi possível avaliar nos grupos não pré-ativados. Nos grupos ativados variou de 5,7 a 14,8 micrometros, dependendo da área do dente onde foi aplicado. Os autores concluíram que o efeito da pré-ativação depende do sistema adesivo empregado. O adesivo Single Bond apresentou os maiores valores de resistência adesiva, sendo estatisticamente significativa, quando comparado com os demais sistemas adesivos testados.

Duarte; Goes e Montes¹² (2005) avaliaram a resistência adesiva do cimento Panavia F aplicado em dentina pré-tratada com os adesivos ED primer e Clearfil Liner Bond 2V e o emprego da resina de baixa viscosidade Protect Liner F após 10 minutos, 24 horas e 12 meses. A dentina vestibular de 60 incisivos bovinos foi exposta, utilizando lixas de papel granulação #220- 400, posteriormente divididos em 6 grupos: grupo 1, 2 e 3: aplicação do sistema adesivo ED primer durante 60 segundos, secagem com jato de ar por 5 segundos e cimentação do bloco de resina composta Z100 com o cimento resinoso Panavia F. Nos grupos 4, 5 e 6 foi utilizado o sistema adesivo Clearfil Liner Bond 2V, aplicado em dentina durante 30 segundos, posteriormente ativado durante 20 segundos. Uma camada da resina de baixa viscosidade Protect Liner F foi aplicada sobre a superfície adesiva e polimerizada durante 20 segundos, seguido da aplicação do adesivo ED primer e cimentação dos blocos em resina composta. Os grupos 1 e 4 foram testados após 10 minutos, grupos 2 e 5 após 24 horas e grupos 3 e 6 após 12 meses. O teste de micro-tração

foi realizado na máquina de ensaio universal Instron a uma velocidade de 0,5 mm/min. Cada espécime foi observado em microscópio eletrônico de varredura e classificado segundo o padrão de fratura. Os valores de resistência adesiva após 10 minutos e 24 horas para ambos os grupos não foram estatisticamente diferentes. Após 12 meses de armazenagem os valores de resistência adesiva diminuíram, sendo estatisticamente significantes, quando comparados aos valores, após 10 minutos e 24 horas. As amostras do grupo 4, 5 e 6 apresentaram maiores valores de resistência adesiva, quando comparadas aos grupos 1, 2 e 3 em todos os tempos de armazenagem. Nos grupos 1, 2 e 3 o padrão de fratura foi no topo da camada híbrida e nos grupos 4, 5 e 6 o padrão de fratura foi coesivo no cimento ou na resina de baixa viscosidade. Os autores concluíram que o uso de um sistema adesivo pouco hidrófilo na dentina, em combinação com uma resina de baixa viscosidade, antes da aplicação do cimento resinoso, pode melhorar a proteção do complexo híbrido, permitindo o selamento da dentina durante 12 meses.

El Zohairy et al.¹⁴ (2005) avaliaram o efeito de diferentes adesivos autocondicionantes na resistência adesiva de três cimentos resinosos. A superfície dentinária de molares foi exposta e polida com lixas de papel granulação #600. Corpos-de-prova da resina composta Z100 (3M/ESPE) foram confeccionados, utilizando uma matriz metálica e a superfície base jataeada com óxido de alumínio 50 µm e tratada com Ceramic Primer Bistite II DC (Tokuyama). Os três cimentos resinosos testados foram: cimento químico M-Bond e o sistema adesivo recomendado pelo fabricante: mistura de uma gota do *primer* A com *primer* B (Tokuyama) e os cimentos duais: Panavia F com o sistema adesivo ED *primer* A e B (Kuraray) e Bistite II DC, sistema adesivo *primer* 1 (A/B) e *primer* 2 (Tokuyama). A aplicação do sistema adesivo autocondicionante para os cimentos M-Bond e Bistite II

DC foi avaliada em três tempos experimentais: 30 segundos, de acordo com as recomendações do fabricante, 60 e 180 segundos. O cimento Panavia F foi estudado em dois tempos: 60 segundos, de acordo com o fabricante e 180 segundos. Após armazenagem em água destilada durante 24 horas, os espécimes foram seccionados em forma de “palitos”, posteriormente submetidos a teste de micro-tração na máquina de ensaio universal Instron a uma velocidade de 1 mm/min. Os padrões de fratura foram observados em microscópio eletrônico 20X e um espécime de cada grupo observado em microscópio eletrônico de varredura. Quando os cimentos foram avaliados nos tempos experimentais recomendados pelos fabricantes o Bistite II DC alcançou os maiores resultados de resistência adesiva (29,9 MPa), comparados com M-Bond (19,6 MPa) e Panavia F (19,9 MPa). Para o cimento Bistite II DC a aplicação do sistema adesivo por mais tempo que o recomendado pelo fabricante aumentou os valores de força adesiva, mais não houve diferença estatística entre 60 e 180 segundos. O aumento do tempo no cimento Panavia F não foi estatisticamente significativo. A resistência adesiva do cimento M-Bond aumentou com os diferentes tempos de aplicação do sistema adesivo. Os autores concluíram que a resistência adesiva dos cimentos resinosos estudados aumentou com o incremento do tempo de aplicação do sistema adesivo.

Reis et al.⁶⁰ (2005) investigaram a influência de diferentes velocidades de tração para o teste de micro-tração, utilizando dois sistemas adesivos. Dez terceiros molares humanos foram divididos em 2 grupos: 1) sistema adesivo Single Bond (3M/ESPE), 2) Clearfil SE Bond (Kuraray). Após a confecção dos corpos-de-prova em forma de “palito”, dividiu-se aleatoriamente em 5 sub-grupos, segundo a velocidade avaliada: 0,1; 0,5; 1,0; 2,0 e 4,0 mm/min. Os modos de fratura foram analisados em microscópio estereoscópico. O teste ANOVA para

dois critérios mostrou que entre os grupos não houve diferenças estatísticas, quando analisada a influência da velocidade de tração. Entre os adesivos testados houve diferenças significantes. Os maiores valores de resistência adesiva foram apresentados pelo Single Bond. Os autores concluíram que a velocidade utilizada para o teste de micro-tração não tem influência na resistência adesiva, independentemente do adesivo utilizado.

3 PROPOSIÇÃO

Analisar por meio do teste de micro-tração a resistência adesiva entre o substrato dentinário e uma Resina Laboratorial de Segunda Geração, verificando o efeito do tratamento interno da peça com agente silano, utilizando dois sistemas de cimentos resinosos.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 SELEÇÃO DOS DENTES

Para a realização deste estudo foram utilizados vinte terceiros molares humanos recentemente extraídos e isentos de cárie, de pacientes, cuja faixa etária variou de 19 a 22 anos de idade. Após a extração, os dentes foram limpos com auxílio de uma cureta Gracey # 5/6 ^{*}, pedra pomes e água com escovas de Robinson montadas em contra ângulo. Decorrida a limpeza, os dentes foram examinados em lupa estereoscópica Zeiss ^{**} (10X de aumento), com a finalidade de detectarmos possíveis trincas ou alterações estruturais que pudessem causar falha experimental, para posteriormente serem armazenados a temperatura ambiente em água destilada, por um período não superior a três meses. Os dentes utilizados neste experimento foram obtidos, seguindo a metodologia para teste de análise de resistência adesiva sob micro-tração, que foi revisado e aprovado pela Comissão de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Ponta Grossa COEP-UEPG, tendo sido protocolado sob o número 00658/05, cujo documento de aprovação está apresentado no anexo.

4.2 PREPARO DOS DENTES

O esmalte oclusal foi totalmente removido por meio de um desgaste perpendicular ao longo eixo do dente, em uma máquina recortadora de gesso^{57,58,59,60} DRILLCO S 900 ^{***} (Figura 1), sob constante refrigeração com água, para expor a superfície dentinária planificada.

^{*} Hu – Friedy®

^{**} Zeiss – West Germany – mod. 475200/9901

^{***} Drillco Cutting Tools. Tipo 125/40; RPM - 1700 rotações por minuto.

A dentina exposta foi polida com o auxílio de uma politriz* (Figura 2) com lixa de carbureto de silício de granulação #320/600 por 60 segundos para cada lixa, sob constante refrigeração com água, para padronizar a formação de *smear layer*, obtendo-se uma superfície dentinária plana e sem remanescentes de esmalte (Figura 3). Se, durante o corte ou desgaste, a câmara pulpar fosse exposta, o dente era descartado. Posteriormente, foram armazenados em água destilada a temperatura ambiente, até a confecção das peças em Resina Laboratorial de Segunda Geração.



Figura 1 - Máquina recortadora de gesso
DRILLCO S 900



Figura 2 - Politriz Polipan-2



Figura 3 - Aspecto da superfície
de dentina preparada

* Polipan-2 / Pantec

4.3 OBTENÇÃO DAS PEÇAS EM RESINA LABORATORIAL DE SEGUNDA GERAÇÃO

Foi utilizada a Resina Laboratorial de Segunda Geração Gradia^{TM*} (Figura 7). A GradiaTM é descrito pelo fabricante como um sistema de compósito micro – cerâmico, formado por finas partículas cerâmicas em uma matriz de dimetacrilato de uretano. É um material fotoativado por meio de lâmpada de gás xenônio, o qual, quando ionizado, emite uma intensa luz azul com um total de 4.5 watts, semelhante à potência luminosa entre 320-500 nm. O fotoiniciador do material, a canforoquinona (CQ), absorve energia entre 400 a 500 nm, com um pico de absorção em 468 nm³⁷.

A luz XenonEstroboscópica (flashes de luz) consiste em uma alta intensidade de luz emitida durante 20 milissegundos, um tempo menor do que o tempo de escuridão, 80 milissegundos. Esse tipo de exposição aumenta a eficiência de polimerização, porque permite o relaxamento parcial das moléculas da resina. Como consequência, profundidades maiores de polimerização são atingidas¹⁸.

As peças, em forma de blocos, foram confeccionadas em laboratório diretamente sobre a estrutura dentinária, a qual foi isolada, utilizando-se pincel e vaselina sólida. Foi realizado, com o auxílio de um aparelho de alta rotação e ponta diamantada[†], uma guia nos dentes e nas peças, cuja finalidade é facilitar posteriormente a adaptação e ajuste da peça durante a cimentação. (Figura 4).

* GC®América

† 3031 KG Sorensen



Figura 4 - Guia na peça e no dente para facilitar a adaptação e inserção durante a cimentação

A resina laboratorial de segunda geração foi aplicada de forma incremental em camadas de $1\text{ mm} \pm 0,1\text{ mm}$, sendo fotoativada cada camada durante 90 segundos, em um aparelho à base de luz XenonEstroboscópica* (Figura 5) até atingir a espessura de $4,0\text{ mm} \pm 0,1\text{ mm}$, sendo mensurada com espessímetro** (Figura 6). Foi realizada uma polimerização total da peça por 360 segundos, totalizando 720 segundos de polimerização. Em seguida, as peças foram removidas e polidas na superfície externa com o auxílio de pontas abrasivas,*** montadas em peça de mão em baixa rotação.



Figura 5 – Aparelho à base de luz XenonEstroboscópica



Figura 6 – Espessímetro para mensuração da espessura da peça de Resina Laboratorial de Segunda Geração Gradia™ confeccionada

* Xenon Pulse Curing System (Prótecnico equipamentos)

** Buffalo Dental Mfg. Co. - New York

*** Granulação de 5 micras - Bordente Brocas de sílica

4.4 MATERIAIS UTILIZADOS / GRUPOS DE ESTUDO

O conjunto dente – peça em Resina Laboratorial de Segunda Geração foi dividido em 4 grupos (n=5), de acordo com a proposta do presente estudo, especificado no Quadro 1, a seguir :

Foram utilizados dois tipos de cimentos resinosos, sendo um de polimerização química, grupos I e II e outro de polimerização dual, grupos III e IV. No grupo I e III foi aplicado o agente silano na superfície interna das peças de Resina Laboratorial de Segunda Geração, nos grupos II e IV as peças não foram tratadas com agente silano.

Grupos	Material Restaurador	Sistemas Adesivo	Cimentos Resinosos	Agente de união
I	Gradia TM (GC [®] América)*	One Step [®] (Bisco, Inc.)**	C & B TM (Bisco, Inc.)****	Sim Silano (Angelus [®])*****
II	Gradia TM (GC [®] América)	One Step [®] (Bisco, Inc.)	C & B TM (Bisco, Inc.)	Não
III	Gradia TM (GC [®] América)	3M Single Bond TM (3M/ESPE)***	Rely X TM ARC (3M/ESPE)*****	Sim Silano (Angelus [®])
IV	Gradia TM (GC [®] América)	3M Single Bond TM (3M/ESPE)	Rely X TM ARC (3M/ESPE)	Não

Quadro 1 - Grupos de estudo, materiais utilizados e fabricantes

A composição dos materiais utilizados, Resina Laboratorial de Segunda Geração, Cimentos Resinosos, Sistemas Adesivos e o Agente Silano são descritos no Quadro 2.

