

Efeito da solução de armazenamento na resistência de união entre cimento resinoso e resina composta

Effect of the aging methodology on tensile strength value between a resin cement and an composite resin

Tarciane Márcia FERREIRA^I
Alberto Nogueira da Gama ANTUNES^{II}
Vinícius de Magalhães BARROS^{III}
Herbert Haueisen SANDER^{IV}
Walison Arthuso VASCONCELLOS^{IV}
Ricardo Rodrigues VAZ^{IV}

Correspondência para/Correspondence to:
Ricardo Rodrigues VAZ
ricardovazufmg@yahoo.com.br

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da metodologia de armazenamento na resistência de união entre um cimento resinoso e uma resina composta. A resina composta TPH foi usada para preencher um molde de silicone (10,0mm x 6,0mm), resultando em dois blocos cilíndricos. Suas bases foram polidas com lixa de carvão de silício (#600) e aplicado o adesivo Single Bond 2. O cimento Fill Magic Dual Cement foi usado para cimentar os dois blocos de resina. Após 24 horas o conjunto foi seccionado em 15 corpos-de-prova com o formato de palitos (1.0mm² de área de secção transversal). Para o grupo controle (Grupo I), cinco corpos-de-prova (n=5) foram aleatoriamente selecionados e testados utilizando uma máquina de Micro Tensile Tester-MTT, sob uma célula de carga de 500N e 1.0mm/minuto de velocidade. Cinco corpos-de-prova foram aleatoriamente selecionados para formar o grupo de armazenamento em água (Grupo II) e os cinco restantes designados para o grupo de armazenamento em álcool (Grupo III). Após o armazenamento de dois meses, cada corpo-de-prova foi submetido ao ensaio de tração nas mesmas condições anteriormente descritas no Grupo I. Os valores foram submetidos à ANOVA e ao teste de Tukey ao nível de confiança de 95%. Os resultados revelaram que o grupo controle (23.7 ± 6.7Mpa), apresentou diferença significativa em relação ao grupo armazenado em água (14.2 ± 1.6MPa) e ao grupo armazenado em álcool (8.1 ± 2.7Mpa), após dois meses, p<0,05. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos II e III de armazenamento. As duas metodologias de armazenamento foram capazes de reduzir o valor da resistência de união.

Palavras-chave: Cimentos Dentários. Resistência à Tração. Cimentação.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of storage methods on the bond strength between resin cement and a composite resin. The TPH composite resin was used to fill a silicone mold (10,0mm x 6,0mm), resulting in two cylindrical blocks. Each base surface were polished with silicon carbide sandpaper (# 600) and coated with Single Bond 2 adhesive. Fill Magic Dual Cement was used to cement the two resin blocks. After 24 hours the whole set was sectioned into 15 beams (1.0mm² cross sectional area). For the control group (Group I), five beams (n = 5) were randomly selected and tested using machine Micro Tensile Tester-MTT, under a tensile force 500N and 1.0mm/min speed. Five beams were randomly selected to form the group of water storage (Group II) and the remaining five assigned to the storage group in alcohol solution (Group III). After storage for two months, each beam was tested to tensile tension under the same conditions described above (Group I). The values were submitted to ANOVA and Tukey test at a confidence level of 95 % analysis. The results revealed that the control group (23.7 ± 6.7MPa) was significantly different than the stored water group (14.2 ± 1.6MPa) and stored with alcohol group (8.1 ± 2.7MPa), after two months, p<0.05. There was no difference statistically significant between storage groups II and III. The two storage methodologies were able to reduce the value of the bond strength.

Keywords: Dental Cements. Tensile strength. Cementation.

^I Aluna do Curso de Graduação da Faculdade de Odontologia da UFMG. ^{II} Professor da Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. ^{III} Professor da Faculdade de Odontologia do Centro Universitário Newton Paiva. ^{IV} Professores da Faculdade de Odontologia da UFMG.

