

COMPARATIVO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO IMEDIATA E APÓS ARMAZENAMENTO EM ÁGUA: REVISÃO DE LITERATURA

COMPARATIVE STUDY OF IMMEDIATE BOND STRENGTH AND AFTER STORAGE IN WATER: A LITERATURE REVIEW

Gislaine Cristine Martins* ; Vania Aparecida Oliveira Queiroz;
Marcio Rastelli* ; Michele Bail* ; João Carlos Gomes***;
Osnara Maria Mongruel Gomes******

* Doutorandos do Curso de Pós Graduação em Odontologia, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

** Professora Assistente. Disciplina de Dentística Operatória e Dentística Restauradora, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

*** Professor Associado. Disciplina de Dentística Restauradora, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

**** Professora Adjunta. Disciplina de Dentística Restauradora, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

Recebido para publicação em 10/08/2010

Aceito para publicação em 18/12/2010

RESUMO

Os sistemas adesivos são classificados, atualmente, de acordo com a abordagem de união, ou seja, em convencionais ou autocondicionantes. Entretanto, a simplificação da técnica e do número de passos dos adesivos não pode afetar o seu desempenho em longo prazo, por isso, estudos que avaliam a resistência de união imediata e ao longo do tempo têm sido realizados com intuito de avaliar a interface adesiva. Para avaliação *in vitro* da longevidade tem sido utilizado o armazenamento em água ou em outras substâncias, uma vez que, pode promover um envelhecimento artificial. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi revisar comparativamente a redução da resistência de união à dentina após armazenamento em água entre os sistemas adesivos convencionais e autocondicionantes. Após revisão de literatura, constatou-se que ao longo do tempo existe uma diminuição da resistência de união para a maioria dos adesivos, entretanto, essa diminuição é dependente do sistema adesivo utilizado. Palavras-chave: Adesivos dentinários. Resistência à tração. Longevidade.

ABSTRACT

Adhesive systems are classified according to different adhesive bonding approaches; they can be either total or self-etch. However, the simplification of the technique and of the number of steps in the adhesive system should not affect its action over time. Therefore, studies that evaluate the immediate bond strength and throughout time have been carried out to evaluate the adhesive interface. To evaluate longevity, storage in water or in other substances has been used as they can promote artificial aging. Thus, the aim of this study was to review the literature about the reduction

of the dentin bond strength after storage in water of both total-etch and self-etch systems. After the literature review, it was observed that over time there is a decrease in the bond strength for most of the adhesives; however, the decrease varies according to the adhesive system used.

Keywords: Dentin-Bonding Agents. Tensile Strength. Longevity.

Introdução

Os sistemas adesivos são classificados, atualmente, de acordo com a abordagem de união, ou seja, em convencionais ou autocondicionantes e podem ser divididos de acordo com o número de passos, 3, 2 e 1 passo, respeitando os passos cardiais, ou seja, condicionamento ácido, *primer* e adesivo (*bond*). Os sistemas convencionais utilizam o condicionamento ácido como um passo separado, e podem ser encontrados em 3 e 2 passos (CARVALHO, 2004; VAN MEERBEEK, 2003).

Os fabricantes visando simplificar os procedimentos clínicos lançaram os sistemas adesivos que combinam o *primer* e o adesivo num único passo e, posteriormente os sistemas adesivos *self-etching* onde a hibridização ocorre simultaneamente com o condicionamento ácido, ou seja, em um único passo. A redução de passos é possível porque, nos sistemas adesivos autocondicionantes, a hibridização ocorre simultaneamente com o condicionamento ácido (BOUILLAGUET, 2001; ERNEST, 2004; VAN LANDUYT, 2006), pois apresentam um *primer* ácido e dispensam o passo do condicionamento ácido separadamente. Os sistemas autocondicionantes podem ser encontrados em 1 e 2 passos (CARVALHO, 2004; VAN MEERBEEK, 2003).

