

RESISTÊNCIA À MINI-FLEXÃO E MÓDULO DE ELASTICIDADE DE ADESIVOS ODONTOLÓGICOS EXPERIMENTAIS CONTENDO DIFERENTES SISTEMAS ORGÂNICOS E INORGÂNICOS

**MACEDO, Carmen Lúcia Rodrigues¹; MÜNCHOW, Eliseu Aldrighi¹; OGLIARI,
Fabrício Aulo²; PIVA, Evandro³**

¹ Pós-Graduando do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal de Pelotas –
carmenlucia@bol.com.br / eliseumunchow@gmail.com

² Professor Adjunto da Faculdade de Engenharia de Materiais da Universidade Federal de Pelotas –
ogliari@gmail.com

³ Professor Adjunto da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Pelotas – evpiva@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Os sistemas adesivos são materiais utilizados para se promover a união de um material restaurador com a estrutura dentária. Para tanto, eles são caracterizados pela aplicação de uma substância ácida, seguida de um primer e por fim de um adesivo, possibilitando assim a hibridização do adesivo com os substratos dentinários (NAKABAYASHI et al., 1982). Dependendo da hidrofiliabilidade e hidrofobicidade do adesivo utilizado, ele poderá apresentar maior ou menor resistência aos fenômenos de degradação hidrolítica, o que por sua vez, pode aumentar ou diminuir o desempenho mecânico do adesivo quando em função no meio bucal (FERRACANE, 2006).

O metacrilato de 2-hidroxietila (HEMA) é um dos monômeros mais utilizados na formulação de sistemas adesivos (CARVALHO et al., 1996). Apesar de sua importância para o processo de hibridização, ele é um monômero bastante hidrófilo, e, portanto, é geralmente associado com a degradação mais acelerada do material (YIU et al., 2004). Dessa maneira, a substituição do HEMA por outros sistemas orgânicos menos hidrófilos torna-se uma alternativa necessária para a formulação de adesivos mais resistentes à hidrólise.

Outro aspecto relacionado aos adesivos odontológicos é que eles geralmente não apresentam partículas inorgânicas na sua formulação, diferentemente das resinas compostas. A presença de partículas, dentre várias funções, é responsável por aumentar as propriedades físico-mecânicas dos materiais, e, com isso, melhorar o desempenho dos adesivos (CONDE et al., 2009). Existem no mercado alguns sistemas adesivos que incorporaram partículas de sílica, porém existem outros tipos que também poderiam ser avaliados, compostos de partículas de trifluoreto de itérbio, capazes também de liberarem flúor e com isso prevenirem o surgimento de lesões de cárie próximas à restauração (MÄDLER et al., 2006).

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi o de avaliar a influência de diferentes sistemas orgânicos e inorgânicos nas propriedades de resistência à mini-flexão e módulo de elasticidade de adesivos odontológicos experimentais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Diferentes resinas adesivas foram formuladas para este estudo, segundo a Tabela 1, sendo três resinas contendo HEMA e diferentes sistemas inorgânicos e outras três resinas contendo o monômero polietilenoglicol 400 estendido de

uretano dimetacrilato (UDMA PEG 400) e diferentes sistemas inorgânicos. Adicionou-se 0,4% de canforoquinona (CQ) e 0,8% de amina terciária (EDAB) em todas as formulações, como substâncias foto-iniciadora e co-iniciadora da reação de polimerização dos materiais, respectivamente. Os sistemas inorgânicos utilizados foram os seguintes: sílica, trifluoreto de itérbio e nenhuma partícula, como grupo controle.

Tabela 1. Composição em peso (%) dos adesivos experimentais deste estudo.

