

# ADESIVOS DENTINÁRIOS – CORRELAÇÃO ENTRE RESISTÊNCIA À TENSÃO ADESIVA E O GRAU DE PENETRAÇÃO DOS AGENTES DE UNIÃO

José Benedicto de MELLO\*  
Maria Amélia Máximo de ARAUJO\*  
Maria Filomena Rocha Lima HUHTALA\*\*  
Rosehelene Marotta ARAUJO\*  
Maria Salete Cândido MACHADO\*\*\*

- **RESUMO:** O objetivo da presente pesquisa foi avaliar a resistência a tensão dos adesivos dentinários (Bondlite; ARMD, Scotchbond 2, Prisma Bond 2 e Gluma), associados às resinas compostas (Herculite, Adaptic II P, P-50 e Prisma APH) em 140 amostras de dentes humanos íntegros. Realizamos, também, uma avaliação em microscopia eletrônica de varredura, nas amostras, após a ruptura da resina composta, para verificar o grau de penetração dos adesivos na dentina. Concluímos que a resistência adesiva variou muito entre os materiais estudados, e que os melhores resultados ficaram por conta da associação ARMD e Herculite. Não verificamos correlação entre o grau de penetração do adesivo nos túbulos dentinários e a resistência à tensão adesiva. Notamos, também, que a espessura do *smear layer* dificulta a difusão e a união dos adesivos à dentina.
- **UNITERMOS:** Adesivos dentinários; resina composta; dentina.

## Introdução

Os efeitos favoráveis do condicionamento ácido do esmalte, preconizados por Buonocore<sup>2</sup> em 1955, despertaram nos pesquisadores a idéia de desenvolver sistemas adesivos para a dentina. Entretanto, para que estes tenham efetividade, devem aderir

---

\* Departamento de Odontologia Restauradora – Disciplina de Dentística – Faculdade de Odontologia – UNESP – 12245 – São José dos Campos – SP.

\*\* Estagiária do Departamento de Odontologia Restauradora – Faculdade de Odontologia – UNESP – 12245 – São José dos Campos – SP.

\*\*\* Departamento de Odontologia Restauradora – Disciplina de Dentística – Faculdade de Odontologia – UNESP – 14800 – Araraquara – SP.

e selar em presença de fluidos dentinários, tecido vital, substrato não uniforme e *smear layer*.

Outros fatores que dificultam a adesividade são: a contração de polimerização do próprio adesivo e das resinas compostas que completam a restauração, o *stress* devido à ação contínua das forças oclusais e alterações térmicas do meio bucal<sup>14</sup>.

Os adesivos dentinários possuem duas maneiras de atuação:

A) através da remoção do *smear layer* por substâncias ácidas com posterior penetração dos adesivos de baixa viscosidade nos canálculos desobstruídos com subsequente polimerização;

B) união química com a porção orgânica e/ou inorgânica da dentina.

Existem no comércio odontológico sistemas adesivos em que a camada de *smear layer* e a dentina superficial são primeiro tratadas com um ou mais agentes químicos, como os ácidos, limpadores, condicionadores ou *primers*, que preparam a superfície para receber o adesivo<sup>8</sup>.

Desta forma, o sistema adesivo pode remover completamente a camada de *smear layer*, limpando e ampliando a luz dos canálculos dentinários, pelo emprego de substâncias ácidas.

Outros sistemas omitem o tratamento ácido separado e empregam um produto ácido *primer* para alterar o *smear layer*. Existem sistemas adesivos que possuem *primers* que promovem uma retenção química com os componentes orgânicos e inorgânicos de dentina, como por exemplo o Gluma, cujo *primer* possui o glutaraldeído<sup>9</sup>.

Segundo Muntsgaard & Asmussen<sup>11</sup>, a mistura de Hema e Glutaraldeído age formando uma união química das moléculas do Hema ao complexo colágeno glutaraldeído. Segundo Johnson et al.<sup>8</sup>, este tipo de união seria de covalência.