A redução do número de passos dos adesivos deve estar associada a um melhor desempenho em longo prazo e não apenas na simplificação da técnica. A integridade da união da interface adesiva tem implicações importantes no sucesso das restaurações de resina composta (DE MUNCK, 2003; 2005; CASTRO, 2004; AMARAL, 2007) e pode ser estudada avaliando a resistência de união, obtida pela adesão dos adesivos às resinas compostas e dos dois a estrutura dentária e, é de fundamental importância para avaliar a possível longevidade da restauração (DE MUNCK, 2003; CASTRO, 2004; GARCIA, 2002; SANO, 1999). Isso porque,

atualmente o maior desafio é manter a união resina-dente estável por um tempo razoavelmente longo (DE MUNCK, 2003).

Estudos têm sido realizados com intuito de melhorar a adesão dos materiais restauradores à superfície dentária. A adesão dos adesivos às resinas compostas e dos dois a estrutura dentária é uma propriedade denominada resistência de união (DE MUNCK, 2003; CASTRO, 2004; SANO, 1999) que pode ser avaliada por ensaios mecânicos como, teste de cisalhamento (CASTRO, 2004), micro-cisalhamento, tração (GARCIA, 2002), ou microtração (SANO, 1994; SCHREINER, 1998). O teste de microtração foi idealizado por Sano et al. em 1994 e permite analisar pequenas áreas de união, sendo possível avaliar vários espécimes de um mesmo substrato.

A resistência de união tem sido avaliada imediata (BOUILLAGUET, 2001, REIS, 2003; KNOBLOCH, 2007; OSÓRIO, 2008), após 6 meses (OSÓRIO, 2008; ARMSTRONG, 2003) ou mais de armazenamento (DE MUNCK, 2003). Estudos de longevidade são considerados um método ideal para validar a eficiência de restaurações e materiais adesivos (NIKAIDO, 2002; LOGUERCIO, 2005). O armazenamento pode promover um envelhecimento artificial e pode ser feito em água ou em outras substâncias (DE MUNCK, 2005; CASTRO, 2004; YAMAUTI, 2003).

Valores altos de resistência de união são necessários para garantir a retenção da restauração durante a contração de polimerização da resina composta, tensões mastigatórias, tensões térmicas e, variações de pH. Isso torna um desafio manter a integridade da união da interface adesiva, pois ela sofre um processo degenerativo, pois, devido a fatores que podem causar degradação dessa interface de união ao longo do tempo (DE MUNCK, 2003, 2005).

Por isso, o objetivo deste trabalho é revisar comparativamente a redução da resistência de união à dentina após armazenamento em água entre os sistemas adesivos convencionais e autocondicionantes.

Revisão de Literatura

Realizou-se busca nas bases de dados Medline. A busca para análise comparativa dos estudos “*in vitro*” da resistência de união imediata (ou até

24 horas) e após 6 meses de armazenamento em água foi limitada aos últimos 10 anos (2000 a 2010).

Foram selecionados os estudos “*in vitro*” que compararam a resistência de união à dentina (microtração) imediata e após 6 meses de armazenamento em água, dos sistemas adesivos convencionais (Tabela 1) e dos sistemas adesivos autocondicionantes (Tabela 2) que utilizaram dentes humanos. Cabe destacar que os dados coletados foram dos sistemas adesivos utilizados de acordo com as instruções dos respectivos fabricantes.

Tabela 1 - Médias e desvios padrão da resistência de união à dentina (MPa) imediata e após 6 meses de armazenamento em água dos **sistemas adesivos convencionais**

SISTEMAS CONVENCIONAIS	VALORES DE RESISTÊNCIA DE UNIÃO (MPa)				
	(Nº de passos)	Solvente	Imediata	6 meses	Referências
Adper Scotchbond 1	2	Água e etanol	42,6±6,2	38,4±6,9	Erhardt et al. 2008
One Step (Bisco)	2	Acetona	27,2±4,9	19,9±7,4	Reis et al. 2004
Prime & Bond NT (Dentsply/Caulk)	2	Acetona e etanol	38,4±5,6	35,1±8,7	Osorio et al. 2008
Scotchbond Multi-Purpose (3M ESPE)	3	Água	42,6±5,5	45,2±4,3	Reis et al. 2005
Single Bond (3M ESPE)	2	Etanol e água	26,7±4,9 41,5±2,6 41,0±6,9	19,9±7,4 28,0±2,6 42,8±9,2	Reis et al. 2004 Reis et al. 2005 Osorio et al. 2008
Syntac Single Component (Vivadent)	3	Água e acetona	20,3±6,3	20,4±7,5	Reis et al. 2004