INTRODUÇÃO

Os cimentos resinosos são resinas compostas, porém com menor quantidade de carga, a fim de apresentarem a fluidez necessária à cimentação. Isso quer dizer que a base é o sistema monomérico BIS-GMA (Bisfenol-A metacrilato de glicidila) em combinação com monômeros de baixa viscosidade, além de cargas inorgânicas (vidros com cargas metálicas, SiO₂) tratadas com silano. As partículas inorgânicas se apresentam nas formas angulares, esféricas ou arredondadas, com conteúdo em peso variando entre 36 a 77% e diâmetro médio entre 10 e 15µm. Os agentes de união são monômeros resinosos bifuncionais polimerizáveis (4-META, PMDM, HEMA e outros) e solventes orgânicos como acetona, álcool e água. Isso confere a adesão à dentina e a adesão ao esmalte é conferida pelo condicionamento ácido.¹

Os cimentos resinosos foram classificados de acordo com a reação de polimerização em autopolimerizados ou quimicamente ativados, polimerizados pela emissão de luz visível ou fotopolimerizável e polimerizados por reação química e pela luz visível, sendo esse último denominado cimento de ativação dupla ou dual.²

Atualmente os cimentos resinosos proporcionam um grande número de indicações. Podem ser aplicados para colagem de "brackets" ortodônticos, próteses adesivas e fixação de restaurações indiretas. Esses cimentos, além de suas vantagens como a maior resistência de união e a possibilidade de cores se comparados aos cimentos convencionais, apresentam também uma menor solubilidade no meio bucal. Apesar disso, é importante reconhecer que algum tipo de instabilidade térmica e química pode ocorrer em razão da mínima absorção de água e de outros componentes químicos presentes na saliva e/ou alimentação.³

Como já dito anteriormente, muitas redes de polímeros são consideradas com elevada estabilidade química e térmica. No entanto, segundo Sideridou et al.⁴(2004), a estabilidade dimensional das resinas, fica comprometida devido à sua hidrofilia, além de outros fatores, como contração de polimerização, contração térmica, sorção e solubilidade em meio aquoso, e sua interação com os fluidos bucais ocorre pela separação da cadeia do polímero por uma molécula, que não faz parte da ligação química primária do polímero.

Estes efeitos podem incluir alterações volumétricas, tais como inchaço, alterações físicas que proporcionam amolecimento e plastificação, e as alterações químicas, como oxidação e hidrólise comprometendo as propriedades mecânicas químicas da rede de polímeros e consequentemente, causando uma redução da vida útil da restauração indireta.⁵

O sucesso da cimentação adesiva esta relacionado à resistência de união entre cimento resinoso/substrato dental e a restauração indireta/cimento resinoso. Os testes laboratoriais inicialmente preconizados para avaliar tal propriedade foram os testes de tração e de cisalhamento.^{6,7} A despeito de serem ensaios ainda bastante utilizados para o estudo da adesão, não se mostraram totalmente eficientes para testar materiais com alta resistência adesiva, além de apresentarem limitações da área a ser testada.⁸

O teste de microtração, proposto por Sano et al.⁹(1994) permitiu avaliar de forma mais pura a interface adesiva, na medida em que possibilitou uma diminuição significativa do número de falhas coesivas, contudo essa metodologia apresentou alta sensibilidade a variações dos parâmetros de teste, como geometria, modo de fixação, área de superfície e inclinação dos corpos-de-prova, e principalmente porque requer um preparo laborioso dos espécimes.^{3,10}

O objetivo do presente estudo foi de avaliar a resistência de união entre um cimento resinoso dual e uma resina composta utilizando o teste de microtração após o armazenamento em água e álcool por 60 dias e comparar com o armazenamento em água após 24 horas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste estudo foram utilizados uma resina composta, um cimento resinoso dual e um adesivo. Os nomes comerciais, fabricantes e a composição de cada material estão descritos no Quadro 1.

Quadro 1 – Descrição dos materiais utilizados no estudo.