* Resina Laboratorial de Segunda Geração. Cor DA1 Lote n° 0305211, n° 0302121, n° 034101

** Adesivo dentinário fotopolimerizável convencional de dois passos. Lote n° 0400005446

*** Adesivo dentinário fotopolimerizável convencional de dois passos. Lote n° 4BR

**** Cimento Resinoso Químico Natural com Flúor. Base Lote n° 0300014773. Catalisador Lote n° 0300014731

***** Cimento Resinoso Dual. Cor A3. Lote n° EFEJ

***** Agente de união silano. Lote n° 2099

Figura	Material	Composição*
 Figura 7 - Gradia™	Gradia™ (GC® América)	Partículas micro-finas de cerâmica / pré – polímero Matriz de Dimetacrilato de Uretano
 Figura 8 - Sistema Adesivo One Step®	One Step® (Bisco, Inc.)	Bisfenil dimetacrilato 15-40 % 2-Hidroxietilmetacrilato (HEMA) 15-40% Acetona 40- 70% Dental Glass 1- 10%
 Figura 9 - Sistema Adesivo 3M Single Bond™	3M Single Bond™ (3M/ESPE)	Bisfenol A diglicildimetacrilato (Bis-GMA) 2-Hidroxietilmetacrilato (HEMA) Dimetacrilato, copolímero de ácido polialquenoico, iniciadores, água e etanol
 Figura 10 - Cimento Resinoso C & B™	C & B™ (Bisco, Inc.)	<u>Catalisador:</u> Sílica 30-60% Bisfenol A diglicildimetacrilato 30-60% Trietileneglicodimetacrilato 5-15% <u>Base:</u> Bisfenol A diglicildimetacrilato 8-30% Bisphenol A Dimethacrilato Etoxilato 8-30% Sílica 15-40%;Partículas cerâmicas 15-40%; Fluoreto de sódio <1
 Figura 11 - Cimento Resinoso Rely X™ ARC	Rely X™ ARC (3M / ESPE)	Bisfenol A diglicildimetacrilato (Bis-GMA) Trietileneglicodimetacrilato (TEDMA) Tamanho de partícula 1-5 µm. Carga 67,5%
 Figura 12 - Agente Silano	Silano (Angelus®)	γ-metacrilosipropiltrimethoxisilano monofuncionall (MPS) e Etanol

Quadro 2 - Composição dos materiais utilizados

* Especificações do fabricante

4.5 PROTOCOLO DE CIMENTAÇÃO DAS PEÇAS EM RESINA LABORATORIAL DE SEGUNDA GERAÇÃO

4.5.1 Tratamento da dentina

A superfície dentinária de todos os dentes foi condicionada com ácido fosfórico 37 %*, durante 15 segundos (Figura 13), lavada com água corrente, durante 30 segundos, e secada com leve jato de ar, durante 5 segundos, e papel absorvente, deixando a dentina visivelmente úmida e com brilho superficial.

Os sistemas adesivos utilizados neste estudo foram aplicados de acordo com a orientação dos fabricantes. Nos grupos I e II foram aplicadas duas camadas de sistema adesivo One Step®, com auxílio de micro-aplicadores**, esfregado levemente na dentina, durante 30 segundos, aplicação de leve jato de ar por 5 segundos, seguido de fotoativação, por 10 segundos, de acordo com a indicação do fabricante, com aparelho fotopolimerizador***, com intensidade de luz de 600 mW/cm², intensidade essa medida por meio de um radiômetro**** (Figuras 14 e 15). Nos grupos III e IV foram aplicadas duas camadas do sistema adesivo 3M Single Bond™, com auxílio de micro-aplicadores**, esfregando levemente na dentina, durante 30 segundos e aplicação de leve jato de ar, por 5 segundos, seguido de fotoativação, por 20 segundos, de acordo com a instrução do fabricante, com aparelho fotopolimerizador***, com intensidade de luz de 600 mW/cm², avaliada com o auxílio de um radiômetro****.

* Acid Gel. Detalville®. Composição: Ácido fosfórico 37%, clorhexidine 2%, espessante, água e corante. Lote nº 89

** Microbrush™

*** Aparelho de fotopolimerização halógeno OPTILUX (Demetron Research Corporation – EUA) Modelo no. VCL 403. Série 4830671. Ponteira Turbo de 10mm.

**** Curing Radiometer Model 100 (Demetron Research Corporation – EUA)



Figura 13 – Superfície dentinária sendo condicionada com ácido fosfórico 37% Acid Gel



Figura 14 - Aparelho de fotoativação halógeno OPTILUX



Figura 15- Radiômetro

4.5.2 Tratamento da superfície interna da peça em Resina Laboratorial de Segunda Geração

Na superfície interna de todas as peças confeccionadas em Resina Laboratorial de Segunda Geração Gradia™, foi realizado jateamento* com Esferas de Vidro 60-80 μm , durante 30 segundos. Nos grupos I e III foi aplicada uma camada do agente Silano na superfície interna das peças, com auxílio de micro-aplicadores, durante 60 segundos, secagem com leve jato de ar durante 5 segundos, aguardando 1 minuto. Nos grupos II e IV não foi aplicado o agente Silano na superfície interna das peças.

* Sanblaster Micro Etch (Buffalo dental) 80 libras de pressão

4.5.3 Procedimentos de cimentação das peças em Resina Laboratorial de Segunda Geração

Grupo I: Após a silanização, o cimento resinoso químico C & BTM foi manipulado com espátula para cimento, sobre uma placa de vidro, de acordo com as instruções do fabricante e posteriormente aplicado sobre a superfície dentinária com o auxílio de uma espátula para compósitos Thompson[®]. A peça de Resina Laboratorial de Segunda Geração GradiaTM e o dente foram unidos com força de compressão manual, respeitando a guia confeccionada na peça e no dente, anteriormente descrita e os excessos foram removidos com gaze. A força de compressão manual foi mantida durante 7 ± 1 minutos, para a estabilização da peça até a polimerização do cimento resinoso, tempo verificado por meio de um cronômetro digital**.

Grupo II: O cimento resinoso químico C & BTM foi manipulado com espátula para cimento, sobre uma placa de vidro, de acordo com as instruções do fabricante e posteriormente aplicado sobre a superfície dentinária com o auxílio de uma espátula para compósitos Thompson[®]. A peça em Resina Laboratorial de Segunda Geração GradiaTM e o dente foram unidos com força de compressão manual, respeitando a guia confeccionada na peça e no dente, anteriormente descrita e os excessos foram removidos com gaze. A força de compressão manual foi mantida durante 7 ± 1 minutos, para a estabilização da peça até a polimerização do cimento resinoso, tempo verificado por meio de um cronômetro digital.

* n° 6 Hu-Friedy

** Cronômetro Sport - Oregon Scientific/Ref.: C510/F

Grupo III: Após a silanização, foi aplicada uma camada de adesivo 3M Single Bond™, com auxílio de micro-aplicador, no interior da peça, seguido de leve jato de ar durante 5 segundos. O cimento resinoso de dupla polimerização Rely X™ ARC foi manipulado com espátula para cimento, sobre uma placa de vidro, de acordo com as instruções do fabricante e posteriormente aplicado sobre a superfície dentinária com o auxílio de uma espátula para compósitos Thompson®. A peça em Resina Laboratorial de Segunda Geração Gradia™ e o dente foram unidos, respeitando a guia confeccionada na peça e no dente, anteriormente descrita, com força de compressão manual mantida durante 1±1 minuto, tempo verificado por meio de um cronômetro digital, os excessos removidos com gaze, mantendo-se a compressão durante a fotoativação do cimento resinoso, realizada por um tempo de 300 segundos da seguinte forma: 60 segundos na face vestibular, 60 segundos na face palatino/lingual, 60 segundos face mesial, 60 segundos face distal, todas com uma angulação entre o espécime e fonte de luz de 45°, utilizando o aparelho fotoativador halógeno OPTILUX, com intensidade de luz de 600 mW/cm², intensidade essa medida por meio de um radiômetro. A fotoativação final foi de 60 segundos pela superfície oclusal.

Grupo IV: Aplicação de uma camada do adesivo 3M Single Bond™ com auxílio de micro-aplicador no interior da peça, seguido de leve jato de ar durante 5 segundos. O cimento resinoso de dupla polimerização Rely X™ ARC foi manipulado com espátula para cimento, sobre uma placa de vidro, de acordo com as instruções do fabricante e posteriormente aplicado sobre a superfície dentinária com o auxílio de uma espátula para compósitos Thompson®. A peça em Resina Laboratorial de Segunda Geração Gradia™ e o dente foram unidos, respeitando a guia confeccionada na peça e no dente, anteriormente descrita, com força de

compressão manual mantida durante 1 ± 1 minuto, tempo verificado por meio de um cronômetro digital, os excessos removidos com gaze, mantendo-se a compressão durante a fotoativação do cimento resinoso, realizada por um tempo de 300 segundos da seguinte forma: 60 segundos na face vestibular, 60 segundos na face palatino/lingual, 60 segundos face mesial, 60 segundos face distal, todas com uma angulação entre o espécime e fonte de luz de 45° , utilizando o aparelho fotoativador halógeno OPTILUX, com intensidade de luz de 600 mW/cm^2 , intensidade essa medida por meio de um radiômetro. A fotoativação final foi de 60 segundos pela superfície oclusal.

Finalizado o processo de cimentação das peças (Figura 16), as amostras foram armazenadas em umidade relativa 100% em temperatura ambiente na ausência de luz por um período de 48 horas, até serem preparadas e submetidas ao teste de micro-tração.



Figura 16 - Conjunto formado pela Resina Laboratorial de Segunda Geração, cimento resinoso e estrutura dental

4.6 OBTENÇÃO DOS ESPÉCIMES PARA O TESTE DE MICRO-TRAÇÃO

As amostras foram fixadas em um suporte de acrílico, utilizando cera pegajosa*, para serem adaptados à máquina de cortes seriados LabCut 1010** (Figura 17) . Com auxílio de um disco de diamante***, sob constante refrigeração com água, realizaram cortes seriados paralelos ao longo eixo de cada amostra, com espessuras de $0,9 \text{ mm} \pm 0,2 \text{ mm}$ no sentido frontal e sagital. Em seguida, a base da amostra foi seccionada perpendicularmente ao longo eixo, obtendo-se vários espécimes com uma área de aproximadamente $0,9 \pm 0,2 \text{ mm}^2$, em forma de “palito” (Figura 18) .



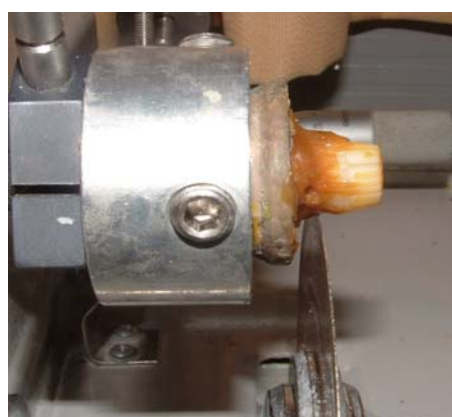
17a. Máquina de corte Labcut 1010



17b. Disco de diamante Extec



17c. Amostra após corte sagital



17d. Corte final perpendicular ao longo eixo do dente

* Technew - NewWax

** Extec Corp. Enfield, CT-USA

*** Diamond Wafer Blade 4x12x½ High concentration – 12205- Extec

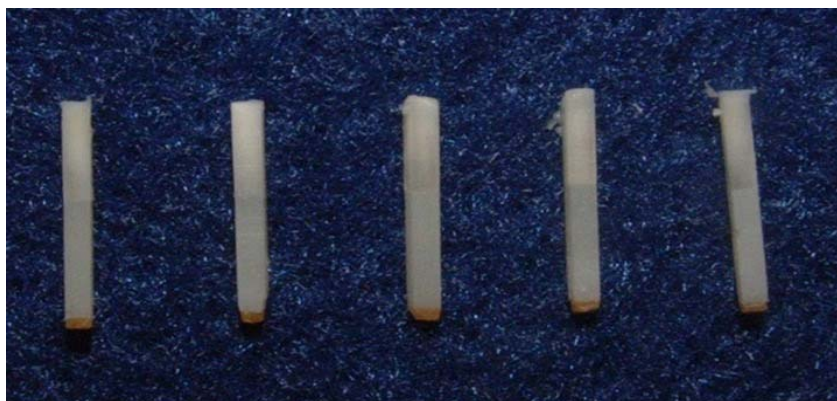


Figura 18 - Espécimes em forma de “palito”

A largura e o comprimento de cada “palito” foram individualmente mensurados (Figura 19) , utilizando um paquímetro digital* (Figura 20). Cada “palito” foi fixado pelas suas extremidades ao dispositivo modificado para o teste de micro-tração (Figura 21) com um adesivo instantâneo Loctite Super Bonder®** Gel associado a um acelerador à base de acrílico***, de modo a posicionar a área de adesão perpendicular ao longo eixo da aplicação da força de tração na máquina de ensaio universal DL10000**** EMIC (Figura 22) e um programa computarizado,***** acoplado ao sistema, a uma velocidade de 1 mm/min., e uma célula de carga de 10 Kgf. No momento da fratura o movimento era imediatamente cessado e os dados coletados para posterior análise. Os valores finais de resistência adesiva foram obtidos, dividindo os valores de carga de ruptura obtidos em Newton (N) pelas secções transversais dos espécimes em mm², e finalmente expressos em MPa.

