

# Avaliação Dos Sistemas Adesivos Sobre Esmalte

Avaliação "in vitro" da Resistência ao Cisalhamento da União

## INTRODUÇÃO

A efetiva união de resinas restauradoras aos tecidos mineralizados do dente tem sido assunto de pesquisas por aproximadamente 40 anos. Em 1955, BUONOCORE<sup>4</sup>, demonstrou que a resistência de união entre a resina acrílica restauradora e o esmalte dental aumentava significativamente após o condicionamento da superfície do esmalte com ácido ortofosfórico a 85%.

Alguns anos mais tarde, ficou demonstrado que a profundidade ou a quantidade de esmalte superficial removido, durante o procedimento técnico de condicionamento ácido, depende da concentração do ácido e duração do tempo de condicionamento<sup>11</sup>. Além disso, a quantidade da alteração superficial no esmalte, produzida pelo condicionamento ácido, melhorou quando foi utilizado o ácido ortofosfórico em concentrações que variavam de 30-40%, durante 1 minuto<sup>11</sup>. Existem indicações mais recentes onde o tempo de condicionamento ácido pode ser reduzido para 15 segundos, sem produzir diferenças qualitativas na morfologia superficial do esmalte e na resistência de união com o compósito<sup>3,6</sup>. Na realidade, este procedimento simples promove uma dissolução da região central e/ou das bordas dos prismas de esmalte, onde a resina fluida é capaz de penetrar, polimerizar e formar uma união mecânica com o esmalte<sup>2,12</sup>. Desta forma foi possível eliminar a microinfiltração de componentes salivares e bactérias através da interface dente-restauração e, com isso, aumentar a longevidade da restauração<sup>8,10</sup>.

Atualmente existe uma grande diversificação de sistemas adesivos disponíveis comercialmente que geram dificuldades na seleção do material mais adequado para uso clínico, em função de variações na composição do adesivo e do "primer", concentração e tempo de aplicação do condicionador ácido, situação que nos leva a propor um estudo para avaliar o comportamento dos sistemas adesivos modernos sobre a superfície do esmalte, bem como as características da união na interface compósito-substrato dental.

## MATERIAIS E MÉTODO

### Materiais

Foram utilizados neste estudo onze sistemas adesivos comerciais, recomendados para uso em esmalte e/ou dentina, juntamente com o condicionador ácido específico. Em combinação com os sistemas adesivos também foram utilizados os respectivos compósitos desenvolvidos e comercializados pelos próprios fabricantes dos sistemas adesivos, exceção feita aos materiais Multi Bond Alpha (DFL, Ind. e Com. Ltda) e ao All Band 2 (Bisco, Itasca, IL, USA), aos quais foi combinado o compósito Z-100 (3M Dental Products). As combinações sistemas adesivos/compósitos são vistas na Tabela 1.

### Método

Foram utilizados 88 dentes humanos constituídos por grupos de pré-molares e

**Mário Alexandre Coelho  
Sinhoreti  
Mario Fernando de Goes  
Simonides Consani  
Lourenço Correr Sobrinho**

*Professores de Materiais Dentários da  
FO/Piracicaba/UNICAMP*

Os AA avaliam o comportamento dos adesivos modernos sobre a superfície do esmalte, bem como a união dente-resina