Tabela 2 - Médias e desvios padrão da resistência de união à dentina (MPa) imediata e após 6 meses de armazenamento em água dos **sistemas adesivos autocondicionantes**

SISTEMAS AUTOCONDICIONANTES	VALORES DE RESISTÊNCIA DE UNIÃO (MPa)				
	(Nº de passos)	Solvente	Imediata	6 meses	Referências
AdheSE (Ivoclar/Vivadent)	2	Água	28,2±6,3	27,2±7,7	Erhardt et al. 2008
Adper Prompt L-Pop (3M ESPE)	1	Água	24,3±3,1 18,4±9,1	16,9±4,1 14,1 ±5,9	Reis et al. 2008; Osorio et al. 2008
AQBond (Sun Medical Co-EUA)	1	Água e acetona	29,7±8,4	22,1±9,4	Osorio et al. 2008
Clearfil Protect Bond (Kuraray)	2	Água	39,2±5,2	39,5±5,0	Erhardt et al. 2008
Clearfil SE Bond (Kuraray Co.)	2	Água	40,2±8,0 40,6±4,7	39,2±10,7 26,6±4,1	Osorio et al. 2008 Reis et al. 2005;
Etch & Prime 3.0 (Degussa)	1	Água e etanol	17,5±6,4	14,0±4,8	Osorio et al. 2008
Futurabond	1	Acetona	15,0±10,3	11,1±3,9	Osorio et al. 2008
iBond (Heraeus Kulzer)	1	Água e acetona	19,1±2,4	18,1±4,8	Reis et al 2008
One-Up Bond (Tokuyama Co.)	1	Água	68,4±8,7	19,3±14,6	Hashimoto et al. 2003
Optibond Solo self-etch Primer + Optibond Solo Plus (Kerr)	2	Etanol	36,2±4,0	24,6±2,4	Reis et al 2005
Resulcin Aqua Prime	2	Solução aquosa	15,0±6,2	14,0±6,1	Osorio et al. 2008
Solist	1	Acetona	31,2±5,5	24,8±5,2	Osorio et al. 2008
Tyrian SPE + One Step Plus (Bisco)	2	Etanol	24,1±3,7	18,6±2,8	Reis et al. 2005
Xeno III (Dentsply De Trey)	1	Água e etanol	30,0±1,2	25,2±3,9	Reis et al. 2008

Discussão

Diversos estudos têm sido realizados para avaliar a resistência de união imediata e após um período de armazenamento em água. Isso porque os sistemas adesivos são compostos por monômeros cada vez mais hidrófilos para que ocorra compatibilidade com o substrato dentinário que é inerentemente úmido (CASTRO, 2004; MALACARNE, 2005), contudo, estes materiais se tornaram mais suscetíveis à degradação ao longo do tempo por hidrólise (DE MUNCK, 2003 e 2005).

A água incorporada durante o procedimento de união pode ser da umidade intrínseca da dentina (PEREIRA, 1999) da técnica úmida e, da composição do adesivo, especialmente, o solvente (REIS, 2004). Os adesivos com monômeros hidrófilos são compatíveis com a umidade natural do substrato dentinário (MALACARNE, 2005), mas, o grau de umidade do substrato é fundamental no desempenho dos adesivos (REIS, 2003; PASHLEY, 2004) pois podem afetar significativamente a resistência de união (PEREIRA, 1999). De acordo com os dados observados nas tabelas 1 e 2, tanto os sistemas convencionais como os autocondicionantes mostraram maior redução da resistência de união após 6 meses de armazenamento em água quando o solvente era a acetona. Os sistemas adesivos contendo acetona mostraram altos valores de resistência de união imediata, porém tais valores após os 6 meses de armazenamento em água, de modo geral, reduziram significativamente (Tabelas 1 e 2).