$$\text{Resistência Adesiva} = \frac{\text{Valores de carga de ruptura}}{\text{Secção transversal dos espécimes}} \quad \text{MPa} = \frac{\text{Newton (N)}}{\text{mm}^2}$$

* Absolute Digimatie, Mitutoyo - Tokyo, Japan

**Henkel Loctite Adesivo Ltda-Itapevi- São Paulo – Brasil

*** Acrílico autopolimerizável JET – Artigos odontológicos. Clássico. Lote 02-01

**** EMIC® Equipamentos e Sistemas de Ensaio LTDA

***** TESC® - Test Script - EMIC® Equipamentos e Sistemas de Ensaio LTDA

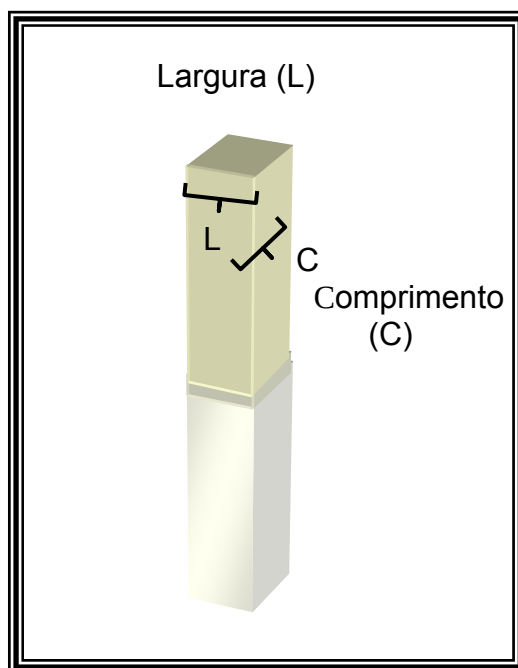


Figura 19. Esquema da Largura e Comprimento do espécime em forma de “palito”



Figura 20 – Mensuração do espécime com paquímetro digital

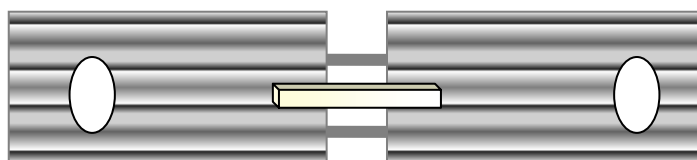


Figura 21- Esquema do espécime fixado pela suas extremidades ao dispositivo modificado para o teste de Micro – Tração



Figura 22 - Máquina de ensaio universal DL 10000 (EMIC®)

Os modos de fratura foram analisados com lupa estereoscópica* com aumento de 40X e classificados em: 1) Adesiva: fratura da união na interface Resina Laboratorial de Segunda Geração/ Cimento Resinoso-Adesivo (ARC) ou na interface Cimento Resinoso-Adesivo/ Dentina (ACD); 2) Coesiva: fratura da amostra em Resina Laboratorial de Segunda Geração (CR), fratura da amostra em Dentina (CD), ou fratura da amostra em Cimento Resinoso (CC) e 3) Mista (M) fratura da amostra na interface Dentina-Cimento Resinoso-Resina Laboratorial de Segunda Geração.

4.7 ANÁLISE DA RUGOSIDADE SUPERFICIAL

A análise da Rugosidade da superfície interna das peças indiretas em Resina Laboratorial de Segunda Geração após tratamento superficial, foi realizado com a finalidade de observar se a aplicação da camada do agente Silano e do

* Lambda LEB-3 n° 18233

sistema adesivo 3M Single Bond™ têm influência na rugosidade, após o tratamento com jateamento com Esferas de Vidro 60-80 µm.

Foram confeccionadas três peças de Resina Laboratorial de Segunda Geração Gradia™, as quais foram submetidas ao jateamento com esferas de vidro 60-80 µm. Inicialmente foram realizadas 3 leituras, em cada peça jateada, com o auxílio de um Rugosímetro digital*. Em uma das peças foi aplicada uma camada do agente Silano e em outra peça foi aplicada uma camada do agente Silano e uma camada do sistema adesivo 3M Single Bond™. Os resultados obtidos da análise da rugosidade superficial, assim como os as medições são apresentados no Apêndice B.

4.8 PLANEJAMENTO ESTATÍSTICO

Os dados obtidos foram tabulados e submetidos à análise de variância para dois critérios, referente ao tratamento da peça e ao tipo de cimento resinoso utilizado. Os constantes estatísticos foram estabelecidos pelo teste de Tukey, nível de significância de $\alpha=0,05$, utilizando o programa estatístico *STATISTICA***

* Mitutoyo surftest-301. N° de série 15700438. Japão

** Stat Soft®, Inc. São Caetano do Sul-SP- BRASIL.

5 RESULTADOS

5.1 ENSAIO DE RESISTÊNCIA ADESIVA A MICRO-TRAÇÃO

Os valores de resistência adesiva à micro-tração dos cinco dentes empregados em cada um dos grupos estudados constam na Tabela 1. As médias e os respectivos desvios padrões estão descritos na Tabela 2. A análise de variância de dois fatores demonstrou que o fator Tratamento da peça foi estatisticamente significativa ($p=0,05$), assim como a interação dos fatores Tratamento da peça e Tipo de cimento ($p=0,0001$). O fator Tipo de cimento não foi estatisticamente significativa ($p=0,25$), conforme pode ser observado na Tabela 3.

Tabela 1 – Índices de resistência adesiva à micro-tração de cada dente empregado em cada grupo estudados (MPa)

Dente	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV
1	20,17	16,46	10,65	24,33
2	22,26	10,67	12,66	21,50
3	20,40	14,05	10,20	31,66
4	14,72	17,28	7,88	18,20
5	17,98	9,92	18,37	30,02

Tabela 2 – Média dos índices de resistência adesiva e os respectivos desvios padrões (MPa) para cada grupo de estudo

Grupos	Índice	Desvio-padrão
I	19,10	2,88
II	13,67	3,31
III	11,95	3,96
IV	25,14	5,66

Tabela 3 – Análise de variância dos resultados de resistência de união obtidos pelo teste de micro-tração

Fatores	Grau de Liberdade	Soma dos quadrados	Quadrados médios	p
Tipo de Cimento	1	23,2139	16,79265	0,256894
Tratamento da peça	1	75,2266	16,79265	0,050324*
Interação dos fatores	1	433,4381	16,79265	0,000111*

* significativo

O Teste de Tukey permitiu detectar diferenças estatisticamente significantes entre os grupos (Tabela 4). O grupo IV apresentou os maiores valores de resistência adesiva, sendo estatisticamente semelhante ao grupo I, o qual não foi estatisticamente diferente dos grupos II e III. Os grupos I, II e III são estatisticamente semelhantes.

Tabela 4- Comparação pareada entre as médias de resistência adesiva dos grupos de estudo fornecida pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Grupos	Índice*
I	19,10 ^{a,b}
II	13,67 ^b
III	11,95 ^b
IV	25,14 ^a

* letras iguais significam valores estatisticamente semelhantes

O gráfico a seguir ilustra o comportamento dos grupos estudados.

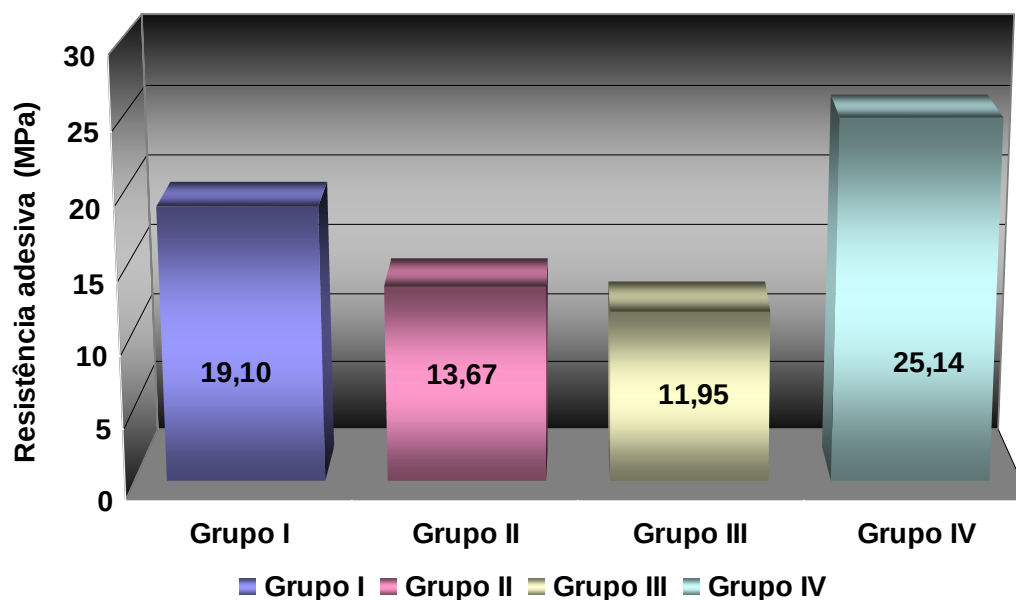


Gráfico 1. Valores médios de resistência adesiva à micro-tração de cada grupo estudado (MPa).

Durante o processo para obter os espécimes em forma de “palitos”, alguns foram perdidos antes de serem submetidos ao teste de micro-tração. Esses espécimes foram incluídos na média do dente e levados em consideração durante a análise estatística. O número de “palitos” que resistiram aos procedimentos de corte, assim como o número de palitos perdidos está descrito na Tabela 5. O percentual de “palitos” que resistiram aos procedimentos de corte, bem como os “palitos” perdidos são apresentados na Tabela 6.

Tabela 5 – Número de “palitos” submetidos ao teste de micro-tração* e número de palitos perdidos durante o corte

Grupo	Dente	n° total de “palitos”	n° total de “palitos” que resistiram ao corte	n° “palitos” perdidos
I	1	9	9	4
	2	15	15	1
	3	8	8	5
	4	8	8	3
	5	6	6	7
II	1	10	10	2
	2	8	8	6
	3	5	5	7
	4	9	9	3
	5	8	8	3
III	1	7	7	6
	2	6	6	7
	3	4	4	9
	4	3	3	10
	5	8	8	2
IV	1	9	9	4
	2	9	9	4
	3	8	8	5
	4	11	11	5
	5	16	16	2

* A metade dos “palitos” obtidos foi armazenada para serem analisados após 6 meses.

Tabela 6 - O percentual de “palitos” que resistiram aos procedimentos de corte e percentual dos palitos perdidos

Grupo	% “palitos” que resistiram aos procedimentos de corte	% de palitos perdidos
I	82,14	17,86
II	79,21	20,79
III	62,22	37,78
IV	84,13	15,87

O gráfico 2 ilustra o percentual de “palitos” submetidos ao teste de micro-tração, assim como os “palitos” perdidos que não resistiram aos procedimentos de corte.

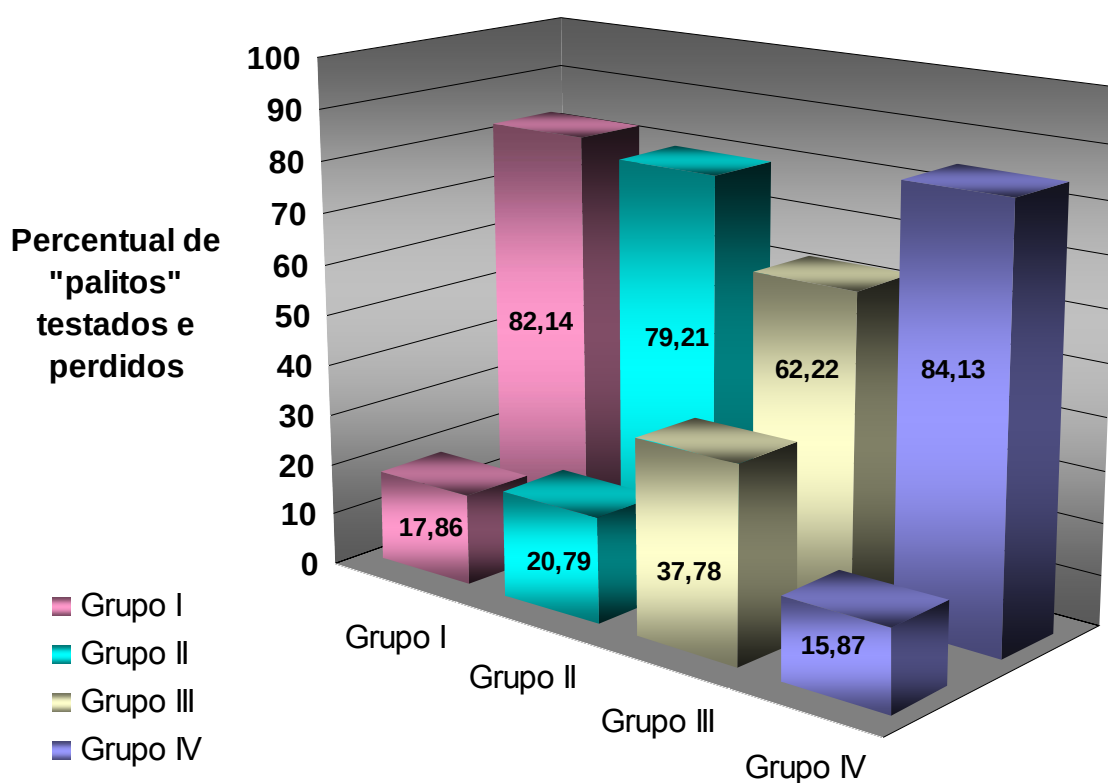


Gráfico 2. Percentual de “palitos” submetidos ao teste de micro-tração e perdidos durante o corte.