**Tabela 1.** Descrição das combinações sistemas adesivos / compósito usadas no estudo.

Sistema Adesivo	Condicionador (tempo)	Compósito	Fabricante
Heliobond	ác. fosfórico a 37% (30 segundos)	Heliomolar	Vivadent, Schaan, Liechtenstein
Scotchbond 2	ác. fosfórico a 35% (15 segundos)	P-50	3M Dental Products St. Paul, MN.
XR Bonding	ác. fosfórico a 37,5% (30 segundos)	Herculite XRV	Kerr, Manufacturing Co. Romulus, MI.
Prisma Universal Bond 3	ác. fosfórico a 37% (60 segundos)	AP.H	Caulk-Dentsply Milfort, DE
Syntac	ác. fosfórico a 37% (30 segundos)	Tetric	Vivadent, Schaan, Liechtenstein
Pro-Bond	ác. fosfórico a 37% (60 segundos)	TP.H	Caulk-Dentsply Milfort, DE.
Denthesive II	ác. fosfórico a 37% (60 segundos)	Charisma	Kulzer, Friederichsdorf, Germany
All Bond 2	ác. fosfórico a 10% (15 segundos)	Z-100	Bisco, Itasca, IL, USA
Multi Bond Alpha	ác. fosfórico a 10% (20 segundos)	Z-100	DFL Prod. Odontológicos Ltda
Scotchbond Multi Purpose	ác. maleico a 10% (15 segundos)	Z-100	3M Dental Products St. Paul, MN.
Optibond	ác. fosfórico a 37,5% (30 segundos)	Herculite XRV	Kerr, Manufacturing Co. Romulus, MI.

molares, cujas raízes foram seccionadas e as coroas dentárias remanescentes incluídas com resina acrílica ativada quimicamente, em tubos plásticos. As amostras foram então divididas em 11 grupos de 8 amostras. A face vestibular foi desgastada numa politriz vertical (P.F. Dujardin & Co., Dusseldorf, Germany) com lixas d'água de granulação número 180 e 400, respectivamente, até conseguir uma área plana de 5mm de diâmetro na superfície do esmalte. Após a preparação das superfícies dentárias, uma fita adesiva circular com um orifício central de 4mm de diâmetro foi aderida sobre a superfície do esmalte, com a finalidade de delimitar a área onde se efetuará a união adesivo-material restaurador. A área delimitada para a união foi tratada com um dos onze sistemas adesivos avaliados. Durante a utilização de cada sistema adesivo, as instruções dos respectivos fabricantes foram rigorosamente seguidas. O compósito restaurador utilizado foi aquele indicado pelos fabricantes para cada sistema adesivo, exceção feita aos materiais Multi Bond Alpha e All Bond 2, que utilizaram o compósito restaurador Z 100 (3M Dental). Em seguida, cada compósito restaurador foi inserido numa matriz de aço inoxidável (4mm de diâmetro por 5mm de altura) em três camadas e, cada uma das camadas foi polimerizada durante 40 segundos com um aparelho fotopolimerizador (Visilux 2, 3M Dental), com intensidade de luz de 530 mW/cm<sup>2</sup>. Os corpos de prova foram armazenados a 37 °C e 100% de umidade relativa durante 24 horas e submetidos ao ensaio de resistência ao cisalhamento em máquina de ensaio universal Otto Wolpert Werke, com velocidade de 6 mm/min. As superfícies de fratura das amostras de cada grupo de material foram revestidas com ouro-paládio sob alto vácuo (Balzers - SCD 050, sputter coater, Germany) para observação em microscopia eletrônica de varredura (Zeiss DSM 960, Germany).

## RESULTADOS

### Ensaio de Resistência ao Cisalhamento

Os valores médios obtidos no ensaio de resistência ao

**Tabela 2 -** Médias de resistência de união ao cisalhamento após a utilização da combinação dos sistemas adesivos / compósitos restauradores sobre a superfície do esmalte (MPa).

Sistema Adesivo	Média	D.P.M.*
Optibond	14,22	a
Scotchbond Multi-Purpose (SBPM)	10,50	b
All Bond 2	10,45	b
Syntac	10,43	b
Pro-Bond	8,11	c
Multi Bond Alpha	8,00	c
Denthesive II	7,90	c
XR Bonding	7,38	cd
Scotchbond 2	6,25	de
Prisma Universal Bond 3 (PUB 3)	6,23	de
Heliobond	5,12	e

\* Desvio Padrão da Média D.M.S. 5% = 1,51615  
Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey

cisalhamento da união esmalte e sistema adesivo foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade e estão apresentados na Tabela 2