Os sistemas adesivos hidrófilos absorvem mais água e perdem mais substância para o meio sendo que, a maior absorção ocorre nas primeiras 24 horas de armazenamento, independente do caráter hidrófilo do adesivo. A resistência de união também diminui nas primeiras 24 horas de armazenamento em água. O caráter mais hidrófilo dos adesivos torna as interfaces adesivas mais suscetíveis à permeação por água e, conseqüentemente, à degradação por hidrólise. Embora, a retenção imediata das resinas aos tecidos dentários necessite de tais características hidrófilas, em longo prazo, tal característica pode representar a autodestruição dessas resinas e, conseqüentemente, determinar o comprometimento da interface de união que constituem (Malacarne, 2005).

A resistência de união de diferentes sistemas adesivos não são equivalentes quando armazenados a longo prazo conforme verificado nas tabelas 1 e 2, e um aumento da degradação da interface adesiva ao longo do tempo pode ser observada (DE MUNCK, 2003, 2005; SANO, 1999). Nos sistemas adesivos convencionais, zonas infiltradas incompletamente ao longo da camada híbrida, ou seja, fibras colágenas desprotegidas são mais suscetíveis à degradação em meio bucal (PASCHLEY, 2004).

A união dentina-resina formada por adesivos convencionais é propensa à degradação pela água, e os sistemas de 2 passos são mais suscetíveis do que os adesivos convencionais de 3 passos (DE MUNCK, 2003), corroborando com a revisão realizada (Tabela 1) onde pode ser observado que, exceto o Scotchbond Multi-Purpose (3M ESPE) que é um sistema convencional de 3 passos, todos os sistemas adesivos convencionais apresentaram diminuição dos valores da resistência de união após 6 meses de armazenamento em água.

Assim como o sistema convencional, Scotchbond Multi-Purpose (3M ESPE), o sistema autocondicionante Clearfil Protect Bond (Kuraray) não apresentou degradação após 6 meses de armazenamento em água (Tabelas 1 e 2). Entretanto, como os sistemas adesivos autocondicionantes geralmente são hidrófilos, pela alta concentração de monômeros ácidos (KNOBLOCH, 2007), e, suscetíveis a sorção de água (TAY, 2003) o que pode influenciar a estabilidade ao longo do tempo. Os estudos “*in vitro*” mostraram que após um curto período de armazenamento, 6 meses, mostraram significativa redução na resistência de união (Tabela 2).

Conclusão

Pode ser observado que ao longo do tempo existe uma diminuição da resistência de união, mas não é uniforme para todos os sistemas adesivos, sendo dependente do adesivo aplicado e da sua composição (OSÓRIO, 2008; ARMSTRONG, 2003; YAMAUTI, 2003).

