

RESISTÊNCIA À MINIFLEXÃO E MÓDULO DE ELASTICIDADE DE ADESIVOS ODONTOLÓGICOS EXPERIMENTAIS LIVRES DE HEMA EM DIFERENTES MEIOS DE ARMAZENAGEM

PRIEBE, Tanize¹; BOSSARDI, Mayara¹; MÜNCHOW, Eliseu Aldrighi²; OGLIARI, Fabrício Aulo³; ZANCHI, Cesar Henrique⁴

¹ Aluna de graduação da Faculdade de Odontologia, UFPel;

² Aluno de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Odontologia, UFPel;

³ Professor adjunto do Curso de Engenharia de Materiais, UFPel;

⁴ Professor adjunto da Faculdade de Odontologia, Departamento de Odontologia Social, UFPel
chzanchi@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

Os adesivos odontológicos são materiais constituídos basicamente pela mistura de diferentes tipos de monômeros (mono-funcionais, formadores de ligações cruzadas e monômeros ácidos) e alguns aditivos, como por exemplos solventes, partículas inorgânicas e um sistema de fotoiniciação. ¹ Dentre os principais monômeros utilizados o metacrilato de 2-hidroxietila (HEMA) é um monômero hidrófilo mono-funcional, sendo incapaz de formar ligações cruzadas, diferentemente dos monômeros dimetacrilatos. Em razão disso, materiais contendo HEMA estão mais sujeitos a sofrer degradação hidrolítica do que os materiais livres de HEMA, comprometendo várias das propriedades do adesivo. Assim, a substituição do HEMA por outros monômeros caracteristicamente mais favoráveis vem sendo avaliada nos últimos anos. ²

Monômeros dimetacrilatos são, teoricamente, moléculas mais hidrófobas, e por conseqüência, proporcionam ao adesivo boas propriedades mecânicas. Contudo, considerando-se que o HEMA é empregado geralmente em concentrações que variam de 35-55%, ³ um adesivo fraco mecanicamente pode ser observado. Isto implica em falhas precoces no desempenho clínico do material. Sendo assim, a substituição do HEMA por monômeros dimetacrilatos tem um uso potencial na odontologia atual, pois além de melhorar as propriedades mecânicas do adesivo, a utilização de moléculas caracteristicamente mais hidrófobas aumenta a resistência do mesmo à hidrólise.

Portanto, o objetivo do presente estudo foi avaliar a resistência à miniflexão e o módulo de elasticidade de adesivos odontológicos experimentais livres de HEMA. Além disso, a influência de diferentes meios de armazenagem nessa propriedade também foi avaliada, já que o ambiente bucal é bastante heterogêneo quimicamente.

2 METODOLOGIA (MATERIAL E MÉTODOS)

Seis resinas adesivas experimentais foram formuladas através da mistura intensa de 50% de metacrilato de bisfenol A glicidil (Bis-GMA), 25% de dimetacrilato trietilenoglicol (TEGDMA) e 25% de um tipo de monômero de variação: dimetacrilato de bisfenol A etoxilado glicidil éter 10 (Bis-EMA 10) (B10), dimetacrilato de bisfenol A etoxilado glicidil éter 30 (Bis-EMA 30) (B30), dimetacrilato de polietilenoglicol 400 (PEG 400) (P400), dimetacrilato de polietilenoglicol 1000 (PEG 1000) (P1000),

dimetacrilato de polietilenoglicol 400 uretano (UDMA-PEG 400) (UP400) e HEMA (H), como grupo controle. Para tornar o adesivo fotossensível, 0,4% de canforoquinona (CQ) e 0,8% de etil 4-dimetilamino benzoato (EDAB) foram adicionados como fotoiniciador e co-iniciador da reação de polimerização, respectivamente.