5.2 ANÁLISE DOS MODOS DE FRATURA

Os resultados da análise dos modos de fratura dos espécimes após serem submetidos ao teste de micro-tração, está apresentado na Tabela 7.

Tabela 7 - Resultados dos modos de fratura obtidos após o teste de micro-tração

Grupo	n° total	ARC	ACD	CR	CD	CC	M
I	46	41	0	0	0	4	1
II	40	38	0	0	0	2	0
III	28	16	9	0	0	1	2
IV	53	48	0	2	0	3	0

Adesiva (ARC): fratura da união na interface Resina Laboratorial de Segunda Geração/ Cimento Resinoso-Adesivo. Adesiva (ACD): fratura da união na interface Cimento Resinoso-Adesivo/ Dentina. Coesiva (CR): fratura da amostra em Resina Laboratorial de Segunda Geração. Coesiva (CD): fratura da amostra em Dentina. Coesiva (CC): fratura da amostra em Cimento Resinoso. Mista (M) fratura da amostra na interface Dentina-Cimento Resinoso-Resina Laboratorial de Segunda Geração

No grupo I, 89,13% das fraturas foram na interface Resina Laboratorial de Segunda Geração/ Cimento Resinoso Adesivo; 8,70% coesivas no Cimento Resinoso e 2,17% mistas. O grupo II apresentou 95% de fraturas na interface Resina Laboratorial de Segunda Geração/ Cimento Resinoso Adesivo e 5% de fraturas coesivas no material de cimentação.

O grupo III foi o que mostrou maior variabilidade quanto aos padrões de fratura, sendo 54,12% na interface Resina Laboratorial de Segunda Geração/ Cimento Resinoso Adesivo; 32,14% na interface Dentina / Cimento Resinoso – Adesivo; 3,57% corresponderam a fraturas coesivas no Cimento Resinoso e 7,14% foram fraturas da amostra na interface Dentina-Cimento Resinoso-Resina Laboratorial de Segunda Geração.

O grupo IV apresentou 90, 57% de fraturas do tipo adesiva, na interface Resina Laboratorial de Segunda Geração/ Cimento Resinoso Adesivo; 3,77% coesivas na Resina Laboratorial de Segunda Geração e finalmente 5,66% corresponderam a fraturas coesivas no Cimento Resinoso.

6 DISCUSSÃO

As Resinas Laboratoriais de Segunda Geração surgiram como uma alternativa para procedimentos estéticos indiretos, combinando a tecnologia das resinas compostas diretas com as propriedades das cerâmicas odontológicas, resultando em um material com características bastante similares às do dente natural⁸⁰.

Dependendo do protocolo de ativação, as Resinas Laboratoriais podem ser classificadas em: fotoativadas, fotoativadas e polimerização adicional com luz e calor, fotoativadas e polimerização complementar por calor e com polimerização por calor sob pressão.²²

A Resina Laboratorial de Segunda Geração Gradia™, um sistema de compósito micro – cerâmico, utilizado como sistema restaurador indireto nesta investigação, é polimerizado por meio de Luz XenonEstroboscópica. Esse tipo de ativação garante um maior grau de conversão dos monômeros em polímeros, superior ao das resinas compostas de uso direto, o que melhora as propriedades físicas do material.^{18,41}

Essa melhoria na polimerização tem sido citada como impedimento para a formação de ligações adesivas entre a Resina Indireta e o sistema de cimentação adesiva, devido a poucos monômeros livres residuais que permanecem sobre a superfície da resina, após a polimerização e como consequência surge a necessidade de aumentar a capacidade de adesão da superfície interna das peças indiretas que posteriormente entrarão em contacto com o agente de cimentação.³²

Autores argumentam que os sistemas adesivos não podem reagir quimicamente sem uma superfície adequada de união, sendo assim, uma das possibilidades de adesão química com a Resina Indireta é mediante o tratamento interno da superfície, onde pode ser exposta a camada de carbonos livres residuais.^{67,52,42}

O procedimento de união das Resinas Laboratoriais de Segunda Geração e a estrutura dental é um fator importante para a longevidade da restauração. Dentre os cimentos definitivos, os que mais evoluíram nos últimos anos foram os cimentos resinosos. A grande vantagem que apresentam é o fato de se aderirem às restaurações indiretas de porcelana e resina composta, assim como à estrutura dental.²⁰

Vários métodos têm sido avaliados para tratamento interno das peças em Resinas Laboratoriais de Segunda Geração, antes da cimentação. Em nosso trabalho foi avaliada a influência do silano na superfície interna previamente jateada com Esferas de Vidro de 60-80 µm. Nos grupos III e IV onde foi utilizado um cimento de polimerização dual RelyX™ ARC, foi aplicada uma camada do sistema adesivo recomendado pelo fabricante (3M Single Bond™) na superfície interna da peça, sendo polimerizado no momento da cimentação, junto ao cimento resinoso. Nos grupos I e II não foi adotada essa conduta, pois o cimento resinoso empregado, o C&B™ tem polimerização química e o sistema adesivo recomendado pelo fabricante One Step® é fotoativado por meio de luz visível.

Neste trabalho todas as peças foram jateadas utilizando um sistema à base de esferas de vidro de 60-80 µm. O jateamento tem-se mostrado ser efetivo no tratamento superficial das Resinas Laboratoriais, criando uma forte adesão com o agente cimentante^{72,30,32}, ocasionando rugosidade no compósito e removendo parte

da matriz orgânica, conseqüentemente, expondo as partículas que compõem a carga inorgânica da resina.⁷¹

A rugosidade promovida pelo jateamento com esferas de vidro 60-80 µm utilizado neste estudo, foi analisada em três corpos-de-prova em Resina Laboratorial de Segunda Geração Gradia™ com o auxílio de um rugosímetro digital*. Também foi observada a rugosidade após a aplicação do agente Silano e do sistema adesivo 3M Single Bond™. A rugosidade de uma superfície é definida como uma medida do desvio da forma ou das irregularidades de uma superfície. É determinada mediante parâmetros, os utilizados nesta análise foram: Ra: média aritmética dos valores absolutos das ordenadas de afastamento dos pontos do perfil de rugosidade em relação à linha média, dentro do percurso de medição. Rt: a distância entre o pico mais alto e o vale mais baixo dentro de um comprimento medido de um perfil de rugosidade. Ry: o maior valor de rugosidade que se apresenta no percurso de medição. Rz: a distância média entre os 5 picos mais altos e os 5 vales mais profundos, dentro de um comprimento medição. Valores similares de Rt e Rz indicam um acabamento superficial constante, Rz isoladamente pode ser considerado mais sensível a mudanças no acabamento superficial. Os valores obtidos da análise da rugosidade superficial, assim como os percursos de medição são apresentados no Apêndice B.

No grupo II, onde o único tratamento superficial realizado sobre a superfície interna da Resina Indireta foi o jateamento com esferas de vidro, os valores de resistência adesiva foram menores, comparados ao grupo I, mas não foram estatisticamente diferentes. Os resultados de nossa pesquisa estão de acordo com os estudos de Imamura et al.³⁰ e Hisamatsu et al.²⁸, onde a aplicação do silano,

* Mitutoyo surfest-301. N° de série 15700438. Japão

após jateamento com óxido de alumínio, não melhorou estatisticamente a resistência adesiva, atribuindo, em parte, esse comportamento ao pequeno tamanho das partículas de vidro incorporadas às Resinas Laboratoriais por eles avaliadas.

O diâmetro das partículas acrescentadas na matriz de Dimetacrilato de Uretano da Resina Laboratorial de Segunda Geração Gradia™ não é fornecido pelo fabricante. Segundo Maira⁴³, o tamanho dos fragmentos que formam parte da carga inorgânica das Resinas Laboratoriais variam entre 0,04 µm a 1 µm, podendo ser uma das explicações do comportamento dos grupos avaliados.

Diferentes estudos demonstram que o agente silano é importante para o aumento da resistência adesiva de restaurações de Resina Laboratorial^{71,70,83, 48,52,15,53,84,82,54,68,13}. Stokes et al.⁷⁰ concluíram que um modo seguro de tratar as superfícies das Resinas Indiretas é o jateamento e a aplicação do agente silano. Yoshida et al.⁸³ sugerem que o agente silano é indispensável para criar uma união entre o agente de cimentação e o material indireto a ser cimentado. Nilsson et al.⁵² comprovaram que o jateamento resulta em altos valores de resistência adesiva e que a silanização aumentou a resistência proporcionada pelo jateamento.

Os silanos são moléculas bifuncionais que funcionam como agentes de copulação entre as partículas de carga das Resinas Indiretas e a matriz resinosa dos adesivos ou cimentos resinosos. A estrutura dos silanos em geral é $R'-Si(OR)_3$ onde R é um grupo alcalino e R' o grupo organofuncional, que reage com a matriz resinosa³. O grupo alcalino R é hidrolisado a silanol (SiOH) que posteriormente se une com o silano das partículas de carga da superfície das Resinas Indiretas, formando uniões covalentes (Si-O-Si).⁴⁷

O aumento da resistência adesiva das superfícies tratadas com jateamento e, posteriormente silanizadas, é a união entre a parte bifuncional da molécula de silano com a sílica, exposta através do jateamento das partículas de vidro, que fazem parte da composição das Resinas Laboratoriais de Segunda Geração. O componente orgânico do silano também tem uma função importante no aumento da resistência adesiva, pois ajuda a retirar restos dos fragmentos de óxido de alumínio, procedentes do jateamento, conseqüentemente expondo as partículas de vidro e melhorando assim a interação silano – resina indireta.³⁰ O solvente orgânico do silano utilizado nesta pesquisa é o etanol.

Em nosso trabalho, quando comparados os grupos III e IV, a resistência adesiva diminuiu com a aplicação do agente silano, estando de acordo com Hauptmann e Mandarino²⁷, onde o grupo jateamento mais silano apresentou menores valores de resistência, comparado com o grupo tratado com jateamento, mas os valores não foram estatisticamente diferentes, discordando dos resultados de nosso estudo, onde as diferenças foram estatisticamente significantes. Shortall et al.⁶⁷ reportaram que a silanização não aumentou significativamente a adesão produzida pelo jateamento. O jateamento com óxido de alumínio resultou nos maiores valores de resistência adesiva e sugere que pode existir uma tendência da silanização em diminuir os valores de adesão nos espécimes jateados.

Os achados de nosso trabalho estão em concordância com tais afirmações, uma vez que o resultado obtido no grupo III, onde foi aplicada a técnica de jateamento associado à silanização, apresentou valores médios de resistência adesiva estatisticamente menores aos resultados do grupo IV, discordando dos resultados de Kawamoto et al.³¹, Hisamatsu et al.²⁸, Trajtenberg e Powers⁸¹, onde observaram que os valores de resistência adesiva foram melhorados com a aplicação

do sistema adesivo e agente silano. No estudo de Swift et al.⁷² o jateamento apresentou os maiores valores de resistência adesiva, sendo que a aplicação do agente silano diminuiu nos grupos jateados. Concluiu-se que a silanização parece não ser importante para aumentar a resistência adesiva nas resinas. Conclusões semelhantes foram observadas por Murad⁵¹, onde a associação do agente silano ao sistema adesivo não demonstrou vantagens, quando comparado com a aplicação de uma camada do sistema adesivo.

O fator tratamento da peça foi estatisticamente significativo onde o grupo IV, jateamento/adesivo/cimento resinoso dual apresentou os maiores valores de resistência adesiva à micro-tração, não sendo estatisticamente diferente do grupo I, jateamento/silano/cimento resinoso químico. O grupo II, jateamento/cimento resinoso químico e III, jateamento/silano/adesivo/cimento resinoso dual foram estatisticamente semelhantes, não sendo diferentes do grupo I, jateamento/silano/cimento resinoso químico. Tem sido reportado que a efetividade do agente de união silano para melhorar a resistência adesiva de compósitos previamente jateados nem sempre acontece. Bouschlicher et al.³ observaram falhas dos agentes silanos para melhorar a resistência adesiva entre reparos de resina composta, sugerindo que a retenção mecânica é o fator mais significativo, pelo que o uso dos silanos parece não ser necessário. Podemos admitir que os diferentes tratamentos superficiais das Resinas Indiretas apresentam outros fatores de interação não analisados neste estudo e que podem influenciar diretamente na resistência adesiva proporcionada pelos diferentes agentes cimentantes.

