EFEITO DA ADIÇÃO DE COBRE NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE UM SISTEMA ADESIVO UNIVERSAL

Alice Izabel Santi (PROVIC), Taíse Alessandra Hanzen, Thalita de Paris Matos, Alessandro Dourado Loguercio (Orientador), e-mail: aloguercio@hotmail.com

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Odontologia.

Ciências da Saúde, Odontologia, Materiais Odontológicos.

Palavras-chave: Adesivos dentinários, resistência à tração.

Resumo

Apesar dos comprovados benefícios anticariogênicos, antibacterianos (Thneibat *et al.* 2008) e do alto potencial inibitório de MMPs (Guo *et al.* 2005), pouco se sabe sobre a adição do cobre nas propriedades mecânicas de um sistema adesivo universal. Assim, o presente estudo teve como objetivo analisar as propriedades mecânicas do adesivo universal Ambar (FGM, Joinville, SC, Brasil) com nano partículas de cobre versus sua formulação original sem cobre, em um estudo *in vitro*. Para isso, foram realizados os seguintes testes: resistência máxima à tração (RMT) e sorção cumulativa de água (SO) e solubilidade (SB). Os dados foram submetidos a análise estatística. A inclusão de nanopartículas de cobre a 0,1% no sistema adesivo universal não apresentou diferenças estatísticas para RT, SO e SB.

Introdução

Durante a última década, medidas para melhorar a durabilidade da adesão dentinária tornaram-se os principais tópicos de pesquisa na odontologia (Frassetto *et al.* 2016). Sabendo que os procedimentos adesivos não conseguem prevenir o desenvolvimento de lesões de cárie adjacentes à restauração e são igualmente incapazes de eliminar o biofilme por completo (Spencer *et al.* 2010), um recurso seria o desenvolvimento de materiais dentários com propriedades antimicrobianas, no intuito de reduzir o acúmulo de biofilme na interface da restauração, sem prejudicar as propriedades mecânicas do material, tornando a interface menos vulnerável à degradação (Chen *et al.* 2012).

Em comparação com a prata, o cobre além da fácil disponibilidade e do baixo custo (Usman *et al.* 2013), promove maior efeito antibacteriano contra *Escherichia coli, Bacillus subtilis e Staphylococcus aureus* (Foley e Blackwell 2003). Considerado um potencial agente antimicrobiano, capaz de reduzir o número de bactérias nas superfícies dos dentes, o cobre parece contribuir para o menor acúmulo de placa (Davey e Embery 1992).

Assim, adicionar nanopartículas de cobre aos sistemas adesivos e testá-los mecanicamente poderia ser uma alternativa para garantir o sucesso das propriedades mecânicas nas restaurações adesivas, melhorando sua resistência e diminuindo a degradação. Neste contexto, o presente estudo consiste em avaliar o desempenho de um sistema adesivo universal contendo 0.1% de cobre na formulação quanto à resistência máxima a tração e sorção de água e solubilidades *in vitro*.

Material e Métodos

Foram formulados adesivos experimentais utilizando o sistema adesivo

universal Ambar Universal (FGM), com a adição de nanopartículas de cobre (99,9% puro, Skyspring nanomateriais, Inc., Houston, TX, EUA) (% em peso): 0% (controle, material comercial) e 0,1%.

RMT: Foram confeccionados 5 corpos-de-prova para cada grupo experimental com auxílio de uma matriz metálica (10mm X 2mm X 1 mm). Os adesivos foram dispensados na matriz metálica lubrificada até o completo preenchimento e após jato de ar por 20s, e sobreposta uma tira de poliéster, serão fotoativados por 40 s 1200 mW/cm^2 (Radii-cal, SDI Limited, Bayswater, Australia). Após removidos da matriz, metade dos corpos-de-prova (CP) foram testados imediatamente (24h) e a outra metade (n = 5) armazenados em água durante 28 dias a 37 ºC e testados após esse período. Ambos foram submetidos à tração (0,5mm/min) em uma máquina de ensaios universais (Model 5565, Instron, Canton, OH, EUA) até o rompimento da interface.

SO e SL: Os sistemas adesivos de cada grupo experimental foram dispensados em uma matriz cilíndrica (5,8 mm de diâmetro X 0,8 mm de espessura), até o completo preenchimento de cada orifício. Após jato de ar durante 20s para evaporação do solvente, foi sobreposta uma tira de poliéster, seguida de fotoativação por 40 s. Os CP foram removidos e armazenados em dissecador (37ºC) durante 5 dias, ou até que suas massas fossem mensuradas com um balança digital em intervalos de 24 h e obtido um valor de massa constante. Depois de equilibradas as massas, os CP foram individualmente armazenados em recipiente contendo 10 mL de água destilada (37ºC) e nos intervalos de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8h e 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 14 e 28 dias de armazenamento foram mensuradas as massas. Após isso, os CP foram novamente dissecados em sílica gel (5 dias) e mensurados até a estabilização das massas. Valores iniciais e finais foram aplicados em uma fórmula específica OS = (m2 –m3) / V e SL = (m1 – m3) / V, relacionando as mudanças na massa com o tempo de armazenamento, resultando na cinética de SO durante todo o período de armazenamento em água.

Análise estatística dos dados: os dados foram individualmente analisados por ANOVA de um fator e teste de Tukey para cada uma das propriedades avaliadas (α=0,05).

Resultados e Discussão

Resistência máxima à tração e Sorção cumulativa de água e Solubilidade

Os resultados de RT, SO e SB testados após 24 h e 28 dias estão apresentados na Tabela 1. Não foram registradas diferenças estatísticas. A adição de cobre não alterou estatisticamente os valores de SO e SB, comparado ao grupo controle, nem tampouco influenciou a RT ($p > 0,05$).