Wang & Nakabayashi<sup>16</sup> observaram que a impregnação e a interpenetração de certos monômeros, nas superfícies desmineralizadas da dentina, são importantes para a adesão da resina à dentina, pois apenas a formação de *tags* não é essencial para uma boa união dentinária. Dependendo do tipo de resina empregada no adesivo, esta poderá penetrar e se difundir dentro da dentina peritubular desmineralizada, assim como no interior dos túbulos dentinários. Esta resina é circundada e envolvida pelo colágeno e é polimerizada *in situ*; como resultado teríamos a formação de uma camada híbrida, isto é, dentina reforçada por resina.

Na literatura encontramos uma certa polêmica a respeito do uso ou não de substâncias ácidas e qual seria o agente mais efetivo para a desmineralização da dentina, existindo uma variação de indicações entre os autores<sup>5,7,8,9,16</sup>.

Na prática a desmineralização e remoção da camada do *smear layer* para alguns autores seria prejudicial, pois a ausência desta tornaria a dentina mais permeável e o movimento dos fluidos dentinários mais intenso e em maior volume na superfície dentinária, dificultando a adesão<sup>1,12,15</sup>. Entretanto, Fusayama<sup>6</sup> considera que para se

obter um efetivo selamento das restaurações deve-se primeiro condicionar a dentina com ácido fosfórico e a seguir selar com resina.

Estudos clínicos recentes avaliaram o uso de limpadores ácidos na dentina em combinação com sistemas adesivos, e não foram encontrados problemas pulpares. No caso dos componentes do sistema adesivo, testes de citotoxicidade recentes revelam a diminuição da atividade celular na presença do Hema e Glutaraldeído e diminuição da síntese de proteína na presença de Bis-GMA (Bisphenol glycidyl methacrylate) e UDMA (uretano dimethacrilato) não polimerizados<sup>8</sup>. A incidência de sensibilidade pulpar é baixa, porém na pesquisa realizada por Powell et al.<sup>13</sup> foi documentada alguma sensibilidade com o uso do sistema de adesão à dentina.

Segundo Johnson et al.<sup>8</sup>, se sinais e sintomas de sensibilidade pulpar estiverem presentes, a suspeita inicial é de infiltração marginal. Neste caso, a sensibilidade é desencadeada em presença de ar e calor, uma vez que esses estímulos podem causar o movimento dos fluidos dentinários nos túbulos e conseqüentemente dor.

Verificamos através da literatura que os adesivos dentinários apresentam ainda uma série de fatores não bem esclarecidos, necessitando de mais pesquisas sobre seu comportamento. Desta forma, no presente trabalho avaliamos algumas marcas comerciais de sistemas adesivos, associando-os às várias resinas compostas. Realizamos testes de resistência à tensão e, através da microscopia eletrônica de varredura, observamos a interação dos adesivos com a estrutura dentinária.

## **Material e método**

### **1 – Teste de resistência à retenção**

Utilizamos 140 dentes humanos íntegros, limpos e fixados em solução de formol a 10%, nos quais realizamos um desgaste do esmalte nos terços médio e cervical, com exposição da dentina subjacente, sem a confecção de caixas ou retenções mecânicas.

Os desgastes foram realizados com ponta diamantada tronco-cônica nº 2.135 da KG-Sorensen, e em seguida procedeu-se à limpeza com tergentol.

Foram preparados cilindros de 2 mm de diâmetro, por 10 mm de comprimento com 4 diferentes marcas comerciais de Resina Composta, conforme Quadro 1. Estes foram fixados nas regiões desgastadas dos dentes naturais, através de adesivos para esmalte e dentina, Quadro 2, seguindo criteriosamente as especificações dos fabricantes quanto aos procedimentos de utilização. Para cada condição experimental, foram preparados 10 corpos-de-prova, conforme as combinações relacionadas na Tabela 1. A seguir, procedeu-se à ciclagem térmica, com 60 ciclos a temperatura de 5° a 55° mais ou menos 2°C.