Após a formulação de cada adesivo experimental, 180 espécimes em forma de barra foram preparados em um molde metálico (12 mm de comprimento x 2 mm de espessura x 2 mm de largura), totalizando 30 espécimes por grupo avaliado. O molde foi posicionado sobre uma placa de vidro e matriz de poliéster e preenchido com o adesivo. Após isso, uma segunda matriz de poliéster foi posicionada sobre o adesivo com uma lâmina de vidro para remover o excesso de material. Em seguida, um diodo emissor de luz (LED) (Radii, SDI, Bayswater, Victoria, Austrália) foi utilizado para fotoativar o adesivo por 40 s de cada lado, sendo 20 s em cada extremidade do espécime. Possíveis irregularidades nos bordos foram regularizadas com lixas de carvão de silício # 1200.

Os espécimes de cada adesivo avaliado foram aleatoriamente divididos em 3 grupos de acordo com a forma de condicionamento do espécime antes da execução do teste: 24 horas de armazenagem a seco, 7 dias de armazenagem em água destilada e 7 dias de armazenagem em solução de etanol (70%). Após cada período de armazenagem os espécimes foram submetidos ao teste de resistência à miniflexão (σ) em uma máquina de ensaios universal EMIC DL-500 (São José dos Pinhais, Brasil) a uma velocidade de 1 mm/minuto. Por sua vez, o módulo de elasticidade (E) de cada espécime foi obtido a partir dos dados de miniflexão. Como análise estatística foi utilizada ANOVA dois fatores e teste de Tukey ($p < 0,05$).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de resistência à mini-flexão e o módulo de elasticidade de cada adesivo avaliado em cada meio de armazenamento estão demonstrados na Tabela 1.

Tabela 1. Médias e desvio padrão dos adesivos experimentais nos diferentes meios de armazenamento.

Adesive	Resistência à miniflexão			Módulo de Elasticidade		
	24h	7d água	7d etanol	24h	7d água	7d etanol
P400	^{BC} 91.9 ^a (3.1)	^B 64.0 ^b (4.9)	^A 37.8 ^c (3.9)	^{CD} 9.4 ^a (0.4)	^B 6.8 (0.6) ^b	^A 3.6 ^c (0.3)
	P1000	^C 85.5 ^a (7.3)	^C 40.9 ^b (4.2)	^B 19.7 ^c (3.0)	^{BC} 10.1 ^a (1.1)	^C 4.0 (0.7) ^b
B10		^B 97.8 ^a (2.8)	^A 74.5 ^b (2.9)	^A 41.7 ^c (1.1)	^{BC} 10.3 ^a (0.4)	^{AB} 7.4 (0.6) ^b
	B30	^C 84.7 ^a (6.6)	^C 41.6 ^b (5.0)	^B 19.0 ^c (3.1)	^D 8.6 ^a (0.7)	^C 4.3 (0.3) ^b
UP400		^A 111.8 ^a (8.6)	^A 75.7 ^b (7.4)	^A 37.7 ^c (1.6)	^B 11.3 ^a (1.0)	^A 7.8 (0.2) ^b
	H	^A 112.9 ^a (6.2)	^B 65.3 ^b (3.6)	^B 22.5 ^c (2.3)	^A 13.4 ^a (1.2)	^A 7.8 (0.9) ^b

Letras maiúsculas em uma mesma coluna representam diferenças estatisticamente significantes entre os grupos adesivos avaliados. Letras minúsculas em uma mesma linha indicam diferenças estatisticamente significantes entre modo de armazenagem do espécime.

A resistência a forças de flexão é uma das propriedades mecânicas mais avaliadas na maioria dos materiais dentários já que ela aproxima as forças envolvidas no processo mastigatório.⁴ Essa propriedade está bastante relacionada com a composição do material, e no caso dos adesivos odontológicos, o tipo de matriz orgânica influencia diretamente no comportamento do material.