Grupos	Sistema orgânico			Sistema inorgânico
	Bis-GMA	TEGDMA	HEMA	
H _{sem}	50%	25%	25%	-
H _{sílica}	50%	25%	25%	Sílica (10%)
H _{itérbio}	50%	25%	25%	Trifluoreto de itérbio (10%)
Grupos	Bis-GMA	TEGDMA	UDMA PEG 400	Sistema inorgânico
U _{sem}	50%	25%	25%	-
U _{sílica}	50%	25%	25%	Sílica (10%)
U _{itérbio}	50%	25%	25%	Trifluoreto de itérbio (10%)

Bis-GMA: metacrilato de bisfenol A glicidil; TEGDMA: dimetacrilato de trietilenoglicol; HEMA: metacrilato de 2-hidroxieta; UDMA PEG 400: polietilenoglicol 400 extendido de uretano dimetacrilato. Em todos os adesivos adicionou-se 0,4% de CQ e 0,8% de EDAB.

Após a formulação dos adesivos, confeccionou-se 10 espécimes em forma de barra (10 mm de comprimento x 2 mm de espessura e largura) para cada material, e após armazenagem por 24h em água destilada a 37°C, os mesmos foram submetidos ao teste de resistência à mini-flexão em máquina de ensaios universal (EMIC DL-500). Os dados de módulo de elasticidade foram obtidos a partir dos resultados de resistência à mini-flexão. Após isso, os dados foram submetidos à análise estatística ANOVA (2-fatores – tipo de sistema orgânico e presença ou não de sistema inorgânico) e teste complementar de Tukey ($p < 0,05$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos no teste de resistência à mini-flexão e módulo de elasticidade estão demonstrados na Tabela 2.

Tabela 2. Médias e desvio-padrão da resistência à mini-flexão e módulo de elasticidade dos adesivos experimentais.

Sistema inorgânico	Resistência à mini-flexão (MPa)		Módulo de elasticidade (GPa)	
	HEMA	UDMA PEG 400	HEMA	UDMA PEG 400
Sem	164,1 (35,4) ^{A a}	89,2 (9,3) ^{A b}	2,7 (0,5) ^{A a}	0,9 (0,07) ^{A b}
Sílica	88,4 (24,5) ^{B a}	90,4 (20,7) ^{A a}	1,1 (0,1) ^{B a}	1,1 (0,2) ^{A a}
Itérbio	82,8 (18,1) ^{B a}	76,0 (8,3) ^{A a}	1,1 (0,1) ^{B a}	0,9 (0,1) ^{A a}

Letras maiúsculas diferentes em uma mesma coluna representam diferenças estatisticamente significantes entre grupos contendo diferentes sistemas inorgânicos ($p < 0,001$); letras minúsculas diferentes em uma mesma linha indicam diferenças estatisticamente significantes entre grupos contendo diferentes sistemas orgânicos ($p < 0,001$).

A propriedade de resistência à mini-flexão está relacionada com a capacidade de um material em resistir a forças deflexivas. Em decorrência de o adesivo servir como uma camada intermediária, já que ele estará interposto entre

o substrato dentinário e o material restaurador, ele necessita apresentar características aceitáveis de resistência. Para isso, alguns fabricantes têm incorporado partículas inorgânicas nos sistemas adesivos. Contudo, os dados obtidos no presente estudo indicam que a adição de partículas influencia a resistência à mini-flexão dependendo do sistema orgânico pelo qual o material é constituído, visto que os adesivos contendo HEMA apresentaram menor resistência conforme se adicionou as partículas, enquanto que os adesivos contendo UDMA PEG 400 não apresentaram diferença significativa quanto à presença ou não das partículas. Dessa maneira, a adição de sílica ou trifluoreto de itérbio não causou prejuízo ao material contendo o monômero alternativo ao HEMA.