MATERIAL	FABRICANTE	COMPOSIÇÃO QUÍMICA
Resina composta Tetric Ceram	Ivoclar Vivadent	Bis-GMA, dimetacrilato de uretano, trietilenoglicol dimetacrilato, vidro de bário, triureto de íterbio, vidro de fluossilicato de alumínio e bário, dióxido de silício, óxidos mistos.
Adesivo Single Bond 2	3M ESPE	Bis-GMA, GDMA, UDMA, HEMA, sílica, etanol, copolímero do ácido acrílico e itocônico.
Cimento Fill Magic Dual Cement	Vigodent	Base: Bis-GMA, Bis-EMA, TEGDMA, BHT, EDAB, canforoquinona, borossilicato de bário e alumínio e pigmentos. Catalisador: TEGDMA, Bis-EMA, Bis-GMA, BHT, peróxido de benzola e borossilicato de bário e alumínio.

Nota: Bis-GMA: Bisfenol-A diglicidil dimetacrilato; BHT: 2,6-di-terc-butil-p-hidroxi tolueno; TEGDMA: Trietilenoglicol dimetacrilato; Bis-EMA: Bisfenol-étilmetacrilato; HEMA: hidróxetil metacrilato; GDMA: glicidil dimetacrilato.

Para a execução do presente estudo foram confeccionados dois blocos cilíndricos de resina composta com as dimensões de 10,0mm de diâmetro e 6,0mm de espessura. Esses blocos foram obtidos a partir de um molde de sílica polimerizado por adição. Para esse processo o molde foi preenchido com a resina composta Tetric Ceram (Ivoclar Vivadent) através da técnica incremental, com aproximadamente 1,5mm de espessura, e cada incremento era polimerizado por 20 segundos utilizando fotopolimerizador Rádi Plus (SDI-Dental Products).

Cada bloco, após ser confeccionado foi armazenado em água por sete dias, após esse período suas bases foram polidas com lixa de carvão de silício número 600. Em cada superfície polida foi aplicado o adesivo Single Bond 2 (3M ESPE) e fotoativado por 20 segundos (FIGURA 1A), em seguida o cimento resinoso dual Fill Magic Dual Cement (Vigodent) foi aplicado sobre o adesivo (FIGURA 1B) e com auxílio de um dispositivo para cimentação um peso de 1.0Kg foi utilizado durante 40 segundos para fixação dos blocos de resina composta (FIGURA 1C) e finalmente os procedimentos de fotopolimerização foram realizados nas seis superfícies externas do conjunto de blocos de resina composta por um período de 20 segundos utilizando fotopolimerizador Rádi Plus (SDI-Dental Products).

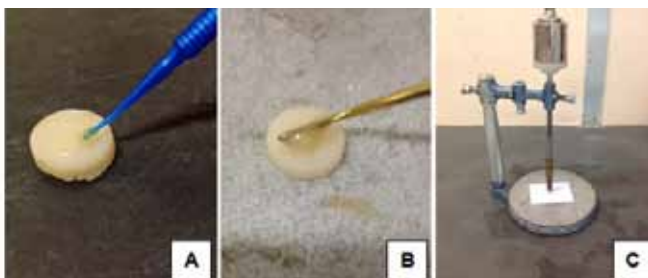


Figura 1–(A) Blocos cilíndricos de resina composta com

as dimensões de 10,0mm de diâmetro e 6,0mm de espessura com aplicação do adesivo Single Bond 2. (B) Inserção do cimento resinoso dual. (C) Dispositivo para cimentação com peso de 1.0Kg.

