

Resistência Adesiva do Cimento de Ionômero de Vidro a Restaurações em Resina Composta – Revisão da Literatura

Bond Strength of glass Ionomer Cement to Composite Resin Restorations - a Literature Review

SEBASTIÃO BATISTA COSTA¹
RODRIGO BORGES FONSECA²
FABÍOLA GALBIATTI CARVALHO³
ANDRÉ ULISSES DANTAS BATISTA⁴
ROBINSOM VIEGAS MONTENEGRO⁵
HUGO LEMES CARLO⁶

RESUMO

Os cimentos de ionômero de vidro são usados normalmente como protetores do complexo dentino-pulpar. O presente estudo objetivou analisar, através de revisão da literatura, como ocorre a união adesiva destes cimentos a restaurações de resina composta. O levantamento bibliográfico foi realizado nas bases de dados: PUBMED, Portal de Periódicos CAPES, SCIELO, BBO, BIREME e LILACS. A seleção das publicações foi realizada utilizando-se os descritores (português/inglês): cimentos de ionômeros de vidro/glass ionomer cements, resinas compostas/composite resins, resistência de união/bond strength e propriedades mecânicas/mechanical properties. O período determinado para seleção dos artigos foi fixado entre os anos 1995 e 2010 e, após filtragem, 23 artigos foram selecionados. Diferentes variáveis estão envolvidas no processo de união entre o cimento e a resina composta. A composição, o tempo decorrido entre a inserção do cimento e a realização da restauração, bem como a técnica utilizada é importantes fatores. Os cimentos modificados por resina apresentaram resultados de comportamento clínico superiores aos convencionais. A união entre cimento e resina composta deve ser realizada imediatamente após a inserção do primeiro na cavidade. O sistema adesivo auto-condicionante aumentou a resistência adesiva entre os materiais quando aplicado sobre o cimento antes de sua presa inicial. Adesivos com composição semelhante à de um ionômero resinoso aumentaram a resistência de união após a presa do cimento.

DESCRITORES

Cimentos de Ionômeros de Vidro. Resinas Compostas. Resistência de Materiais.

SUMMARY

Glass ionomer cements are widely used as protectors of the pulp-dentin complex. This study aimed to examine, through a literature review, how adhesive bonding is established between those cements and composite resin restorations. A bibliographic research was conducted in the databases: PubMed, CAPES, SCIELO, BBO, LILACS and BIREME. Papers were selected using the descriptors (Portuguese / English): cimentos de ionômeros de vidro/glass ionomer cements, resinas compostas/composite resins. The period determined for their selection was set between 1995 and 2010, and after filtration, 23 articles were selected. It was observed that different variables are involved in the process of bond strength between glass ionomer and composite resin. The composition, the elapsed time between the insertion of the cement and execution of the restoration, as well as the restorative technique are important factors. The resin-modified cements presented results clinically superior to those found for conventional cements. Bonding between cement and composite resin should be performed immediately after insertion of the cement in the prepared cavity. The self-etching adhesive system increased bond strength values when applied over glass ionomer before initial setting. Adhesives with a composition similar to that of resin modified ionomer increased bond strength after cement's setting.

DESCRIPTORS

Glass Ionomer Cements. Composite Resins. Material Resistance.