### Análise morfológica da superfície do esmalte após o ensaio de resistência de união ao cisalhamento

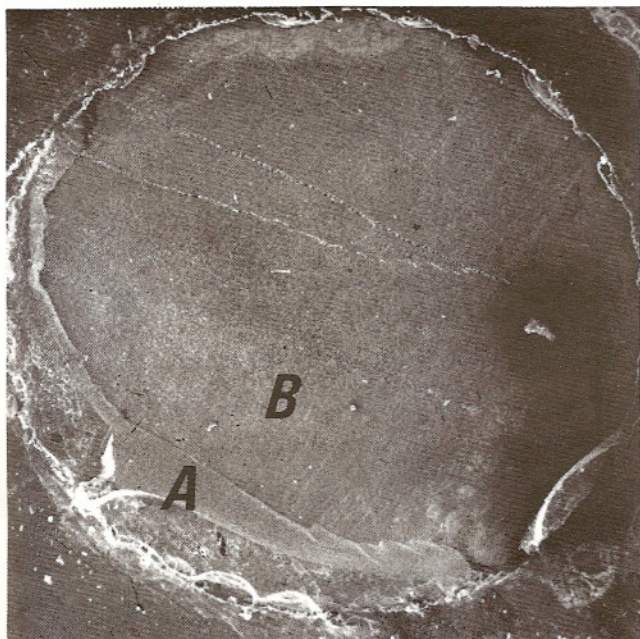
As fotomicrografias feitas sobre a superfície de esmalte após o ensaio de resistência de união ao cisalhamento na região de fratura em todos os sistemas adesivos avaliados, mostraram que a fratura foi sempre coesiva no adesivo e ocorreu junto à superfície do esmalte condicionado pelo ácido, deixando resíduos de adesivo no centro dos prismas de esmalte (figuras 1 e 2).

## DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Tradicionalmente o tratamento com ácido fosfórico a 30%, durante 1 minuto, expõe a estrutura prismática seletivamente dissolvida na região central ou periférica, promovendo uma rugosidade superficial<sup>11</sup>. Nesta região, sistemas poliméricos fluídos à base de bisfenol-A glicidil metacrilato (BIS-GMA) foram inicialmente usados para criar união mecânica com o esmalte dental<sup>11</sup>.

Neste estudo, o produto Heliobond foi utilizado como um exemplar dos primeiros agentes resinosos usados sobre esmalte condicionado por ácido. Composto principalmente por BIS-GMA (60%) e PEG-DMA (40%), o Heliobond foi aplicado sobre o esmalte condicionado com ácido fosfórico a 37%, durante 1 minuto, conforme as instruções do fabricante, seguido pela inserção da resina restauradora Heliomolar. O valor médio de resistência de união ao cisalhamento gerado foi 5,12 MPa e a fotomicrografia da área fraturada mostrou falhas de união do tipo coesiva do agente de união no interior do esmalte (Tabela 2 e Figura 1). Essas características são indicativas da efetividade da união mecânica produzida pela resina fluida na interface esmalte dental-resina restauradora, cujo desempenho clínico já está estabelecido<sup>9</sup>.

Os valores médios de resistência de união ao cisalhamento das mais novas gerações de sistemas adesivos variaram de 6,23 MPa a 14,22 MPa e foram ascendentes. O produto Optibond apresentou valor médio (14,22 MPa) estatisticamente superior ao nível de 5% de probabilidade em relação aos produtos Scotchbond Multi-Purpose (10,50 MPa), All Bond 2 (10,45 MPa) e Syntac (10,43 MPa), que não apresentaram diferença significativa entre si (p<0,05). Os produtos Pro-Bond (8,11 MPa), Multi Bond Alpha (8,00 MPa), Denthesive II (7,90 MPa) e XR Bonding (7,38 MPa) não apresentaram valores estatísti-