Após 24 horas o conjunto foi seccionado em uma cortadeira de precisão (Isomet-Buehler Ltda., Lake Bluff, IL, USA) em 15 corpos-de-prova com o formato de pequenos feixes com aproximadamente 1.0mm² de área de secção transversal. Para o grupo I (controle), cinco corpos-de-prova (n=5) foram aleatoriamente selecionados e testados na máquina Micro Tensile Tester-MTT (BISCO, Inc. 1100 W. Irving Park Rd. Schaumburg, IL 60193 USA), com célula de carga de 500N e 1.0mm/minuto de velocidade na região da união (figura 2). Para o grupo II, cinco corpos-de-prova foram aleatoriamente selecionados para armazenamento em água. Para o grupo III cinco corpos-de-prova foram aleatoriamente selecionados para armazenamento em álcool. O período de armazenamento dos grupos II e III foi de dois meses. Após o tempo de armazenamento, os grupos II e III foram submetidos ao ensaio de tração nas mesmas condições anteriormente descritas para o grupo I. Para análise estatística dos valores obtidos no ensaio de tração foi utilizado análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey ao nível de confiança de 95% (Programa SPSS 11.5 - Statistical Package Science Social, Chicago, IL, EUA), com o objetivo de verificar se houve diferença entre os tempos de armazenamento.

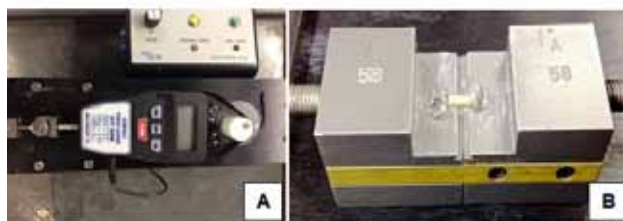


Figura 2–(A) Máquina de Micro Tensile Tester- MTT (BISCO, Inc. 1100 W. Irving Park Rd. Schaumburg, IL 60193 USA). (B) Dispositivo metálico utilizado para o ensaio de tração.

RESULTADOS

Os resultados do ensaio de microtração revelaram que o grupo controle (grupo I) apresentou resistência de união de 23.7 ± 6.7 MPa após 24 horas de armaze-

namento em água, com diferença estatisticamente significativa em relação aos grupos armazenados por dois meses em água com $14.2 \pm 1.6\text{Mpa}$ (grupo II) e em álcool com $8.1 \pm 2.7\text{Mpa}$ (grupo III), $p < 0.05$. Não houve diferença estatisticamente significativa quando comparou os grupos com armazenamento em água e álcool após dois meses, no entanto as duas metodologias apresentaram uma redução nos valores de resistência de união.

As diferenças nos valores de resistência da união estatisticamente significantes entre o grupo controle (grupo I) e os grupos com armazenamento em água (grupo II) e álcool (grupo III) estão demonstradas nas Figuras 3 e 4.

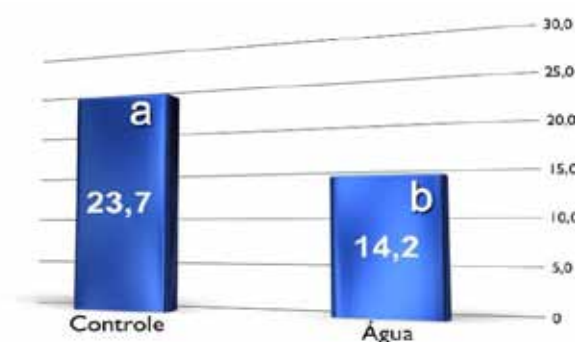


Figura 3 – Comparação dos valores de resistência de união entre o grupo I (controle) com armazenamento em água por 24 horas e o grupo II com o armazenamento em água por dois meses.

Nota: Letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significantes.

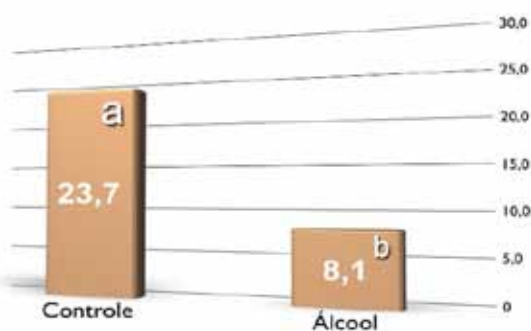


Figura 4 - Comparação dos valores de resistência de união entre o grupo I (controle) com armazenamento em água por 24 horas e o grupo III com o armazenamento em álcool por dois meses.

Nota: Letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significantes.