REFERÊNCIAS

- AMARAL, F. L. B.; COLUCCI, V.; PALMA-DIBB, R. G.; CORONA, S. A. Assessment of in vitro methods used to promote adhesive interface degradation: a critical review. **J Esthet Restor Dent.**, v.19, n.6, p.340-53, 2007.
- ARMSTRONG, S. R.; VARGAS, M. A.; FANG, Q.; LAFFOON, J. E. Microtensile bond strength of a total-etch 3-step, total-etch 2-step, self-etch 2-step, and a self-etch 1-step dentin bonding system through 15-month water storage. **J Adhes Dent.**, v.5, n.1, p.47-56, 2003.
- BOUILLAGUET, S.; GYSI, P.; WATAHA, J.C.; CIUCCHI, B.; CATTANI, M.; GODIN, C. Bond strength of composite to dentin using conventional, one-step, and self-etching adhesive systems. **J Dent.**, v.29, n.1, p.55-61, 2001.
- CARVALHO, R. M.; CARRILHO, M. R. O.; PEREIRA, L. C. G.; GARCIA, F. C. P.; MARQUEZINI JR., L.; SILVA, S. M. A., et al. Sistemas adesivos: fundamentos para aplicação clínica. **Revista Biodonto**; v.2, n.1, p.1-89, 2004.
- CARRILHO, M. R.; CARVALHO, R. M.; TAY, F. R.; PASHLEY, D. H. Effects of storage media on mechanical properties of adhesive systems. **Am J Dent.**, v.17, n.2, p.104-8, 2004.
- CASTRO, A. K. B. B.; AMARAL, C. M.; AMBROSANO, G. M. B.; PIMENTA, L. A. F. Effect of sodium hypochlorite gel on shear bond strength of one-bottle adhesive systems. **Bras J Oral Sci**, v.3, n.9, p.465, 2004.
- DE MUNCK, J.; VAN MEERBEEK, B.; YOSHIDA, Y.; INOUE, S.; VARGAS, M.; SUZUKI, K. et al. Four-year water degradation of total-etch adhesives bonded to dentin. **J Dent Res**; v.82, n.2, p.136-40, 2003.
- DE MUNCK, J.; VAN LANDUYT, K.; PEUMANS, M.; POITEVIN, A.; LAMBRECHTS, P.; BRAEM, M.; et al. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. **J Dent Res**. v.84, n.2, p.118-32, 2005.
- ERNEST, C. P.; HOLZMEIER, M.; WILLERSHAUSEN, B. In vitro shear bond strength of self-etching adhesives in comparison to 4th and 5th generation adhesives. **J Adhes Dent.**, v.6, n.4, p.293-9, 2004.
- ERHARDT, M. C.; TOLEDANO, M.; OSORIO, R.; PIMENTA, L. A. Histomorphologic characterization and bond strength evaluation of caries-affected dentin/resin interfaces: effects of long-term water exposure. **Dent Mater**, v.24, n.6, p.786-98, 2008.
- GARCIA, F. C. P.; D'ALPINO, P. H. P.; TERADA, R. S. S.; CARVALHO, R. M. Testes mecânicos para a avaliação laboratorial da união resina/dentina. **Rev Fac Odontol Bauru**, v.10, n.3, p.118-27, 2002.
- HASHIMOTO, M.; OHNO, H.; SANO, H.; KAGA, M.; OGUCHI, H. Degradation patterns of different adhesives and bonding procedures. **J Biomed Mater Res B Appl Biomater**, v.66, n.1, p.324-30, 2003.
- NOBLOCH, L. A.; GAILEY, D.; AZER, S.; JOHNSTON, W. M.; CLELLAND, N.; KERBY, R. E. Bond strengths of one- and two-step self-etch adhesive systems. **J Prosthet Dent**, v.97, n.4, p.216-22, 2007.
- LOGUERCIO, A. D.; UCEDA-GOMEZ, N.; CARRILHO, M. R.; REIS, A. Influence of specimen size and regional variation on long-term resin-dentin bond strength. **Dent Mater**, v.21, n.3, p.224-31, 2005.
- MALACARNE J. **Avaliação do comportamento de adesivos hidrófilos após armazenamento em água**. Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, 2005.
- MARTINS, G. C.; FRANCO, A. P. G.; GODOY, E. P.; MALUF, D. R.; GOMES, J. C.; GOMES, O. M. M. Adesivos dentinários. **RGO**, v.56, n.4, p.429-36, 2008.
- NIKAIDO, T.; KUNZELMANN, K. H.; CHEN, H.; OGATA, M.; HARADA, N.; YAMAGUCHI, S., et al. Evaluation of thermal cycling and mechanical loading on bond strength of a self-etching primer system to dentin. **Dent Mater**, v.18, n.3, p.269-75, 2002.
- OSORIO, R.; PISANI-PROENCA, J.; ERHARDT, M. C.; OSORIO, E.; AGUILERA, F. S.; TAY, F. R., et al. Resistance of ten contemporary adhesives to resin-dentine bond degradation. **J Dent**. v.36, n.2, p.163-9, 2008.
- PASHLEY, D. H., TAY, F. R., YIU, C., HASHIMOTO, M.; BRESCHI, L.; CARVALHO, R.; et al. Collagen degradation by host-derived enzymes during aging. **J Dent Res**, v.83, n.3, p.216-21, 2004.
- PEREIRA, P. N.; OKUDA, M.; SANO, H.; YOSHIKAWA, T.; BURROW, M. F.; TAGAMI, J. Effect of intrinsic wetness and regional difference on dentin bond strength. **Dent Mater**, v.15, n.1, p.46-53, 1999.
- REIS, A.; LOGUERCIO, A. D.; AZEVEDO, C. L.; CARVALHO, R. M.; SINGER, J. M.; GRANDE, R. H. Moisture spectrum of demineralized dentin for adhesive systems with different solvent bases. **J Adhes Dent**; v.5, n.3, p.183-92, 2003.
- _____; LOGUERCIO, A. D.; CARVALHO, R. M.; GRANDE, R. H. Durability of resin dentin interfaces: effects of surface moisture and adhesive solvent component. **Dent Mater**, v.20, n.7, p.669-76, 2004.
- _____; GRANDI, V.; CARLOTTO, L.; BORTOLI, G.; PATZLAFF, R.; RODRIGUES ACCORINTE, MDE L.; et al. Effect of smear layer thickness and acidity of self-etching solutions on early and long-term bond strength to dentin. **J Dent**, v.33, n.7, p.549-59, 2005.
- _____; ALBUQUERQUE, M.; PEGORARO, M.; MATTEI, G.; BAUER, J. R.; GRANDE, R. H.; et al. Can the durability