O grupo IV, que apresentou os maiores valores de resistência adesiva, quando comparado aos outros grupos testados, a superfície interna da Resina Laboratorial foi submetida ao jateamento com esferas de vidro e posterior

aplicação do sistema adesivo. Kawamoto et al.³¹ observaram que a resina Gradia™ apresentou os maiores resultados de resistência adesiva quando tratada com sistema adesivo. Diversos autores sugerem que a baixa viscosidade dos sistemas adesivos melhora o molhamento da superfície, penetrando nas irregularidades produzidas pelo jateamento.^{39,72,30,32,3,31,13}

A composição do adesivo parece ter uma importância fundamental nos resultados, Hisamatsu et al.²⁸ encontraram que com o uso de adesivos à base de UDMA a resistência adesiva das restaurações indiretas diminuiu estatisticamente, comparado com adesivos à base de MMA. Os autores atribuíram esses resultados a que o monômero UDMA possui maior viscosidade, quando comparado com MMA, e quanto maior a viscosidade, mais difícil é para os monômeros penetrar na superfície jateada. Achados semelhantes foram encontrados por Matsumura et al.⁴⁸, onde os adesivos à base de TEGMA apresentaram maiores valores que o monômero UDMA, os menores valores foram apresentados pelo monômero MMA-UDMA.

Os monômeros que formam parte da composição do adesivo 3M Single Bond™ são o Bisfenol A diglicildimetacrilato (Bis-GMA) e 2-Hidroxietilmetacrilato (HEMA). Imamura et al.³⁰ encontraram que os adesivos à base de Bis-GMA, sozinhos ou combinados com silanos, mostraram ser efetivos para melhorar a resistência adesiva dos compósitos aos cimentos resinosos após jateamento.

Os achados de Lucerna-Martín et al.⁴² não estão de acordo com os resultados do grupo IV, pois o jateamento obteve os maiores valores de resistência adesiva e a aplicação de diferentes sistemas adesivos apresentou resultados menores, variando segundo o adesivo empregado. Esse fenômeno foi atribuído à desigualdade dos agentes adesivos para molhar o substrato.

A diferença da resistência adesiva entre os dois cimentos testados pode ser consequência da composição, tipo de carga e modo de ativação. A ativação do cimento dual foi realizada durante 360 segundos, em diferentes direções, para garantir a penetração da luz do aparelho fotopolimerizador, através da espessura do material restaurador indireto. Tashiro et al.⁷⁴ recomendam aumentar o tempo de irradiação do cimento resinoso, dependendo da espessura da restauração, pois o aumento do tempo ajuda a luz penetrar adequadamente por meio da espessura da peça indireta e alcançar uma adequada polimerização. O tempo deve ser aumentado, dependendo da intensidade do aparelho utilizado. Em nosso trabalho o aparelho fotoativador halógeno OPTILUX oferece uma intensidade de luz de 600 mW/cm², avaliada com o auxílio de um radiômetro.

Quanto ao tipo de carga, o cimento C&BTM apresenta uma porcentagem de sílica entre 30-60% na pasta catalisadora e na pasta base a porcentagem de sílica é de 15-40% e partículas cerâmicas de 15-40%. A porcentagem de carga do cimento Rely XTM ARC é de 67,5%, Em nosso trabalho pode-se concluir que as diferenças na composição ou polimerização do cimento não influenciaram nos valores de resistência adesiva, pois o fator cimento não foi estatisticamente significativo ($p=0,25$). Resultados diferentes foram encontrados por Kitasako et al.^{33, 34,35}, Mak et al.⁴⁵ e El-Zohairy et al.¹⁴, os quais afirmaram que a resistência adesiva é influenciada pelas propriedades do cimento resinoso testado, principalmente pelo módulo de elasticidade no momento de receber as cargas do teste. Também relacionam o peso molecular dos componentes com a capacidade de penetração nos túbulos dentinários abertos para formação da camada híbrida, do mesmo modo que as resinas diretas.

Mota et al.⁵⁰ encontraram que os cimentos resinosos com maior porcentagem de carga inorgânica alcançaram maiores valores de resistência adesiva, citando que a composição tem influência sobre a resistência ao cisalhamento, na microinfiltração, no teste de flexão, mas tem pouca influência sobre o teste de tração. Eles encontraram que a composição não esclarece os resultados mas a relação entre a dentina e o sistema adesivo utilizado. Onde foi utilizado sistema adesivo à base de etanol os resultados do teste de cisalhamento foram maiores que nos adesivos à base de acetona.

Sanares et al.⁶³ demonstraram que existe uma significativa redução na adesão, quando diferentes sistemas adesivos são usados com compósitos químicos, variando de 45,5% a 90,8%. Observaram uma relação entre o pH dos adesivos e a resistência adesiva, ou seja, quanto mais ácido o adesivo, maior a resistência adesiva. Nos grupos onde foram utilizados os sistemas adesivos e a resina de polimerização química os valores de resistência adesiva diminuíram significativamente, comparados com a resina fotoativada. Neste trabalho, o grupo IV, onde foi utilizado um cimento de polimerização dual, os valores de resistência adesiva foram maiores, comparados com os grupos I e II onde foi utilizado um cimento de polimerização química. Segundo Castellon e Burgess⁹ e Tay et al.⁷⁷ o ar incorporado durante o preparo das resinas químicas parcialmente contribuiu para formação de bolhas que diminuiu a resistência adesiva. A interação entre os monômeros ácidos da camada inibida por oxigênio dos adesivos interage com os componentes das resinas químicas, afetando sua completa polimerização.

Outro fator que interfere na aplicação dos adesivos em dentina é o nível de umidade onde alcança os máximos valores de resistência adesiva, Reis et al.^{57,58} concluíram que os níveis variam para cada material. O excesso de água

causa maior efeito deletério nos adesivos que possuem água em sua composição, como o Single Bond, que nos adesivos à base de acetona como o One Step. Os adesivos à base de água apresentam uma menor taxa de evaporação que os sistemas à base de acetona. A presença de solventes orgânicos, com alta porcentagem de evaporação, ajuda na eliminação da água residual, a qual pode comprometer posteriormente a polimerização das resinas.

Em nosso trabalho, como o fator cimento não foi estatisticamente significativo ($p=0,25$), é difícil afirmar que a relação entre a dentina e o sistema adesivo utilizado afetou os valores de resistência de união, onde no cimento químico foi utilizado um sistema à base de acetona e no cimento de ativação dual um adesivo à base de etanol e água.

Shortall et al.⁶⁷ e Mak et al.⁴⁵ determinaram que a adesão entre a Resina Laboratorial e o cimento resinoso foi a mais fraca nas restaurações de compósitos indiretos, o que suporta os resultados nos padrões de fratura encontrados nesta pesquisa, onde a maior porcentagem para todos os grupos foi fratura adesiva da união na interface Resina Laboratorial de Segunda Geração/Cimento Resinoso-Adesivo. Não foram observadas fraturas coesivas na dentina, provavelmente devido ao fato de que os valores de resistência adesiva obtidos neste estudo são menores que os registrados na literatura.⁶⁵

O método para avaliar a resistência adesiva nesta pesquisa, o teste de micro-tração, apresentam a tendência de registrar valores mais altos de resistência adesiva, quando comparados a outros testes comumente empregados para estudar a resistência adesiva dos materiais. El-Zohairy et al.¹³ observaram que teste de cisalhamento freqüentemente utilizado para avaliar resistência adesiva produz uma grande quantidade de fraturas coesivas longe da interface adesiva,

dando informações limitadas sobre a verdadeira resistência adesiva do material testado. O teste de cisalhamento, assim como o de tração estão influenciados pela distribuição não uniforme do estresse na amostra.

O teste de micro-tração trabalha com espécimes de pequena área, entre 0,5 mm² a 3 mm²; onde pequenas áreas de superfície adesiva são associadas a maiores resultados de resistência adesiva, pois um espécime de maior tamanho tem altas possibilidades de possuir mais defeitos, quando comparados com espécimes menores, apresentando falhas predominantemente adesivas^{64,8}. Como mencionado anteriormente, o padrão de fratura com maior predomínio nos quatro grupos de estudo avaliados nesta pesquisa, foi o adesivo. Resultados semelhantes foram observados por Gomes²; Faria¹⁵; Guzman-Ruiz et al.²⁶; El-Zohairy et al.^{13,14}; e Reis et al.^{57,58,59,60}

A geometria dos espécimes utilizados neste estudo foi em forma de “palito”; a forma de ampolheta apresenta uma alta porcentagem de perda prematuras²⁵. O estrangulamento gera maior estresse na interface adesiva, reduzindo significativamente os valores de resistência adesiva.⁶²

Para a análise estatística, foi considerado como unidade experimental o dente, não o “palito”, Neter et al. (1996, *apud* Reis, 2003) consideram a unidade experimental como a menor subunidade da investigação em que dois diferentes tratamentos podem ser aplicados. Pashley, et al.⁵⁵ sugeriram o mínimo de quatro dentes por grupo para a realização do teste de micro-tração. Em nosso estudo foram utilizados cinco dentes por grupo.

Um dos fatores que pode contribuir com a perda prematura dos “palitos” é a tensão gerada durante o corte. Ferrari et al.¹⁶ observaram nos espécimes defeitos estruturais, o que também pode contribuir com a perda

prematura. Para a análise estatística foram considerados os “palitos” perdidos, pois eles têm influência no resultado final de resistência adesiva. Pesquisadores como Guzman-Ruiz et al.²⁶; El-Zohairy et al.^{13,14}; Reis et al.^{57,58,59,60} também consideraram os espécimes perdidos no resultado final, pois a média da resistência adesiva calculada, sem contar os espécimes perdidos, pode dar uma interpretação errada das propriedades do material⁵⁷.

Para os “palitos” perdidos foi outorgado um valor estimado, calculado, dividindo o menor resultado obtido dos grupos de estudo à metade⁵⁷. O menor valor foi de 4,7 MPa, sendo que o valor outorgado aos “palitos” perdidos foi de 2,4 MPa. Pashley et al.⁵⁶ afirmam que valores menores que 4 MPa não podem ser avaliados mediante o método de micro-tração.

O grupo que perdeu o maior número de “palitos” foi o grupo III, El-Zohairy et al.¹³ encontram os mesmos resultados, quando avaliado o cimento resinoso Rely XTM ARC que apresentou o maior número de perdas, mas os valores de resistência adesiva apresentados pelos espécimes que sobreviveram não foram os menores. Essa afirmação é certa para o grupo IV que obteve os maiores valores de resistência adesiva, mas discorda com os resultados do grupo III, que proporcionou os menores resultados dos quatro grupos avaliados, esclarecendo que esses valores não foram diferentes estatisticamente dos mostrados pelo grupo I e II.

Devido às muitas diferenças entre as variáveis das pesquisas que avaliam a resistência adesiva dos materiais, os resultados dos estudos não são facilmente comparáveis, e a extrapolação dos resultados deve ser cautelosa. Até o presente momento o mecanismo envolvido nos procedimentos adesivos entre as restaurações indiretas em Resina Laboratorial de Segunda Geração e o sistema adesivo/cimento resinoso permanece desconhecido, devido aos muitos fatores que

podem interferir no resultado final. Comparar os resultados de um teste laboratorial com o que realmente acontece nas restaurações indiretas no meio bucal resulta difícil. Kitasako et al.³³ sugeriram que, para conhecer o comportamento verdadeiro dos materiais, são necessários ensaios que possam simular, com maior precisão, situações clínicas reais.

7 CONCLUSÃO

De acordo com a metodologia proposta e com base nos resultados obtidos, concluímos que:

- Não houve diferenças estatísticas entre os valores de resistência adesiva entre os cimentos resinosos Rely XTM ARC, de polimerização dual e o cimento de polimerização química C&BTM.

- O tratamento interno da peça foi estatisticamente significativa. Para o cimento Rely XTM ARC a aplicação do agente silano diminuiu estatisticamente os valores de resistência adesiva. No cimento C&BTM, os valores de resistência adesiva foram aumentados pela aplicação do agente silano, não sendo estatisticamente significativa.

- As falhas de união entre a restauração indireta em Resina Laboratorial de Segunda Geração/cimento resinoso/sistema adesivo/ dentina foram predominantemente adesivas entre a Resina Laboratorial de Segunda Geração e o cimento resinoso.