## Quadro 1 – Relação das resinas compostas

Resina	Cor	Nº Partida	Fabricante
- P. 50	U	9CJ1D	3M
- Herculite	U	1 B - 92262	KERR
- Adaptic II P	U	6580L	JOHNSON & JOHNSON
- Prisma APH	U	0192	CAULK

## Quadro 2 – Relação dos adesivos para esmalte e dentina

Adesivo	Sistema	Fabricante
Scotchbond 2	Primer + Bond	3M
Bondlite	Resina + Ativador	KERR
ARMED	Resina + Catalisador	JOHNSON & JOHNSON
Prisma Bond 2	Primer + Bond	CAULK
Gluma	Primer + Bond	COLUMBUS DENTAL

Tanto os dentes quanto os cilindros de resina composta receberam perfuração para passagem de fio de aço, confeccionando-se alças para a fixação no aparelho de tensão Zwick-Zwick da Johnson & Johnson.

Os corpos-de-prova foram submetidos aos testes de laboratório para avaliação da resistência à retenção, cujos resultados foram submetidos à análise estatística.

## 2 – Avaliação da interface em microscopia eletrônica de varredura

Após a ruptura dos cilindros de resina composta da superfície dentinária, através do teste de tração, os dentes receberam metalização a ouro e foram examinados em microscópio eletrônico de varredura (MEV-Zeiss, DSM-950) a ampliações de 1.000 a 2.000 vezes a 20KV. As observações foram documentadas em filme Neopan SS 120 para avaliação comparativa dos achados.

## Resultado e discussão

Fixadas as amostras no aparelho de tensão, este foi programado a uma velocidade de tração de 0,5 mm/minuto até a ruptura. Neste momento era verificado, no painel do aparelho, o valor da resistência à tensão adesiva em Newton para cada

corpo-de-prova (140) e transformado em Kg/cm<sup>2</sup>. As médias obtidas podem ser observadas na Tabela 1 e Gráfico 1.

Tabela 1 – Valores da Resistência à tensão adesiva em Kg/cm<sup>2</sup>

Nº	Combinações	Mínima	Máxima	Média	Std Dev	% Coef. Var.
1	Prisma Bond 2 x Prisma APH	8.51	13.89	11.86	2.39	20.18
2	Scotch 2 x P 50	5.44	18.14	11.81	5.12	43.41
3	Prisma Bond 2 x Adaptic II P	3.67	31.13	19.76	10.84	54.86
4	Gluma x P 50	2.29	16.74	9.30	6.83	73.51
5	Bondlite x Adaptic II P	5.29	16.89	9.62	4.48	46.56
6	Gluma x Adaptic II P	1.74	38.84	16.68	16.09	96.46
7	Gluma x Herculite	10.38	17.44	13.71	3.54	25.85
8	Scotch 2 x Adaptic II P	23.06	47.22	37.10	11.53	31.08
9	Gluma x Prisma APH	2.35	36.18	10.23	14.55	142.13
10	Bondlite x Herculite	4.78	32.89	19.47	11.56	59.41
11	ARMD x P 50	3.38	113.20	55.32	42.88	77.52
12	ARMD x Adaptic II P	11.11	82.46	35.50	21.76	61.30
13	ARMD x Herculite	15.18	207.30	97.40	57.86	59.40
14	ARMD x Prisma APH	8.89	49.25	26.85	17.21	64.11