DISCUSSÃO

A qualidade e a força adesiva proporcionada pelos cimentos resinosos devem ser analisadas em duas interfaces, cimento/restauração e cimento/dente. A união cimento/dente está diretamente relacionada com a presença e quantidade de esmalte remanescente, área e tipo de dentina, material utilizado com base e/ou núcleo de preenchimento e o tipo e forma de aplicação do sistema adesivo, principalmente a compatibilidade dos sistemas adesivos com as resinas compostas de fixação. A união cimento/restauração é influenciada pelo tratamento dispensado à superfície interna das restaurações indiretas de resinas compostas laboratoriais e porcelanas, que tem sido utilizado às técnicas de condicionamento com ácido fluorídrico ou fosfórico, jateamento com óxido de alumínio e a silanização.^{6,7}

O período de armazenamento de 60 dias das amostras realizado neste estudo é considerado um período suficiente para a observação do grau de sorção e solubilidade, pois de acordo com Busato et al.¹¹(2012) após 15 dias os cimentos resinosos apresentaram tanto em meio aquoso, como alcoólico os maiores índices de solubilidade. Segundo os autores uma característica desejável dos cimentos resinosos e ionoméricos é a estabilidade após a polimerização e não interação com o meio quando exposto à cavidade bucal. Entretanto, a maior parte dos monômeros resinosos empregados nesses materiais apresenta caráter hidrofílico e frequentemente sofrem sorção de água.

Os resultados deste estudo mostraram que o armazenamento em água e em álcool durante o período de 60 dias reduziu significativamente a resistência de união do cimento Fill Magic Dual Cement à resina composta Tetric Ceram confirmando a hipótese de que os meios de armazenamento podem interferir e promover diferentes resultados de resistência de união utilizando teste de microtração, uma vez que alterando a solução de armazenamento também pode ter acelerado a hidrólise na interface entre a camada do adesivo e o cimento resinoso, e também entre camada de cimento resinoso e de resina composta.

As propriedades de sorção e solubilidade estão diretamente relacionadas com a composição química dos materiais resinosos.¹² Os monômeros BisGMA, TEGDMA e UDMA estão presentes no adesivo Single Bond 2 e no cimento Fill Magic Dual Cement utilizados no presente trabalho (QUADRO 1). Os estudos realizados por Busato et al.¹¹(2012), demonstraram que os cimentos resinosos que possuíam os monômeros BisGMA e TEGDMA na sua composição química apresentaram os fenômenos de sorção e solubilidade, quando compararam os períodos de avaliação de 7 e 15 dias nas soluções de álcool 75% e água destilada.

O grupo I apresentou a resistência de união de 23.7 ± 6.7 MPa, maior em relação ao grupo armazenado em água com 14.2 ± 1.6 MPa (grupo II), Segundo Sideridou et al.⁴ (2004), existe uma movimentação externa dos monômeros residuais e de íons, devido à sorção de água, levando a solubilidade. Além disso, falhas na reação dos componentes, especialmente nos monômeros, podem resultar em contração, menor peso e redução das propriedades mecânicas. Outro fator importante para o resultado seria a interferência da absorção de água na polimerização do cimento resinoso, uma vez que a água pode eliminar alguns componentes de resina que não tinham sido completamente polimerizados.

O grupo de armazenamento em álcool (grupo III) apresentou média de resistência de união de 8.1 ± 2.7 MPa, com valores de resistência de união menores que o grupo I, com 23.7 ± 6.7 MPa. De acordo com Yap et al.¹³ (2001) o álcool produz um amolecimento significativo da matriz da resina composta. Os autores observaram que as resinas sofrem degradação hidrolítica e que os efeitos do meio químico na dureza da resina composta são material-dependente. As bebidas contendo a partir de 9% em volume de etanol podem levar ao amolecimento da matriz dos materiais restauradores resinosos e interferir na interface polímero/partícula de carga, deslocando a carga e aumentando o desgaste.¹⁴

A metodologia de microtração do presente estudo mostrou-se efetiva para avaliação “in vitro” da influência das variáveis de tempos e meio de armazenamento na resistência da união entre cimento resinoso dual e restauração indireta de resina composta, contudo consideramos necessários mais estudos com períodos de observação

mais longos para avaliação das técnicas de cimentação adesiva das restaurações estéticas indiretas.