REFERÊNCIAS

1. ABU-HANNA, A.; GORDAN, V. V. Evaluation of etching time on dentin bond strength using single bottle bonding systems. **J. Adhes. Dent.**, v. 6, n. 2, p. 105-110, Summer 2004.
2. AHID, F. et al. Influence of different dentin etching times and concentrations and air-abrasion technique on dentin microtensile bond strength. **Am. J. Dent.**, v. 17, n. 6, p. 447-450, Dec. 2004.
3. BOUSCHLICHER, M.; COBB, D.; VARGAS, M. Effect of two abrasive system on resin bonding to laboratory-processed indirect resin composite restorations. **J. Esthet. Dent.**, v. 11, n. 4, p. 185-196, 1999.
4. BOWEN, R. L.; WASHINGTON, D. C. Properties of a sílica-reinforced polymer for dental restorations. **J. Am. Dent. Assoc.**, v. 66, p. 57-64, Jan.1963.
5. BRUDEVOLD, F. A.; BUONOCORE, M. G.; WILEMAN, W. A report on resin composition capable of bonding to human dentin surface. **J. Dent. Res.**, v. 35, n. 6, p. 846-51, Dec. 1956.
6. BUONOCORE, M. G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. **J. Dent. Res.**, v. 34, n. 6, p. 849-53, Dec. 1955.
7. CARDOSO, P. E. C.; BRAGA, R. R.; CARRILHO, M. R. O. Evaluation of micro-tensile, shear and tensile test determining the bond strength of three adhesive systems. **Dent. Mater.**, v. 14, n.6, p. 394-398, Nov. 1998.
8. CARVALHO, R. M. et al. Determinação da resistência adesiva à dentina através de um dispositivo de micro-tração. **Rev. Fac. Odontolog. Bauru.**, v. 2, n. 3, p. 77-89, jul./sep. 1994.
9. CASTELLON, P.; BURGESS, J. Shear bond strength of four core materials to dentin bonded with light-cured or dual cured adhesive. **Am. J. Dent.**, v. 17, n. 6 p. 401-403, Dec. 2004.
10. CHO, B.; DICKENS, S. Effects of the acetone content of single solution dentin bonding agents on the adhesive layer thickness and the microtensile bond strength. **Dent. Mater.**, v.20, n. 2, p. 107-115, Feb. 2004.

11. COHELO SANTOS, M.J.M. et al. The effect of dentin adhesive and cure mode on film thickness and micotensile bond strength to dentin in indirect restorations. **Oper. Dent.**, v.30, n. 1, p. 50-57, Jun. /Feb. 2005.
12. DUARTE, R.M.; GOES, M.F..; MONTES, M.A.J.R. Effect of time on tensile bond strength of resin cement bonded to dentin and low-viscosity composite. **J. Dent.**, v. 25, p.1-10, May 2005 (in press).
13. EL-ZOHAIRY, A. et al. Microtensile bond strength testing of luting cements to prefabricated CAD/CAM ceramic and composite blocks. **Dent. Mater.**, v. 19, n. 7, p. 575-583, Nov. 2003.
14. EL-ZOHAIRY, A. et al. Effect of conditioning time of self-etching primers of dentin bond strengths of three adhesive resin cement. **Dent. Mater.**, v. 21, n. 2, p. 83-93, Feb. 2005.
15. FARIA, R.P. **Avaliação “in vitro” da resistência a união do Cerômero ao sistema de cimentação adesiva, através do teste de micro-tração. Efeitos de diferentes tratamentos de superfície.** Araraquara 2001. 163f. Dissertação (Mestrado em Dentística Restauradora) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista.
16. FERRARI, M. et al. Microtensile bond strength tests: scanning electron microscopy evaluation of sample integrity before testing. **Eur. J. Oral. Sci.**, v. 110, n. 5, p. 385-391, 2002.
17. FURUKAWA, K.; INAI, N.; TAGAMI, J. The effects of luting resin bond to dentin on the strength of dentin supported by indirect resin composite. **Dent. Mater.**, v. 18, n. 2, p. 136-142, Mar. 2002.
18. GARONE NETTO, N.; BURGER, R.C. *Inlay e Onlay* de resina composta. In: Garone Netto, N. (Org.). **Inlay e Onlay metálica e estética.** São Paulo: Ed. Santos, 1998. p. 188-231.
19. GIANNINI, M.; SOARES, C. J.; CARVALHO, R. M. Ultimate tensile strength of tooth structures. **Dent. Mater.**, v. 20, n. 4, p.322-329, May 2004.
20. GOÉS, M. F. **Cimentos Resinosos.** São Paulo: Artes Medicas, 1998. p. 167-76.

21. GOMES, J. C. **Análise “in vitro” do efeito dos sistemas adesivos e materiais restauradores, cerâmica e cêromero na resistência adesiva com o substrato dentinário, através do teste de micro-tração.** Araraquara, 1999.189f. Tese (Doutorado em Dentística Restauradora) Faculdade de Odontologia Universidade Estadual Paulista.
22. GOMES, J. C. et al. Prótese estética sem metal. **Biodonto.**, v. 2, n. 1, p.1-56, mar. / abr. 2004.
23. GOMES, O. M. M.; CALIXTO, A. L. Cimentação Adesiva. In: Gomes, J. C. (Org.). **Estética em Clínica Odontológica.** Curitiba: Maio, 2004. p. 301-330.
24. GOODIS, H. E. et al. Storage effects on dentin permeability and shear bond strengths. **Dent. Mater.**, v. 9, n. 2, p. 79-84, Mar. 1993.
25. GORACCI, C. et al. Influence of substrate, shape and thickness on microtensile specimens, structural integrity and their measured bond strengths. **Dent. Mater.**, v. 20, n. 7, p. 643-654, Sept. 2004.
26. GUZMÁN-RUIZ, S. et al. Association between microtensile bond strength and leakage in the indirect resin composite/dentin adhesively bonded joint. **J. Dent.**, v. 29, n. 2, p. 145-153, Feb. 2001.
27. HAUPTMANN, R.; MANDARINO, F. Eficácia da Silanização na retenção das restaurações indiretas de resina composta e porcelana. **Odonto 2000.**, v. 2, n. 2, p. 14-17, julho/dez. 1998.
28. HISAMATSU, M.; ATSUTA, M.; MATSUMURA, H. Effect of silane primers and unfilled resin bonding agents on repair bond strengths of a prosthodontics microfilled composite. **J. Oral Rehabil.**, v. 29, n. 7, p. 644-648, Jul. 2002.
29. HUMMEL, S. et al. Surface treatment of indirect resin composite surfaces before cementation. **J. Prosthet. Dent.**, v. 77, n. 6, p. 568-572, June 1997.
30. IMAMURA, I. et al. Enhancement of resin bonding to heat-cured composite resin. **Oper. Dent.**, v.21, p. 249-256, 1996.
31. KAWAMOTO, Y. et al. Bending bond strength of prosthetic composite in repair restorations. **J. Dent. Res.**, v. 80, p.149, 2001. (AADR Abstracts 906).

32. KELSEY, W. et al. Bond strengths to enamel and dentin with indirect and direct resin composite. **Am. J. Dent.**, v. 9, n. 3, p.105-108, June 1996.
33. KITASAKO, Y. et al. Shear and tensile bond testing for resin cement evaluation. **Dent. Mater.**, v. 11, n. 5, p. 298-304, Sept. 1995.
34. KITASAKO, Y. et al. Shear bond strengths of three resin cements to dentin over 3 years in vitro. **J. Dent.**, v.29, n. 2, p. 139-144, Feb. 2001.
35. KITASAKO, Y. et al. Long-term tensile bond durability of two different 4-META containing resin cement to dentin. **Dent. Mater.**, v. 18, n. 3, p. 276-280, May 2002.
36. KOCZARSKI, M. J. Utilization of ceromer inlays/onlays for replacement of amalgam restoration. **Pract. Periodont. Aesthet. Dent.**, v.10, n. 4, p. 405-412, May 1998.
37. KONISHI, N. et al. Dentin shear strength: effect of distance from the pulp. **Dent. Mater.**, v. 18, n. 7, p. 516- 520, Nov. 2002.
38. KREJCI, I. et al. Adhesive crowns and fixed partial dentures fabricated of ceromer/FRC: Clinical and laboratory procedures. **Pract. Periodont. Aesthet. Dent.**, v. 10, n. 4, p. 487-498, May 1998.
39. LATTA, M.; BARKMEIER, W. W. Bond strength of resin cement to a cured composite inlay material. **J. Prosthet. Dent.**, v. 72, n. 2, p.189-93, Aug. 1994.
40. LEINFELDER, K. F. New developments in Resin Restorative Systems. **J. Am. Dent. Assoc.**, v. 128, n. 5, p. 573-581, May 1997.
41. LEONARD, D. L. et al. Polymerization efficiency of LED curing lights. **J. Esthet. Restor. Dent.**, v. 14, n. 5, p. 286-295, 2002.
42. LUCENA-MARTÍN, C.; GONZÁLEZ-LÓPEZ, S.; NAVAJAS-RODRÍGUEZ, J. M. The effect of various surface treatments and bonding agents on the repaired strengths of heat-treated composite. **J. Prosthet. Dent.**, v. 86, n. 5, p.481-488, Nov. 2001.

43. MAIA, L. G.; VIEIRA, L. C. C. Cimentos resinosos: uma revisão de literatura. **J. Bras. Dent. Estet.**, v. 2, n. 7, p. 258-62, jul. / sep. 2003.
44. MAK, Y. et al. Micro-tensile bond testing of resin cements to dentin and an indirect resin composite. **Dent. Mater.**, v.18, n. 8, p. 609-621, Dec. 2002.
45. MASOTTI, A. S. et al. Avaliação In vivo e In vitro da resistência de união à dentina do sistema adesivo Single Bond (3M). **J. Bras. Dent. Estet.**, v. 1, n. 2, p. 160-164, abr/jun. 2002.
46. MATINLINNA, J. P. et al. An introduction to Silanes and their clinical applications en dentistry. **Int. J. Prosthodont.**, v. 17, n. 2, p.155-164, Mar. /Abr. 2004.
47. MATSUMURA, H.; HISAMATSU, N.; ATSUTA, M. Effect of unfilled resins and silane primer on bonding between layers of light-activated composite resin veneering material. **J. Prosthet. Dent.**, v. 73, n. 4, p. 386-391, April 1995.
48. MIARA, P. Aesthetic guidelines for second-generation indirect inlay and onlay composite restorations. **Pract. Periodont. Aesthet. Dent.**, v. 10, n. 4, p. 423-431, May 1998.
49. MITCHEM, J. C.; FERRACANE, J. L.; GRONAS, D. G. The etching of hybrid composite to facilitate cementation or repair. **Dent. Mater.**, p. 392, 1991. (Abstract 1007).
50. MOTA, C. S. et al. Tensile bond strength of four resin luting agents bonded to bovine enamel and dentin. **J. Prosthet. Dent.**, v. 89, n. 6, p. 558-564, June 2003.
51. MURAD, C. G. **Avaliação da resistência adesiva em reparos de resina composta.** Bauru 2003. 113f. Dissertação (Mestrado em Dentística Restauradora) - Faculdade de Odontologia de Bauru, da Universidade de São Paulo.
52. NILSSON, E. et al. Factors affecting the shear bond strengths of bonded composite inlays. **Int. J. Prosthodont.**, v.13, n. 1, p. 52-58, 2000.

53. OLIVEIRA, O.B. et al. Avaliação da resistência adesiva a tração de dois cimentos resinosos utilizados na cimentação de resina composta indireta submetida a diferentes tratamentos. **Rev. A.B.O. Nac.**, v. 11, n. 4, p. 218-222, ago/sep. 2003.
54. OLIVIERI, K. et al. Influência de diferentes tratamentos superficiais na adesividade da resina Solidex. **Pós-Grad. Rev. Odontol.**, v. 5, n. 2, p. 59-63, maio/ago. 2002.
55. PASHLEY, D. H. et al. Adhesive testing of dentin bonding agents: A review. **Dent. Mater.**, v. 11, n. 2, p. 117-125, 1995.
56. PASHLEY, D. H. et al. The Microtensile Bond Tests: A review. **J. Adhes. Dent.**, v. 1, n. 4, p. 299-309, Winter 1999.
57. REIS, A., et al. Moisture Spectrum of Demineralized dentin for adhesive system with different solvent bases. **J. Adhes. Dent.** v. 5, n. 3, p. 183-192, 2003.
58. REIS, A. et al. Durability of resin dentin interfaces: effects of surface moisture and adhesive solvent component. **Dent. Mater.**, v. 20, n. 7, p. 669-676, 2004.
59. REIS, A. et al. The influence of storage time and cutting speed on microtensile bond strength. **J. Adhes. Dent.**, v. 6, n. 1, p. 7-11, 2004.
60. REIS, A. et al. Influence of crosshead speed on resin-dentin microtensile bond strength. **J. Adhes. Dent.**, v. 6, n. 4, p. 275- 278, 2005.
61. RUEGGEBERG, F. A. et al. Substrate for adhesion testing to tooth structure – Review of the literature. **Dent. Mater.**, v. 7, p. 2-10, Jan. 1991.
62. SADEK, F. T. et al. Influencia da geometria dos espécimes em dentina e esmalte no Teste de Micro-tração: Análise de resistência de união e microscopia eletrônica de varredura. **Revista Ibero-americana de Odontologia Estética & Dentística.**, v. 3, n. 9, p. 81-93, 2004.
63. SANARES, A. M. et al. Adverse surface interactions between one-bottle light-cured adhesive and chemical- cured composites. **Dent. Mater.**, v. 17, n. 6, p. 542-556, Nov. 2001.