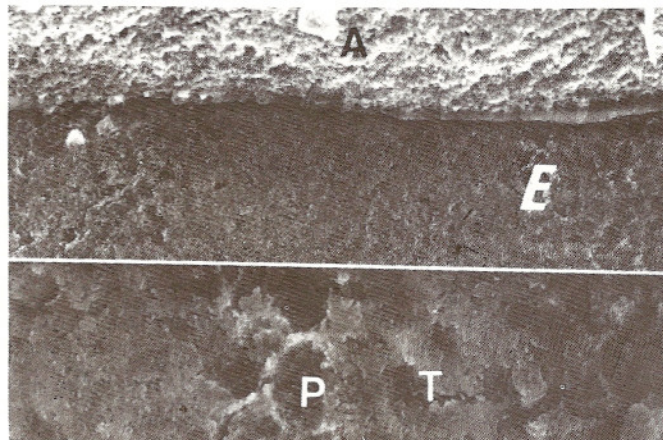
**Fig. 1 - Aspecto morfológico da região de fratura após o ensaio de cisalhamento (20X); (A) resíduos de adesivo; (B) esmalte.**

camente diferentes entre si, mas foram estatisticamente inferiores àqueles já relatados. Entretanto, os valores médios apresentados pelos produtos Scotchbond 2 (6,25 MPa) e Prisma Universal Bond 3 (6,23 MPa) foram inferiores estatisticamente aos demais produtos, embora, sem apresentar diferença estatística entre si ( $p > 0,05$ ). Dessa forma, os novos sistemas adesivos indicados para uso simultâneo sobre esmalte e dentina demonstraram valores de resistência à união que são equivalentes ou excedem os valores gerados pelos sistemas à base de BIS-GMA, conforme relatado anteriormente<sup>2</sup>.

No entanto, essa variação nos valores de resistência de união ao cisalhamento parece estar em parte, relacionado ao tipo, concentração e tempo de aplicação do agente ácido condicionador.

A presença de monômeros hidrofílicos de baixo peso molecular, grupamentos fosfonados e o uso de acetona e/ou etanol como veículo melhoraram a capacidade de umedecimento e penetração do adesivo sobre a superfície do esmalte, os quais parecem ser fatores primordiais para uma boa ancoragem do adesivo<sup>4,5</sup>. Além disso, a adição de monômeros cujos radicais contêm grupos hidrofóbicos e hidrofílicos aumenta a estabilidade da união na superfície do esmalte. Então a resina fluída é capaz de penetrar toda extensão e profundidade da região condicionada pelo ácido e difundir no tecido interprismático do esmalte. Análises químicas da interface mostraram que a região final do prolongamento resinoso está impregnada de material interprismático, formando um novo material constituído parte por dente e parte resina, chamado também de camada híbrida<sup>7</sup>.

Assim, apesar dos maiores valores de resistência ao cisalhamento gerados pelos novos sistemas adesivos quando comparados com o produto Heliobond, o aspecto fotomicrográfico da fratura na região de união mostrou ser sempre de natureza coesiva da resina no interior dos prismas de esmalte (figuras 1 e 2). A característica morfológica observada na região de superfície do esmalte após o ensaio de cisalhamento com o produto Heliobond foi semelhante aos demais produtos. Estruturalmente, isto significa que a resistência à união dos no-



**Fig. 2 - Aspecto morfológico da região de fratura após o ensaio de cisalhamento; (A) adesivo; (E) esmalte (500X). prismas de esmalte preenchidos totalmente (T) ou parcialmente (P) com adesivo (1000X).**

vos sistemas adesivos excedeu o valor médio estimado requerido para resistir às forças de contração da resina composta quando aplicada sobre o esmalte dental.

## CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, podemos concluir que os diferentes tipos de agente de união apresentaram valores maiores de resistência ao cisalhamento quando comparados com os valores obtidos pelo sistema convencional Heliobond.

As eletrofotomicrografias feitas na região de fratura mostraram que a fratura foi sempre de natureza coesiva no adesivo, em todos os sistemas avaliados.