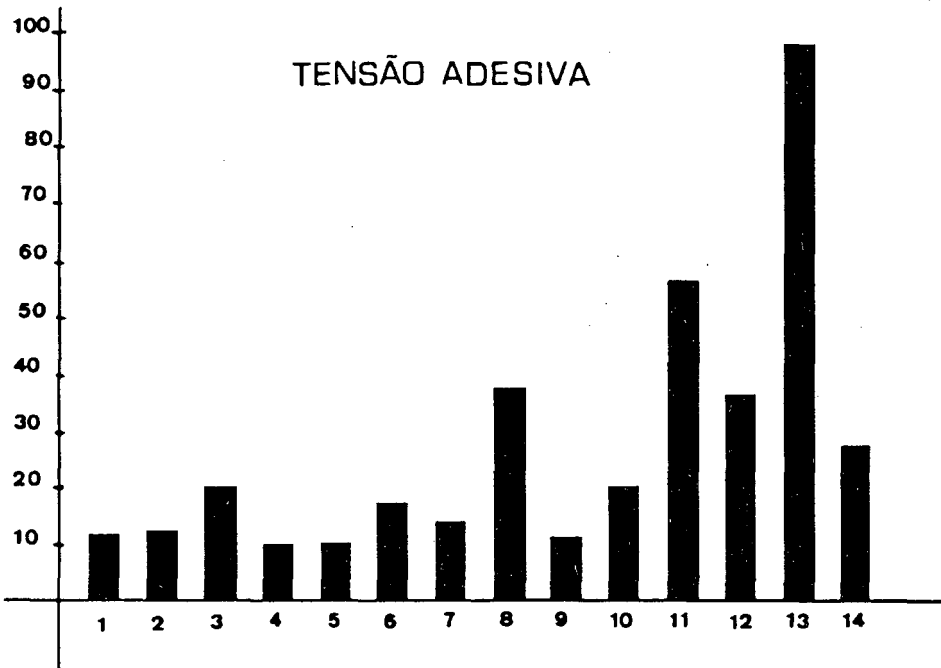


GRÁFICO 1 – Valores da Resistência à tensão adesiva (Kg/cm<sup>2</sup>) I.

Na análise dos resultados verificamos que os valores obtidos sofreram uma variação muito grande entre as associações realizadas, verificando-se que o adesivo dentinário ARMD, combinado com todas as resinas compostas testadas, apresentou valores de resistência à tração significativamente maior que os demais adesivos. Exceção deve ser feita à combinação do Scotchbond 2 e Adaptic II P, cujos valores de resistência à tração também foram elevados.

Observamos que entre as associações, a que apresentou maior tensão adesiva foi a do adesivo ARMD e resina composta Herculite, com 97,41 Kgf/cm<sup>2</sup>, seguida da ARMD com resina composta P-50 (55,33 Kgf/cm<sup>2</sup>).

Os resultados mais baixos de resistência à tensão ficaram por conta da associação entre o adesivo dentinário Gluma e a resina composta Herculite. Estes resultados estão concordes com os obtidos por Chappell et al.<sup>3</sup> e Yu et al.<sup>17</sup> que, também, observaram baixa força de união, empregando o Gluma. Cooley e Dodge<sup>4</sup> afirmam que o Gluma tem mostrado uma variação de valores grande entre os vários trabalhos, e consideram que o fato seja devido ao tempo de armazenagem do material e à instabilidade deste, uma vez que o glutaraldeído presente na sua composição é muito reativo e polimeriza com o tempo e a variação de temperatura.

Através da análise estatística, verificamos que o coeficiente de variação (relação entre o desvio padrão e a média), em todas as associações, foi muito alto, sempre superior a 5%-15%, que normalmente é esperado. O coeficiente de variação mostrou valores entre 142,13% a 20,18%. Isto se deve talvez à interação de muitas variáveis não controladas no experimento como: idade diferente dos pacientes e dentes, tipo de esmalte, coeficiente de expansão térmica diferentes para cada dente, natureza do dente, permeabilidade dentinária e conseqüente interação entre o dente e o adesivo.

Na avaliação das amostras, em microscopia eletrônica de varredura, foi possível verificar que não houve uma correlação, entre o grau de penetração dos adesivos nos canalículos e o valor da resistência à tensão adesiva.

Assim, na associação entre ARMD e Herculite, observamos um maior valor de resistência à tensão adesiva, com uma penetração parcial e sem adaptação do adesivo ao diâmetro do canalículo, dando a impressão de que os tags de adesivo estão soltos nos túbulos dentinários (Figura 1).

Também foi possível verificar que não houve correlação entre a total penetração do Scotchbond 2 nos canalículos, nos quais observamos os tags adaptando-se perfeitamente às paredes dos túbulos dentinários (Figura 2); porém, com um baixo valor de resistência à tensão adesiva. Este fato vem corroborar os estudos de Wang e Nakabayashi<sup>16</sup>, que estudaram algumas resinas adesivas e verificaram que entre elas o Fenil-P se mostrou mais efetivo em promover a difusão do monômero e a impregnação deste nas superfícies dentinárias desmineralizadas, facilitando a formação da zona híbrida. A difusão do adesivo na dentina peritubular, intertubular e dentro dos túbulos é importante para a adesão à dentina, e a formação apenas de tags não é essencial para a efetiva união dentinária.