64. SANO, H. et al. Relationship between surface area for adhesion and tensile strength – Evaluation of a micro-tensile bond test. **Dent. Mater.**, v. 10, p. 236-240, July 1994.
65. SANO, H. et al. Tensile Properties of Resin-infiltrated demineralized human dentin. **J. Dent. Res.**, v. 74, n. 4, p. 1093 – 1102, April 1995.
66. SANTOS, S. P.; PEREIRA, G. M.; ABDO, R. C. C. Avaliação da resistência ao cisalhamento da união resina composta/porcelana em função de diferentes tipos de adesivos dentinário. **Jornal Brasileiro de Clínica & Estética em Odontologia**, v. 4, p. 35-38, 2000.
67. SHORTALL, A. C.; BAYLIS, R. L.; WILSON, H. J. Composite inlay/luting resin bond strength surface treatment effects. **J. Dent.**, v. 24, n. 1-2, p. 129-135, 1996.
68. SÖDERHOLM, K.; SHANG, S. Molecular orientation of silane at the surface of colloidal sílica. **J. Dent. Res.**, v. 72, n. 6, p. 1050-1054, June 1993.
69. STOKES, A. N.; TAY, W. N.; PEREIRA, B. P. Shear bond cement to post-cured hybrid composites. **Dent. Mater.**, v. 9, p. 370-374, Nov. 1993.
70. SWIFT, E. et al. Treatment of composite surfaces for indirect bonding. **Dent Mater.**, v. 8, p. 193-196, May 1992.
71. SWIFT, E.; CLOE, B.; BOYER, D. Effect of a silane coupling agent on composite repair strengths. **Am. J. Dent.**, v. 7, n. 4, p. 200-202, Aug. 1994.
72. SUDSANGIAM, S.; NOORT, R. Do dentin bond strength tests serve a useful purpose?. **J. Adhes. Dent.**, v. 1, n. 1, p. 57-67, 1999.
73. TASHIRO, H. et al. Effects of light intensity through resin inlay on the bond strength of dual-cured resin cement. **J. Adhes. Dent.**, v. 6, n. 3, p. 233-238, 2004.
74. TAVEIRA, Z. Z. et al. SEM characterization of laboratorial composite resins subjected to different surface treatment: a comparative study. **J. Appl. Oral Sci.**, v. 12, p. 48, 2004 (Abstract 62).

75. TAY, F.; WEI, S. Indirect posterior restorations using a new chairside monohybrids resin composite system. **J. Adhes. Dent.**, v. 3, n. 1, p. 89-99, 2001.
76. TAY, F. et al. Single-step, self-etch adhesives behave as permeable membranes after polymerization. Part I. Bond strength and morphologic evidence. **Am. J. Dent.**, v. 17, n. 4, p. 271-278, Aug. 2004.
77. TAY, F.; CARVALHO, R.; PASHLEY, D. Water movement across bonded dentin – too much of a good thing. **J. Appl. Oral Sci.**, v. 12, p. 12-25, 2004 (sp. issue).
78. TOUATI, B. The evolution of aesthetic restorative materials for inlays and onlays: A Review. **Intern. Aesthe. Chronicle.**, v. 7, n. 8 p. 657-666, 1996.
79. TOUATI, B.; AIDAN, N. Second generation laboratory composite resins for indirect restorations. **J. Esthet. Dent.**, v. 9, n. 3, p. 108-118, 1997.
80. TRAJTENBERG, C.; POWERS, J. Bond strengths of repaired laboratory composites using three surface treatment and three primers. **Am. J. Dent.**, v. 17, n. 2, p. 123-126, April 2004.
81. VIDAL, L. P.; OLIVEIRA, A. C. C.; PACHECO, J. F. M. Influência do tratamento interno colagem de compósito para restaurações indiretas. **Jornal Brasileiro Clínica Odontológica Integrada.**, v. 6, n. 31, p. 57-61, jan./fev. 2002.
82. YOSHIDA, K.; GREENER, E.; LAUTENSCHLAGER, E. Shear bond strengths of two luting cements to laboratory-cured prosthetic resin composite. **Am. J. Dent.**, v. 6, n. 1 p. 13-16, Feb. 1993.
83. YOSHIDA, K.; KAMADA, K.; ATSUTA, M. Effects of two silane coupling agents, a bonding agent, and thermal cycling on the bond strength of a CAD/CAM composite material cemented with two resin luting agents. **J. Prosthet. Dent.**, v. 85, n. 2, p. 184-189, Feb. 2001.

APÊNDICE A - Resultados originais e valores da resistência adesiva (MPa) do teste de micro-tração e modo de fratura dos espécimes dos grupos estudados

Tabela 1- Resultados originais e valores da resistência adesiva (MPa) do teste de micro-tração e modo de fratura dos espécimes do Grupo I

Dente	Largura (mm)	Comprimento (mm)	Área (mm ²)	Carga de Ruptura (N)	Resistência Adesiva (MPa)	Tipo de Fratura
1	0,95	0,97	0,92	15,27	16,6	ARC
	0,81	0,92	0,75	17,48	23,3	ARC
	0,86	0,86	0,74	8,95	12,1	ARC
	0,82	0,92	0,75	8,85	11,8	ARC
	0,94	0,87	0,82	7,95	9,7	ARC
	0,88	0,91	0,80	18,80	23,8	ARC
	0,88	0,93	0,82	13,61	16,6	ARC
	0,92	0,87	0,80	24,08	30,1	ARC
	0,92	0,93	0,86	8,51	9,9	ARC
2	0,79	0,91	0,72	9,14	12,7	ARC
	0,87	1,02	0,89	8,24	9,3	ARC
	0,89	1,02	0,91	9,83	10,8	ARC
	0,97	0,95	0,92	28,80	31,3	ARC
	0,94	0,78	0,73	15,55	21,3	ARC
	0,94	0,94	0,88	11,79	13,4	ARC
	0,97	1,12	1,09	32,26	29,6	ARC
	0,81	0,94	0,76	16,34	21,5	ARC
	0,91	0,91	0,83	12,28	14,8	ARC
	0,95	0,93	0,88	15,45	17,6	ARC
	0,86	0,91	0,78	8,58	11,0	ARC
	0,95	1,12	1,06	23,32	22,9	ARC
	0,90	0,94	0,85	21,59	25,4	CC
	0,94	0,92	0,87	8,27	9,5	ARC
	0,97	0,82	0,80	20,48	25,6	ARC
3	0,87	0,88	0,77	34,52	41,5	ARC
	0,88	0,90	0,79	15,09	19,1	ARC
	0,93	0,89	0,83	10,81	13,1	ARC
	0,88	0,89	0,78	23,35	29,8	ARC
	0,87	0,88	0,77	24,59	32,1	ARC
	0,70	0,89	0,62	22,35	35,9	CR
	0,91	0,90	0,82	13,74	16,8	ARC
	0,88	1,32	1,16	15,71	13,5	ARC
4	0,88	0,86	0,76	18,68	24,7	CC
	1,11	0,85	0,94	25,79	27,3	ARC
	0,91	0,89	0,81	28,46	35,1	ARC
	1,08	0,94	1,02	14,77	14,5	ARC
	0,89	0,94	0,84	22,34	26,7	ARC
	0,88	0,90	0,79	11,96	15,1	ARC
	0,94	0,93	0,87	24,03	27,5	ARC
	0,94	0,67	0,63	18,31	29,1	ARC
5	0,91	0,92	0,84	42,93	51,3	ARC
	0,93	0,98	0,91	31,96	35,1	ARC
	0,92	0,84	0,77	17,38	22,5	M
	0,91	1,03	0,94	23,91	25,5	ARC
	0,88	1,03	0,91	15,29	16,9	CC
	0,93	0,92	0,86	24,41	28,5	ARC

Tabela 2 - Resultados originais e valores da resistência adesiva (MPa) do teste de micro-tração e modo de fratura dos espécimes do Grupo II

Dente	Largura (mm)	Comprimento (mm)	Área (mm ²)	Carga de Ruptura (N)	Resistência Adesiva (MPa)	Tipo de Fratura
1	0,91	0,89	0,81	13,12	16,2	ARC
	0,92	0,91	0,84	18,73	22,3	ARC
	0,91	0,93	0,85	10,37	12,2	ARC
	0,91	0,92	0,84	24,78	29,5	ARC
	0,91	0,90	0,82	14,68	17,9	ARC
	0,90	0,90	0,81	6,40	7,9	ARC
	0,90	0,89	0,80	16,40	20,5	ARC
	0,91	0,92	0,84	13,44	16,0	ARC
	0,91	0,91	0,83	14,53	17,5	ARC
	0,90	0,92	0,83	14,11	17,1	ARC
2	0,93	0,92	0,86	12,30	14,3	ARC
	0,89	0,94	0,84	6,50	7,2	ARC
	0,93	0,87	0,81	8,10	10,0	ARC
	0,88	0,88	0,77	8,86	11,5	ARC
	0,89	0,93	0,83	19,01	22,9	ARC
	0,72	0,80	0,58	13,90	24,1	ARC
	0,90	0,89	0,80	6,56	8,2	ARC
	0,93	0,90	0,83	6,00	7,2	ARC
3	0,92	0,91	0,84	12,66	15,0	ARC
	0,93	0,92	0,90	13,35	15,6	ARC
	0,90	0,92	0,83	28,65	34,6	ARC
	0,91	0,90	0,82	18,26	22,3	ARC
	0,92	0,94	0,86	15,48	17,9	ARC
4	0,92	0,97	0,89	8,03	9,0	ARC
	0,95	0,92	0,87	18,09	20,7	ARC
	0,91	0,96	0,87	7,16	8,2	ARC
	0,89	0,91	0,81	21,54	26,6	ARC
	0,98	0,93	0,91	11,93	13,1	ARC
	0,96	0,87	0,84	12,53	15,0	ARC
	0,97	0,89	0,86	14,07	16,3	CC
	0,91	0,89	0,81	32,32	39,9	CC
	0,94	0,94	0,88	23,77	26,9	ARC
5	0,96	1,14	1,09	18,20	16,7	ARC
	0,96	0,90	0,86	5,44	6,3	ARC
	0,95	0,90	0,85	9,10	10,7	ARC
	0,92	0,95	0,87	8,40	9,6	ARC
	0,91	0,98	0,89	10,80	12,1	ARC
	0,97	1,06	1,03	13,68	13,3	ARC
	0,86	0,95	0,82	10,30	12,6	ARC
	1,00	0,89	0,89	6,14	6,9	ARC

Tabela 3 - Resultados originais e valores da resistência adesiva (MPa) do teste de micro-tração e modo de fratura dos espécimes do Grupo III

Dente	Largura (mm)	Comprimento (mm)	Área (mm²)	Carga de Ruptura (N)	Resistência Adesiva (MPa)	Tipo de Fratura
1	0,99	0,94	0,93	11,81	12,7	ARC
	0,97	0,70	0,68	9,14	13,5	ADC
	0,82	0,88	0,72	11,32	15,7	CC
	0,79	0,68	0,55	36,50	67,0	ARC
	0,95	1,06	1,01	7,65	7,6	ARC
	0,93	1,05	0,98	9,56	9,8	ARC
	1,72	1,03	1,77	18,08	10,2	M
2	0,92	1,07	0,98	9,01	9,2	ARC
	0,97	1,02	0,99	24,52	24,8	ARC
	1,13	0,91	1,03	37,17	22,5	M
	0,90	0,93	0,84	25,89	30,9	ADC
	0,97	0,84	0,81	6,86	8,4	ADC
	0,93	0,92	0,86	9,02	10,5	ADC
3	0,92	0,98	0,88	24,26	27,5	ADC
	0,92	0,88	0,81	17,90	22,1	ADC
	0,90	0,98	0,88	4,23	4,8	ADC
	0,92	0,91	0,84	12,01	14,3	ADC
4	0,87	0,90	0,78	17,30	22,1	ADC
	0,88	1,06	0,93	12,60	13,5	ADC
	0,91	1,07	0,97	7,21	7,4	ARC
5	0,88	1,17	1,03	16,06	15,6	ARC
	1,12	0,87	0,97	16,76	17,2	ARC
	0,93	0,87	0,81	14,08	18,3	ARC
	0,71	0,90	0,64	9,07	15,2	ARC
	0,97	1,01	0,98	30,96	31,6	ARC
	0,87	0,33	0,29	5,63	19,6	ARC
	0,92	0,92	0,85	17,86	21,1	ARC
	0,90	0,92	0,83	18,80	22,7	ARC

Tabela 4 - Resultados originais e valores da resistência adesiva (MPa) do teste de micro-tração e modo de fratura dos espécimes do grupo IV