## RESUMO

A proposta deste estudo foi avaliar o comportamento dos sistemas adesivos modernos sobre a superfície do esmalte, bem como as características da união na interface compósito-substrato dental. Foram utilizados 88 dentes humanos divididos em 11 grupos, incluídos em resina acrílica autopolimerizável. Os dentes foram desgastados até obter uma superfície lisa e plana de esmalte. Em seguida, a superfície foi condicionada e cada sistema adesivo foi aplicado seguindo as instruções do fabricante. Logo após, o compósito restaurador foi aplicado em camadas, através de uma matriz de aço inox, e polimerizadas durante 40 segundos. Os corpos de prova foram armazenados a 37 °C e 100% de U.R. por 24 horas e submetidos ao ensaio de resistência ao cisalhamento. Os diferentes tipos de agente de união apresentaram valores maiores de resistência ao cisalhamento quando comparados com os valores obtidos pelo sistema convencional Heliobond. As eletrofotomicrografias feitas na região de fratura mostraram que a fratura foi sempre de natureza coesiva no adesivo, em todos os sistemas avaliados.

**Palavras Chave:** Sistemas adesivos, cisalhamento, esmalte.

## SUMMARY

The purpose of this study was to evaluate the shear bond strength of eleven adhesive systems on enamel and the characteristics of the bond in the enamel / composite interface. It was used 88 human teeth divided in 11 groups, while roots

were sectionalized and the dental crowns embebed with acrylic resin in P.V.C. molds, with the vestibular face up overturned and projected 1mm over of the inclusion level. The teeth were weared until to obtain a smooth and plain surface, that was delimited with an adhesive band containing 4mm in diameter hole. Next, the dentin surface was condicioned and the selecioned adhesive system was applied following manufacturer's instructions. Afterwards, the restorative composite indicated by manufacturer was applied in layers in the stainless steel mold, and polimerized during 40 seconds. The specimens were stored at 37 °C and 100% relative humidity for 24 hours and submitted to shear bond test. The different adhesivbe systems showed higher means when compared with the obtained by Heliobond convencional system. The eletromicrographs made in fracture area showed that the fracture was always coesive, in all evaluated systems.

**Key Words:** adhesive systems, shear bond, enamel.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BAIER, R.E. Principles of adhesion. *Operative Dent.*, Seattle, 1-9, July, 1992. [supplement, 5].
2. BARKMEIER, W.W.; COOLEY, R.L. Laboratory evaluation of adhesive systems. *Operative Dent.*, Seattle, 50-61, July, 1992. [supplement, 5].
3. ———, SHAFFER S.E.; GWINNETT, A.J. Effects of 15 vs 60 second enamel acid conditioning on adhesion and morphology. *Operative Dent.*, Seattle, 11 (3): 111-116, Summer, 1986.
4. BUONOCORE, M.G. A simple method for increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J. Dent. Res.*, Washington, 34 (6): 849-853, Dec. 1955.
5. EICK, J.D. et al. The dentinal surface: its influence on dentinal adhesion. Part II. *Quintess. int.*, Berlin, 23 (1): 43-51, Jan. 1992.
6. GLASSPOOLE, E.A.; ERICKSON, R. Effect of acid etching and rinsing times on composite to enamel bond strength. *J. dent. Res.*, Washington, 65: 285, Mar. 1986. [abstract, 1046].
7. NAKABAYASHI, N.; NAKAMURA, M.; YASUDA, N. Hybrid lalyer as a dentin-bonding mechanism. *J. Esthet. Dent.*, Ontario, 3 (4): 133-138, July/Aug. 1991.
8. PHILLIPS, R.W. *Skinner's science of dental materials.* 9ª ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 1991. 215-248.
9. RETIEF, D.H. Clinical Applications of Enamel Adhesives. *Operative Dent.*, Seattle, suppl. 5, 44-49, July, 1992.
10. ———, WOODS, E.; JAMISON, H.C. Effect of cavosurface treatment on marginal leakage in class V composite resin restorations. *J. prosth. Dent.*, St. Louis, 47 (5): 496-505, May, 1982.
11. SILVERSTONE, L.M. Fissure sealants: laboratory studies. *Caries Res.*, Basel, 8 (1): 2-26, 1974.
12. ———, et al. Vaariation in the pattern of acid etching of human dentl enamel examined by scanning electron microscopy. *Caries Res.*, Basel, 9 (5): 373-387, 1975.