O tipo de sistema orgânico utilizado influenciou a resistência à mini-flexão nos adesivos sem partículas inorgânicas, sendo que o grupo contendo HEMA apresentou uma maior resistência quando comparado ao grupo contendo o monômero alternativo. Isto pode ser explicado porque o HEMA é um monômero monometacrilato, diferentemente do UDMA PEG 400, que é um dimetacrilato. Um sistema orgânico constituído apenas por dimetacrilatos tem possibilidade de formar um polímero mais reticulado, o que por sua vez, pode reduzir a flexibilidade do polímero final. Mesmo assim, a resistência obtida pelo adesivo contendo UDMA PEG 400 pode ser considerada satisfatória. Além disso, a adição de partículas inorgânicas repercutiu num comportamento semelhante dos adesivos quanto a essa propriedade, pois os adesivos contendo HEMA ou UDMA PEG 400 não diferiram entre si, demonstrando que a presença de partículas em um sistema mais reticulado não reduz as propriedades do material.

Quanto ao módulo de elasticidade, o comportamento dos adesivos foi semelhante ao apresentado pelos dados de resistência à mini-flexão. Quanto maior o módulo de elasticidade de um material, maior será a sua rigidez. Assim, o adesivo contendo HEMA apresentou o maior módulo, e, por assim dizer, a maior rigidez. A camada do adesivo deve, dentre outras funções, servir como uma camada mais resiliente e passível de absorver as forças transmitidas pelo material restaurador, ao passo que uma camada muito rígida pode ser prejudicial para o sucesso da restauração. Sendo assim, o adesivo experimental contendo UDMA PEG 400 demonstrou um módulo de elasticidade menor que o adesivo contendo HEMA, sendo esta uma característica interessante deste estudo. Adicionalmente, a incorporação de partículas geralmente repercute em aumento do módulo de elasticidade de um material, como acontece com as resinas compostas. No entanto, a adição de sílica ou trifluoreto de itérbio reduziu o módulo dos adesivos experimentais, sendo que os adesivos contendo diferentes sistemas orgânicos e inorgânicos não diferiram entre si. Um motivo para este resultado é que diferentemente das resinas compostas, adicionou-se apenas 10% em peso de partículas nos adesivos, isto é, uma quantidade bem inferior à das resinas compostas, que variam de 40 a 75% em peso.

A adição de partículas em um adesivo experimental demonstrou bons resultados de resistência à mini-flexão e de módulo de elasticidade. Porém, mais estudos avaliando outras propriedades físico-mecânicas são importantes para que haja um maior esclarecimento do efeito da incorporação destas partículas no comportamento dos adesivos odontológicos.

4. CONCLUSÕES

O presente estudo demonstrou que a incorporação de sílica ou trifluoreto de itérbio manteve satisfatória a resistência à mini-flexão e o módulo de elasticidade de adesivos odontológicos experimentais quando apenas monômeros dimetacrilatos constituíram o sistema orgânico do material. Além disso, em formulações contendo HEMA, a adição de partículas reduziu significativamente as propriedades avaliadas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

NAKABAYASHI, N; KOJIMA, K; MASUHARA, E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. **Journal of Biomedical Materials Research**, v.16, n.3, p. 265-273, 1982.

FERRACANE, JL. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. **Dental Materials**, v.22, n.3, p. 221-222, 2006. Review.

CARVALHO, RM; YOSHIYAMA, M; PASHLEY, EL; PASHLEY, DH. In vitro study on the dimensional changes of human dentine after demineralization. **Archives of Oral Biology**, v.41, n.4, p. 369-377, 1996.

YIU, CK; TAY, FR; KING, NM; PASHLEY, DH; CARVALHO, RM; CARRILHO, MR. Interaction of resin-modified glass-ionomer cements with moist dentine. **Journal of Dentistry**, v.32, n.7, p. 521-530, 2004.

CONDE, MC; ZANCHI, CH; RODRIGUES JR, AS; CARREÑO, NL; OGLIARI, FA; PIVA, E. Nanofiller loading level: Influence on selected properties os na adhesive resin. **Journal of Dentistry**, v.37, n.5, p. 331-335, 2009.

MÄDLER, L; KRUMEICH, F; BURTSCHER, P; MOSZNER, N. Visibly transparent and radiopaque inorganic organic composites from flame-made mixed-oxide fillers. **Journal of Nanoparticle Research**, v.8, n.3-4, p. 323-333, 2006.