Os diferentes grupos avaliados neste estudo possuem como única diferença a utilização de um tipo específico de monômero, sendo cinco deles monômeros dimetacrilatos e um deles contendo HEMA (mono-metacrilato). Embora monômeros dimetacrilatos proporcionem maior estabilidade físico-química ao material, quando comparada com a utilização de monômeros mono-metacrilatos, o presente estudo demonstrou que o adesivo experimental contendo HEMA apresentou um módulo de elasticidade (E) e uma resistência à miniflexão superior estatisticamente que os demais grupos, com exceção do grupo UP4, que apresentou σ semelhante. Isto aconteceu para os espécimes armazenados a seco (grupo 24h). No entanto, a situação real de uma restauração confeccionada em boca não ocorre por esse meio. Na verdade, qualquer material quando inserido na cavidade bucal está sujeito a sofrer fenômenos de degradação hidrolítica, devido à ação da água, fluidos bucais e possivelmente substâncias ingeridas na alimentação.⁵

O efeito da degradação hidrolítica, no presente estudo, foi simulado pelo armazenamento dos espécimes por 7 dias em água ou etanol. Os dados revelam que a σ e o E foram menores estatisticamente do que os grupos mantidos por 24h a um meio seco ($p < 0,05$). Além disso, a solução de etanol a 70% degradou os adesivos experimentais mais significativamente do que o meio aquoso, demonstrando que líquidos orgânicos apresentam um potencial mais prejudicial ao material do que a própria água.

Quanto à σ após armazenagem em água, os adesivos UP4 e B10 apresentaram maior resistência do que os demais grupos ($p < 0,05$), e após armazenagem em solução de etanol, UP4, B10 e P400 foram os mais resistentes ($p < 0,05$). Quanto ao E após armazenagem em água, os adesivos H, UP4 e B10 apresentaram maior módulo que os demais grupos, enquanto que após armazenagem em solução de etanol, o adesivo H reduziu significativamente o seu módulo de elasticidade ($p < 0,05$) e o adesivo P400, junto dos grupos UP4 e B10 apresentaram os maiores valores ($p < 0,05$).

Assim, é possível perceber que quando mantido a seco, o adesivo formulado com monômero mono-metacrilato apresentou os melhores resultados, junto de alguns adesivos formulados apenas com monômeros dimetacrilatos. No entanto, após armazenagem em água e/ou solução de etanol, o adesivo com HEMA baixou significativamente a sua σ e o seu E, diferentemente de alguns adesivos contendo somente os monômeros dimetacrilatos.

4 CONCLUSÃO

Pode-se concluir com o presente estudo que a formulação de adesivos odontológicos com monômeros dimetacrilatos melhora algumas propriedades mecânicas do material, como por exemplos a resistência à miniflexão e o módulo de elasticidade, quando os mesmos forem mantidos em contato com o meio aquoso ou com solução de etanol.

5 REFERÊNCIAS

- 1 MOSZNER, N; SALZ, U. Recent developments of new components for dental adhesives and composites. **Macromol Mater Eng**, v., n., p.245-271, 2007.
- 2 ZANCHI, Cesar Henrique; MUNCHOW, Eliseu Aldrighi; OGLIARI, Fabrício Aulo; de CARVALHO, Rodrigo Varella; CHERSONI, Stefano; PRATI, Carlo; DEMARCO, Flávio Fernando; PIVA, Evandro. A new approach in self-etching adhesive formulations: Replacing HEMA for surfactant dimethacrylate monomers. **J Biomed Mater Res B: Appl Biomater**, 2011, *in press*.
- 3 PASHLEY, Edna L; ZHANG, Yi; LOCKWOOD, Petra E; RUEGGEBERG, Frederick A; PASHLEY, David H. Effects of HEMA on water evaporation from water-HEMA mixtures. **Dent Mater**, n.14, p.6-10, 1998.
- 4 ANFE, Taciana Emília de Almeida; CANEPPELE, Taciana Marco Ferraz; AGRA, Carlos Martins; VIEIRA, Glauco Fioranelli. Microhardness assessment of different commercial brands of resin composites with different degrees of translucence. **Braz Oral Res**, v.22, n.4, p.358-363, 2008.
- 5 FERRACANE, Jack Liborio. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. **Dent Mater**, v.22, n.3, p.211-222, 2006.