ISSN 1676-0093

Tabela 1: Médias e desvios padrão dos tamanhos de halo de inibição (mm), resistência à tração (MPa), sorção de água (µg / mm3 * 10-6) e solubilidade em água (µg / mm3 * 10-6) obtidos em cada condição experimental (*).

	RT (MPa)		**SO (*µg/mm³ *10⁻⁶*)**	**SB (*µg/mm³ *10⁻⁶*)**
Concentração (%)	**24h**	**28 dias**	**56 dias**	
0 (controle)	19.8 ± 2.3 a	20.5 ± 2.2 a	163.4 ± 35.1 A	119.7 ± 19.7 a
0.1	19.3 ± 2.2 a	20.7 ± 1.5 a	156.7 ± 28.1 A	124.3 ± 39.3 a

(*) As comparações são válidas apenas dentro do mesmo teste. Médias identificadas com letras diferentes são estatisticamente diferentes (teste de Tukey, p≥0,05).

Ambos os adesivos absorveram quantidades significativas de água, principalmente nas primeiras 24 h de armazenamento, corroborando resultados de estudos anteriores (Reis *et al.* 2007; Gutiérrez *et al.* 2017). A afinidade dos monômeros hidrofílicos contidos na formulação dos adesivos universais resultaria em polímeros mais propensos a sorção quando comparados aos polímeros de natureza hidrofóbica (Wagner *et al.* 2014).

Conclusão

De acordo com a metodologia proposta, considerando as condições deste estudo in vitro, pode-se afirmar que a adição de cobre no sistema adesivo Ambar universal não alterou significativamente a resistência máxima à tração (RT) e sorção cumulativa de água (SO) e solubilidade (SB) do sistema adesivo. Diante dos resultados obtidos, a incorporação do cobre no sistema adesivo universal pode ser uma alternativa visando melhorar suas propriedades físicas, mecânicas e biológicas. Contudo, estudos de longa duração necessitam ser realizados para comprovar o quanto a presença do cobre poderá diminuir a degradação. Além disso, há de se considerar sobre os estudos in vitro e sua relação com resultados clínicos, tomando as avaliações de resultados imediatos apenas como uma base, objetivando mensurar resultados à longo prazo para então, poder prever a eficácia clínica destes adesivos (Van Meerbeek *et al.* 2010).

Agradecimentos

Agradeço à UEPG e às instituições de fomento (CNPq e Fundação Araucária), que são fundamentais para que a realização de trabalhos como esse sejam possíveis.

Referências

CHEN, L.; SHEN, H.; SUH, B. I. Antibacterial dental restorative materials: a state-of-the-art review. **Am J Dent,** v. 25, n. 6, p. 337-346, 2012.

DAVEY, H.; EMBERY, G. Metal ions in oral hygiene products. **Clinical and Biological Aspects of Dentifrices. pp165-172. New York: Oxford Medical Publications**, 1992.

FOLEY, J.; BLACKWELL, A. Ion release from copper phosphate cement and influence on Streptococcus mutans growth in vitro: A comparative study. **Caries research,** v. 37, n. 6, p. 416-424, 2003.

FRASSETTO, A. et al. Mechanisms of degradation of the hybrid layer in adhesive dentistry and therapeutic agents to improve bond durability--A literature review. **Dent Mater,** v. 32, n. 2, p. e41-53, Feb 2016.

GUO, H. et al. Effects of copper and zinc on the production of homocysteine-induced extracellular matrix metalloproteinase-2 in cultured rat vascular smooth muscle cells. **Acta Cardiol**, v. 60, n. 4, p. 353-9, Aug 2005.

GUTIÉRREZ, M. F. et al. The role of copper nanoparticles in an etch-and-rinse adhesive on antimicrobial activity, mechanical properties and the durability of resin-dentine interfaces. **Journal of Dentistry,** v. 61, p. 12-20, 2017.

REIS, A. et al. A 2-year evaluation of moisture on microtensile bond strength and nanoleakage. **Dent Mater,** v. 23, n. 7, p. 862-70, Jul 2007.

SPENCER, P. et al. Adhesive/Dentin interface: the weak link in the composite restoration. **Ann Biomed Eng,** v. 38, n. 6, p. 1989-2003, Jun 2010.

THNEIBAT, A. et al. Anticariogenic and antibacterial properties of a copper varnish using an in vitro microbial caries model. **Oper Dent**, v. 33, n. 2, p. 142-8, Mar-Apr 2008.

USMAN, M. S. et al. Synthesis, characterization, and antimicrobial properties of copper nanoparticles. **International journal of nanomedicine,** v. 8, p. 4467, 2013.

VAN MEERBEEK, B. et al. Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes. **Dental Materials,** v. 26, n. 2, p. e100-e121, 2010.

WAGNER, A. et al. Bonding performance of universal adhesives in different etching modes. **Journal of Dentistry,** v. 42, n. 7, p. 800-807, 2014.

WANG, Y.; SPENCER, P. Hybridization efficiency of the adhesive/dentin interface with wet bonding. **Journal of dental research,** v. 82, n. 2, p. 141-145, 2003.

WANG, Y.; SPENCER, P.; WALKER, M. P. Chemical profile of adhesive/caries-affected dentin interfaces using Raman microspectroscopy. **Journal of Biomedical Materials Research Part A,** v. 81, n.2, p. 279-286, 2007.

YOSHIYAMA, M. et al. Bonding of self-etch and total-etch adhesives to carious dentin. **Journal of dental research,** v. 81, n. 8, p. 556-560, 2002.

ISSN 1676-0093