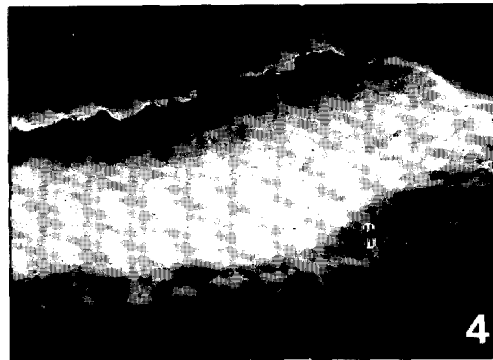


FIGURA 1- MEV - 2.000x. R = Resina composta Herculite; D = Dentina; A = Adesivo ARMD sem adaptação ao diâmetro do canalículo; H = União do adesivo à dentina.

FIGURA 2 - MEV - 2.000x. A = Adesivo Scotchbond 2 adaptando-se às paredes dos canalículos dentinários; S = Superfície dentinária impregnada com o Adesivo Scotchbond 2.

FIGURA 3 - MEV - 1.000x. R = Resina composta P 50; SL = Superfície dentinária com camada espessa de *smear layer* impregnada de adesivo Scotchbond 2; F = Traço de fratura adesiva da Resina composta P-50, na superfície do adesivo Scotchbond 2.

FIGURA 4 - MEV - 1.594x; R = Resina composta Herculite; F = Traço de fratura adesiva da resina composta na superfície do adesivo ARMD; H = Região "híbrida".

FIGURA 5 - MEV - 1.000x. R- Resina composta Adaptic II P; F = Traço de fratura coesiva na região "híbrida" (H), correspondente à combinação do adesivo dentinário ARMD com a camada de *smear layer*.

Na presente pesquisa encontramos também falhas com fratura adesiva onde o *smear layer* se encontrava em camada espessa (Figuras 3 e 4).

Observamos também áreas com mínima presença de *smear layer* e ausência de penetração do adesivo nos túbulos dentinários; porém, com alta resistência à tensão. Nestes casos a falha foi coesiva, isto é, na resina composta e não na união à dentina. Verificamos, em um mesmo corpo-de-prova, áreas com penetração do adesivo em todos os canalículos, áreas sem penetração e áreas com penetração parcial.

Também, encontramos corpos-de-prova com fratura coesiva na região "híbrida" (Figura 5), correspondente à combinação do adesivo dentinário e a camada de *smear layer*.

A utilização dos adesivos dentinários consiste num procedimento que tem por finalidade aumentar a retenção, permitindo a realização de preparos conservadores e em regiões onde o esmalte pode se apresentar insuficiente, ausente ou inadequado ao condicionamento ácido, contribuindo, também, para diminuir a infiltração marginal e aumentar o selamento cavitário.

Entretanto, verificamos a dificuldade que os sistemas adesivos encontram em se difundir e unir mecânica e quimicamente a estrutura dentinária. Exatamente por estas razões é que contamos com uma gama de produtos comerciais que vêm se aperfeiçoando e introduzindo novos componentes, visando à eficiência.

## Conclusão

1. A resistência à tensão adesiva teve uma grande variação entre as associações realizadas.
2. A maior resistência à tensão adesiva ocorreu na associação do ARMD com a resina composta Herculite.
3. A menor resistência à tensão adesiva ocorreu na associação do Gluma com a resina composta Herculite.
4. Não houve correlação entre o grau de penetração do adesivo nos túbulos dentinários e a resistência à tensão adesiva.
5. A espessura da camada de *smear layer* dificulta a difusão do adesivo.



MELLO, J. B., de et al. Dentinal adhesives – correlation between shear bond strength and the penetration degree of the bonding agents. *Rev. Odontol. UNESP, São Paulo*, v. 21, n. 1, p. 233-242, 1992.