# OS CONJUNTOS DIDÁTICOS DA INODON PODEM AJUDÁ-LO DE VÁRIAS MANEIRAS:

## MACRODIZ®

Ref. 2023  
R\$ 299,00

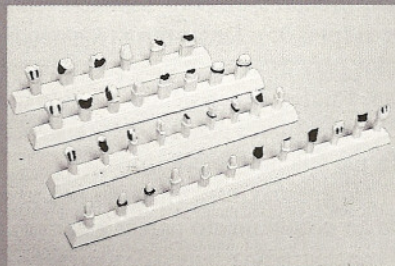
MACRODIZ® é um kit didático com 4 macro-modelos para auxiliar na explicação do que seja cárie/doença periodontal e para demonstração prática do uso da escova/fio dental.



## DEMO-MESAS®

Ref. 2018  
R\$199,00

DEMO-MESAS® é um kit didático com 10 mesas demonstrativas dos principais preparos cavitários usados na dentística, prótese e odontopediatria.



## PERIO-MOTIVACIONAL®

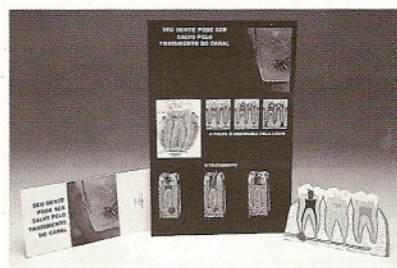
Ref. 2041  
R\$ 199,00



Kit com 6 recursos didáticos. Possibilita ao dentista montar programa de prevenção para pacientes em tratamento periodontal: fascículo, vídeo, 2 modelos, pôster e prospectos.

## PROMOV-ENDO®

Ref. 2044  
R\$ 99,00

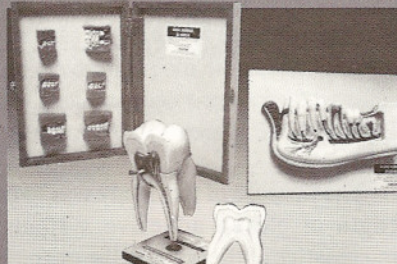


PROMOV-ENDO® é um kit educativo para motivar os pacientes sobre o tratamento endodôntico, formado por um pôster + macro-modelo + prospectos + ficha clínica.

## SUPER-MACROS®

Ref. 2034  
R\$ 399,00

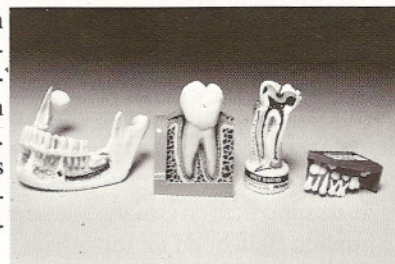
SUPER-MACROS® é um conjunto didático de 3 modelos ampliados da área de atuação do dentista: (1) sequência da erupção, (2) dente desmontável e (3) mandíbula seccionada.



## PALM-TOP®

Ref. 2035  
R\$ 199,00

PALM-TOP® é um conjunto de 4 modelos didáticos de pequeno porte (cabem na palma da mão). Mostram as principais estruturas buco-dentais: mandíbula, alvéolo, dente e erupção.



**RGGO**

Estrada da Ponta Grossa, 5245 - Porto Alegre/RS - CEP 91785-330 - Tel: (051) 248-5755 - Fax (051) 248-3248