of one-step self-etch adhesives be improved by double application or by an extra layer of hydrophobic resin? **J Dent**; v.36, n.5, p.309-15, 2008.

SABOIA, V. P.; NATO, F.; MAZZONI, A.; ORSINI, G.; PUTIGNANO, A.; GIANNINI, M.; et al. Adhesion of a two-step etch-and-rinse adhesive on collagen-depleted dentin. **J Adhes Dent.**, v.10, n.6, p.419-22, 2008.

SANO, H.; YOSHIKAWA, T.; PEREIRA, P.N.; KANEMURA, N.; MORIGAMI, M.; TAGAMI, J., et al. Long-term durability of dentin bonds made with a self-etching primer, in vivo. **J Dent Res**, v.78, n.4, p.906-11, 1999.

_____.; SHONO, T.; SONODA, H.; TAKATSU, T.; CIUCCHI, B.; CARVALHO, R. et al. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength--evaluation of a micro-tensile bond test. **Dent Mater**, v.10, n.4, p.236-40, 1994.

SCHREINER, R. F.; CHAPPELL, R. P.; GLAROS, A. G.; EICK, J. D. Microtensile testing of dentin adhesives. **Dent Mater**, v.14, n.3, p.194-201, 1998.

TAY, F. R.; HASHIMOTO, M.; PASHLEY, D. H.; PETERS, M. C.; LAI, S. C.; YIU, C. K., et al. Aging affects two modes of nanoleakage expression in bonded dentin. **J Dent Res**, v.82, n.7, p.537-41, 2003.
VAN LANDUYT, K. L.; KANUMILLI, P.; DE MUNCK, J.; PEUMANS, M.; LAMBRECHTS, P.; VAN MEERBEEK, B. Bond strength of a mild self-etch adhesive with and without prior acid-etching. **J Dent**; v.34, n.1, p.77-85, 2006.

VAN MEERBEEK, B.; DE MUNCK, J.; YOSHIDA, Y.; INOUE, S.; VARGAS, M.; VIJAY, P., et al. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. **Oper Dent**. v.28, n.3, p.215-35, 2003.

YAMAUTI, M.; HASHIMOTO, M.; SANO, H.; OHNO, H.; CARVALHO, R. M.; KAGA M. et al. Degradation of resin-dentin bonds using NaOCl storage. **Dent Mater.**, v.19, n.5; p.399-405, 2003.