- **ABSTRACT:** *The purpose of this investigation was to determine the shear bond strength of the following dentinal adhesives: Bondlite, ARMD, Scotchbond 2, Prisma Bond 2 and Gluma, in association with the composite resins: Herculite II P, P-50 and Prisma APH, in a 140 human teeth. It was also performed an evaluation of the specimens in the scanning electron microscope, after the fracture of the resin, to identify the adhesives penetration degree into dentin. It was found that the shear bond strength values varied much among the studied systems; and the best results obtained were when ARMD and Herculite were associated. The present study did not show any correlation between the dentin bonding agent penetration degree into the dentinal tubuli and its shear bond strength. It was noted that the smear layer thickness turned the infiltration and the bonding of the adhesive to the dentin difficult.*
- **KEYWORDS:** *Adhesive; composite resins; dentin; bonding.*

## Referências bibliográficas

1. BRANNSTROM, M. Infection beneath composite resin restorations: can it be avoided? *Oper. Dent.*, v. 12, p. 158-63, 1987.
2. BUONOCORE, M. G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J. Dent. Res.*, v. 34, p. 849-53, 1955.
3. CHAPPELL, R. P., EICK, I. D., MIXSON, I. M. et al. Shear bond strength and scanning electron microscopic observation of four dentinal adhesives. *Quintessence Int.*, v. 21, p. 303-11, 1990.
4. COOLEY, R. L., DODGE, W. W. Bond strength of three dentinal adhesives on recently extracted versus aged teeth. *Quintessence Int.*, v. 20, p. 513-6, 1989.
5. FUKUSHIMA, T., HORIBE, T. A scanning electron microscopic investigation of bonding of methacryloyloxyalkyl hydrogen maleate to etched dent. *J. Dent. Res.*, v. 69, p. 46-50, 1990.
6. FUSAYAMA, T. Factors and prevention of pulp irritation by adhesive composite resin restorations. *Quintessence Int.*, v. 18, p. 633-41, 1987.
7. GWINNETT, A. I., JENDRESEN, M. D. Micromorphologic features of cervical erosion after acid conditioning and its relation with composite resin. *J. Dent. Res.*, v. 57, p. 543-9, 1978.
8. JOHNSON, G. H., POWELL, L. V., GORDON, G. E. Dentin bonding systems: A review of current products and techniques. *J. Am. Dent. Assoc.*, v. 122, p. 34-41, July 1991.
9. JOHNSTON, A. D., ASMUSSEN, E., BOWEN, R. L. Substitutes for N-Phenylglycine in adhesive bonding. *J. Dent. Res.*, v. 68, n. 9, p. 1337-44, 1989.
10. LAMBRECHTS, P., BRAEM, M., VANHERLE, G. Evaluation of clinical performance for posterior composite resins and dentin adhesives. *Oper. Dent.*, v. 12, n. 2, p. 53-78, 1987.

11. MUNTSGAARD, E. C., ASMUSSEN, E. Bond strength between dentin and restorative resin mediated by mixtures of HEMA and Glutaraldehyde. *J. Dent. Res.*, v. 63, n. 8, p. 1087-9, 1984.
12. PASHLEY, D. H., LIVINGSTON, M. I. Effect of molecular size on permeability coefficients in human dentine. *Arch Oral Biol.*, v. 23, n. 5, p. 391-5, 1978.
13. POWELL, L. V., GORDN, G. E., JOHNSON, G. H. Sensitivity restored of class V abrasion/erosin lesions. *J. Am. Dent. Assoc.*, v. 121, n. 6, p. 694-6, 1990.
14. SUZUKI, M., GWINNETT, A. J., JORDAN, R. E. Relationship between composite resins and dentin treated with bonding agents. *J. Am. Dent. Assoc.*, v. 118, n. 1, p. 75-77, 1989.
15. TAO, L., PASHLEY, D. H., BOYD, L. Effect of different types of smear layers on dentin and enamel shear bond strengths. *Dent. Mater.*, v. 4, n. 4, p. 208-16, 1988.
16. WANG, T., NAKABAYASHI, N. Effect of 2 - (Methacryloxy) ethyl phenyl hydrogen phosphate on adhesion to dentin. *J. Dent. Res.*, v. 70, n. 1, p. 59-66, 1991.
17. YU, X. Y., DAVIS, E. L., JOYNT, R. B., et al. Bondstrength evaluation of a class V composite resin restoration. *Quintessence Int.*, v. 22, p. 391-6, 1991.

Recebido em 6.2.1992.