CONCLUSÃO

Com base no presente estudo podemos concluir que o grupo controle com armazenamento em água por 24 horas apresentou maiores valores de resistência de união (23.7 ± 6.7 MPa) com diferença estatisticamente significativa em relação aos grupos que foram armazenados em água (14.2 ± 1.6 MPa) e álcool (8.1 ± 2.7 MPa) por dois meses. As duas metodologias de armazenamento em água e álcool reduziram os valores de resistência de união após dois meses, no entanto não houve diferença estatisticamente significativa entre si.

REFERÊNCIAS

1. Carvalho RM, Prakki A. Cimentos resinosos dual: características e considerações clínicas. *Rev Fac Odontol. São José dos Campos.* 2001; 4(1): 21-7.
2. Anusavice KJ. Cimentos Odontológicos. In: Anusavice KJ. *Phillips Materiais Dentários.* Rio de Janeiro: Elsevier; 2005. p. 419-67.
3. Vaz RR, Di Hipólito V, D'Alpino PHP, Goes MF. Bond Strength and Interfacial Micromorphology of Etch-and-Rinse and Self-Adhesive Resin Cements to Dentin. *J Prosthodont.* 2012; 21(2): 101-11.
4. Sideridou I, Achilias DS, Spyroudi C, Karabela M. Water sorption characteristics of light-cured dental resins and composites based on Bis-EMA/PCDMA. *Biomaterials.* 2004; (25): 367-76.
5. Ferracane JL, Stansbury JW, Burke FJ. Self-adhesive resin cements – chemistry, properties and clinical considerations. *J Oral Rehabil.* 2011; 38(4): 295-314.
6. Oliveira Jr. OB, Susin AH, Vaz LG, Duarte Jr, S. Avaliação da resistência adesiva à tração de dois cimentos resinosos utilizados na cimentação de resina composta indireta submetida a diferentes tratamentos. *Rev ABO Nac.* 2003; 11(4): 218-22.
7. Soares CJ, Giannini, M, Oliveira MTP, Sartini LAM, Martins LRM. Effect of surface treatments of laboratory-fabricated composites on the microtensile bond strength to a luting resin cement. *J Appl Oral Sci.* 2014; 12(1): 45-50.
8. Camargo MA, Silveira BL, Delfino CS, Zaroni WCS, Matos AB. Ensaio de microtração: uma revisão crítica da literatura. *Rev Inst Ciênc Saúde.* 2007; 25(3):313-
9. Sano H, Shono T, Sonoda H, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho MR et al. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength – evaluation of a micro-tensile bond test. *Dent Mater.* 1994;10(4):236-40.
10. Ribeiro JCV, Vale MS, Silva MM, Fernandes CAO. Ensaio de microtração na avaliação da resistência adesiva: fundamentos e aplicações. *Rev Gaúcha Odontol.* 2013; 61(0): 497-504.
11. Busato PMR, Oliveira ECS, Busato MCA, Mendonça MJ, Rodrigues NA, Taline K. et al. Comparação das propriedades de sorção e solubilidade de cimentos submetidos a diferentes soluções e tempos de armazenagem. *Polímeros.* 2012; 2(1): 69-72.
12. Chaves LP. Avaliação da sorção e a solubilidade de cimentos auto adesivos em comparação com outros cimentos. [Dissertação]. Londrina: UNOPAR;2008.
13. Yap AU, Tan SH, Wee SS, Lee CW, Lim EL, Zeng KY. Chemical degradation of composite restoratives. *J Oral Rehabil.* 2001; 28(11): 1015-21.
14. Sarret DC, Coletti DP, Peluso AR. The effects of alcoholic beverages on composite wear. *Dent Mater.* 2000; 16(1):62-7.

Recebido em: 24 nov. 2016

Aprovado em: 13 dez. 2016