(continua)

Dente	Largura (mm)	Comprimento (mm)	Área (mm ²)	Carga de Ruptura (N)	Resistência Adesiva (MPa)	Tipo de Fratura
1	0,66	0,87	0,57	8,94	15,6	ARC
	1,01	0,93	0,94	22,62	24,1	ARC
	0,83	0,93	0,77	11,86	15,4	ARC
	0,88	0,94	0,83	21,31	25,8	ARC
	1,23	0,77	0,95	40,05	42,3	ARC
	0,93	0,95	0,88	34,86	39,5	ARC
	0,93	1,22	1,13	52,64	46,4	ARC
	0,99	0,94	0,93	31,28	33,6	ARC
	0,91	0,99	0,90	15,23	16,9	ARC
2	1,02	0,94	0,96	13,11	13,7	ARC
	0,93	0,89	0,83	13,16	15,9	ARC
	0,91	0,76	0,69	23,21	33,6	ARC
	0,94	0,76	0,71	20,29	28,4	ARC
	0,96	1,06	1,01	13,64	13,4	ARC
	1,04	0,94	0,98	26,02	26,6	ARC
	1,06	0,93	0,99	42,50	43,1	ARC
	0,94	0,77	0,72	20,72	28,6	ARC
	0,96	1,06	1,02	25,64	25,2	CC
3	0,98	0,78	0,76	36,40	47,6	ARC
	0,92	0,97	0,89	29,32	32,9	ARC
	1,47	0,97	1,43	69,80	49,0	ARC
	0,91	0,99	0,90	34,98	38,8	CR
	1,00	1,01	1,01	42,16	41,7	ARC
	0,91	0,99	0,90	35,51	39,4	ARC
	0,90	1,03	0,93	27,85	30,0	ARC
	0,92	0,99	0,91	39,13	43,0	ARC
4	0,87	0,94	0,82	15,40	18,8	ARC
	0,96	0,91	0,87	13,41	15,4	ARC
	0,80	1,00	0,80	23,25	29,1	ARC
	0,93	1,09	1,01	27,57	27,2	ARC
	0,82	0,87	0,71	12,54	17,6	ARC
	0,85	1,06	0,90	17,03	18,9	CC
	0,93	1,08	1,00	17,58	17,5	ARC
	1,00	0,94	0,94	13,79	14,7	ARC
	0,89	0,95	0,91	22,37	24,5	ARC
	0,82	0,91	0,75	24,17	32,4	ARC
	0,89	0,84	0,75	14,93	20,0	ARC

Tabela 4 - Resultados originais e valores da resistência adesiva (MPa) do teste de micro-tração e modo de fratura dos espécimes do grupo IV

(conclusão)						
Dente	Largura (mm)	Comprimento (mm)	Área (mm ²)	Carga de Ruptura (N)	Resistência Adesiva (MPa)	Tipo de Fratura
5	0,97	0,93	0.90	28.87	32,0	ARC
	0,96	0,98	0.94	44.03	46,8	CR
	0,90	0,92	0.83	37.34	45,1	ARC
	0,95	0,99	0.94	20.32	50,8	CC
	0,94	0,95	0.89	24.56	27,5	ARC
	0,93	0,89	0.83	18.46	22,3	ARC
	0,96	0,90	0.86	19.27	22,3	ARC
	0,77	0,90	0.96	19.96	28,8	ARC
	0,92	0,91	0.84	44.96	53,7	ARC
	0,92	0,95	0.87	20.63	23,6	ARC
	0,96	0,90	0.86	21.43	24,8	ARC
	0,92	0,90	0.83	40.24	48,6	ARC
	0,91	0,95	0.86	23.86	27,6	ARC
	0,95	0,98	0.93	20.95	22,5	ARC
	0,94	0,91	0.86	10.44	12,2	ARC
	0,91	0,93	0.85	14.98	17,7	ARC

APÊNDICE B- Análise da Rugosidade (μm) da superfície interna de peças indiretas em Resina Laboratorial de Segunda Geração após tratamento superficial

Tabela 1. Análise da Rugosidade* (μm) das peças indiretas em Resina Laboratorial de Segunda Geração após tratamento superficial por meio de jateamento com esferas de vidro 60-80 μm durante 30 segundos

Peça	Ra	Rt	Ry	Rz
1	1,36	13,10	11,10	6,70
	2,22	18,00	17,3	11,90
	0,38	4,20	3,60	2,50
2	0,84	6,00	6,00	5,00
	1,20	9,00	8,90	6,70
	0,99	7,40	6,90	5,60
3	0,62	15,80	15,80	5,80
	5,10	43,20	29,10	15,40
	6,83	129,90	129,90	39,30

Ra: média aritmética dos valores absolutos das ordenadas de afastamento dos pontos do perfil de rugosidade em relação à linha média, dentro do percurso de medição. **Rt:** a distancia entre o pico mais alto e o vale mais baixo dentro de um comprimento medido de um perfil de rugosidade. **Ry:** o maior valor de rugosidade que se apresenta no percurso de medição. **Rz:** é a distancia média entre os 5 picos mais altos e os 5 vales mais profundos, dentro de um comprimento medição.

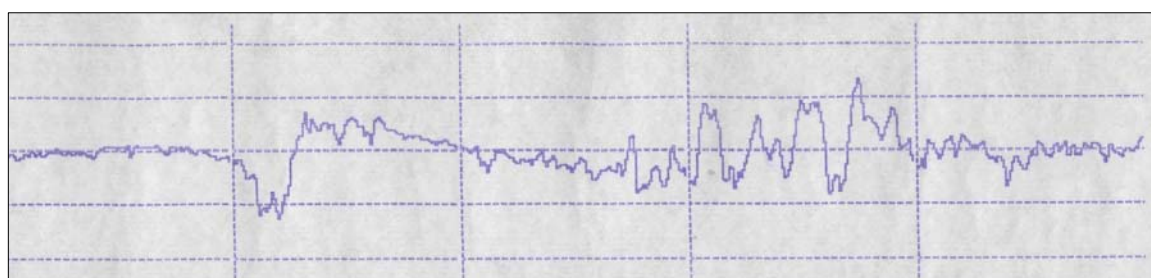


Figura 1. Rugosidade da peça 1 em Resina Laboratorial de Segunda Geração após tratamento superficial por meio de jateamento com esferas de vidro 60-80 μm durante 30 segundos

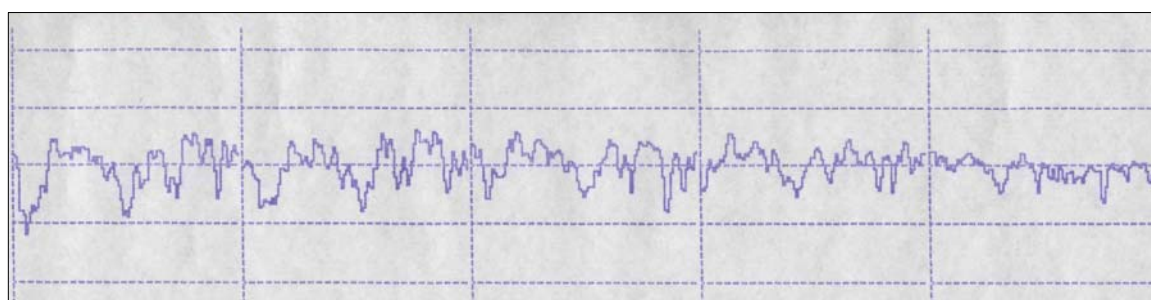


Figura 2. Rugosidade da peça 2 em Resina Laboratorial de Segunda Geração após tratamento superficial por meio de jateamento com esferas de vidro 60-80 μm durante 30 segundos

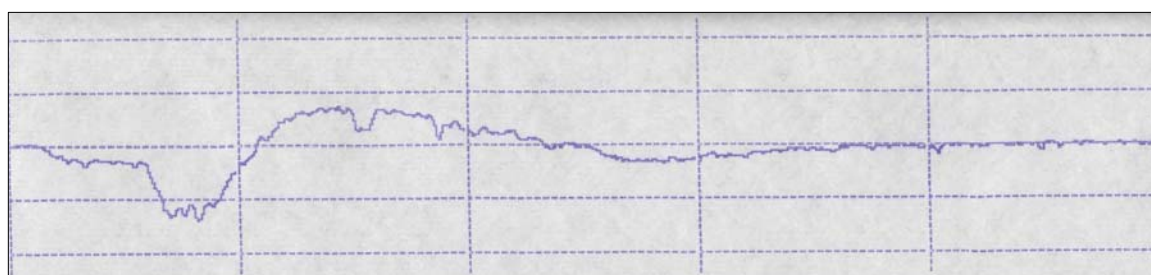


Figura 3. Rugosidade da peça 3 em Resina Laboratorial de Segunda Geração após tratamento superficial por meio de jateamento com esferas de vidro 60-80 μm durante 30 segundos

* Mitutoyo surftest-301. N° de série 15700438. Japão

Tabela 2. Médias dos resultados (μm) obtidos da análise da Rugosidade das peças indiretas em Resina Laboratorial de Segunda Geração após tratamento superficial por meio de jateamento com esferas de vidro 60-80 μm durante 30 segundos

Peça	Ra	Rt	Ry	Rz
1	1,32	11,77	10,67	7,03
2	1,01	7,47	7,27	5,77
3	4,18	62,97	58,27	20,17

Tabela 3. Análise da Rugosidade (μm) da peça 1 em Resina Laboratorial de Segunda Geração após tratamento superficial por meio de jateamento com esferas de vidro 60-80 μm durante 30 segundos e aplicação de agente Silano.

Peça	Ra	Rt	Ry	Rz
1	0,43	3,90	3,10	2,20
	0,99	13,10	9,60	5,30
	0,40	4,40	4,20	2,40
Média	0,61	7,13	5,63	3,30

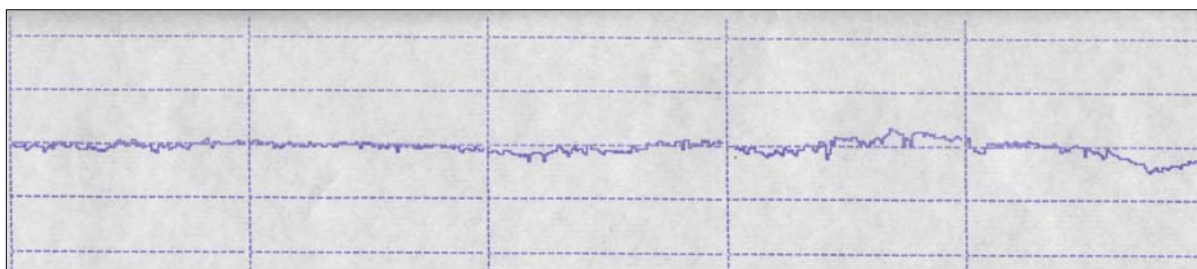


Figura 4. Rugosidade da peça 1 em Resina Laboratorial de Segunda Geração após tratamento superficial por meio de jateamento com esferas de vidro 60-80 μm durante 30 segundos e aplicação do agente Silano.

Tabela 4. Análise da Rugosidade (μm) da peça 3 em Resina Laboratorial de Segunda Geração após tratamento superficial por meio de jateamento com esferas de vidro 60-80 μm durante 30 segundos, aplicação de agente Silano e sistema adesivo 3M Single BondTM

Peça	Ra	Rt	Ry	Rz
3	2,70	20,3	20,30	8,20
	0,63	6,20	5,80	3,70
	0,95	7,50	6,90	4,70
Média	1,43	11,33	11,00	5,53

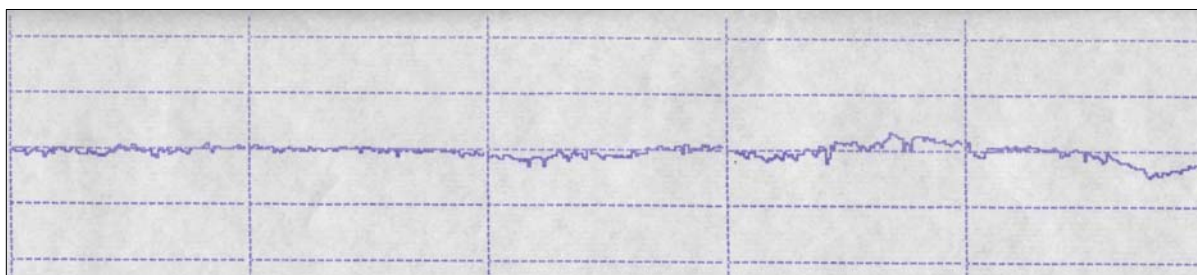


Figura 5. Rugosidade da peça 3 em Resina Laboratorial de Segunda Geração após tratamento superficial por meio de jateamento com esferas de vidro 60-80 μm durante 30 segundos, aplicação do agente Silano e sistema adesivo 3M Single BondTM

**ANEXO A - Aprovação do projeto pela Comissão de Ética em Pesquisa da
Universidade Estadual de Ponta Grossa COEP-UEPG**