1 Aluno do curso de graduação em Odontologia. Universidade Federal da Paraíba.

2 Prof. Adjunto. Faculdade de Odontologia. Universidade Federal de Goiás

3 Prof. Adjunto. Unidade Acadêmica de Ciências Biológicas. Universidade Federal de Campina Grande

4 Prof. Adjunto. Departamento de Odontologia Restauradora. Universidade Federal da Paraíba.

5 Professor Adjunto. Departamento de Odontologia Restauradora. Universidade Federal da Paraíba.

6 Prof. Adjunto. Departamento de Odontologia Restauradora. Universidade Federal da Paraíba.

Os cimentos de ionômero de vidro foram inicialmente divulgados em 1971 e apresentaram-se comercialmente na forma de dois frascos, onde um contém um pó e o outro um líquido (BONIFACIO, *et al.*, 2009; WANG, DARVELL, 2008). São também conhecidos como cimentos de poliacenoato de vidro, pois o líquido é uma solução aquosa de ácido poli-alcenóico. O pó é composto de vidro de cálcio-alumínio-flúor silicato. O material, após a presa, apresenta-se na forma de uma matriz gel resultante da reação entre o ácido aquoso e o pó de vidro de íons lixiviáveis (ALGERA, *et al.*, 2006; BONIFACIO, *et al.*, 2009; BRESCIANI, *et al.*, 2004; CATTANI-LORENTE, *et al.*, 1999; KLEVERLAAN, DUINEN, FEILZER, 2004; MANEENUT, *et al.*, 2010; WANG, DARVELL, 2008; XIE, *et al.*, 2000; ZANATA, *et al.*, 1997).

A reação de presa dos materiais ocorre através de uma reação ácido-base entre partículas do vidro degradável e o ácido poli-alcenóico. O ácido ataca e degrada a superfície da partícula, liberando cátions de cálcio e alumínio. Esses cátions são quelados pelos grupos carboxila e se ligam com as cadeias do ácido, formando uma rede de gel sólida ao redor das partículas de vidro. Essa reação de ligação cruzada é um processo contínuo, evidenciado pelo aumento das propriedades mecânicas do cimento ao longo do tempo (ALGERA, *et al.*, 2006; CATTANI-LORENTE, *et al.*, 1999; KLEVERLAAN, DUINEN, FEILZER, 2004). As reações cruzadas de ligação são um processo lento e se faz necessário um período longo de tempo até que o cimento esteja completamente pronto. Durante este período o material apresenta-se vulnerável ao ataque externo de saliva e água, as quais podem dissolver sua superfície externa (KLEVERLAAN, DUINEN, FEILZER, 2004).

Cimentos de ionômero de vidro (CIVs) são amplamente usados em odontologia. O material encontrou um nicho útil para inserção na odontologia, sendo usado como material restaurador definitivo ou temporário, proteção do complexo dentino-pulpar, cimentação e selante de fósulas e fissuras, bem como para reconstruções com finalidade protética (ALGERA, *et al.*, 2006; WANG, DARVELL, 2008; YLI-URPO, *et al.*, 2005). Este amplo uso se deve às suas propriedades únicas de adesão à estrutura dental, anti-cariogênicas (devido à liberação de flúor), compatibilidade à estrutura dental (baixo coeficiente de expansão térmica, biocompatibilidade e baixa toxicidade ao tecido pulpar) (ALGERA, *et al.*, 2006; BONIFACIO, *et al.*, 2009; BRESCIANI, *et al.*, 2004; GOPIKRISHNA, *et al.*, 2009; IRIE, *et al.*, 2008; KNOBLOCH, *et al.*, 2000; PEEZ, FRANK, 2006; PEREIRA, *et al.*, 2002; WANG, DARVELL,

2008; XIE, *et al.*, 2000; YLI-URPO, *et al.*, 2005; ZANATA, *et al.*, 1997). Contudo, apresentam algumas desvantagens como lenta reação de presa, alta friabilidade, sensibilidade à água nos momentos iniciais de presa, baixa resistência ao desgaste e à fratura e susceptibilidade à degradação em ambiente ácido (BONIFACIO, *et al.*, 2009; BRESCIANI, *et al.*, 2004; DAVIDSON, 2006; IRIE, *et al.*, 2008; KIM, *et al.*, 1998; KLEVERLAAN, DUINEN, FEILZER, 2004; KNOBLOCH, *et al.*, 2000; MANEENUT, *et al.*, 2010; NICHOLSON, WILSON, 2000; WANG, DARVELL, 2008; YLI-URPO, *et al.*, 2005).

Devido a estas desvantagens, esforços foram feitos na tentativa de melhorar as características dos cimentos de presa convencional, como a inclusão de outros poliácidos mais reativos no líquido (copolímeros do ácido acrílico e do ácido maleico), pelo pré-tratamento das superfícies das partículas de vidro, mudanças na composição dessas partículas e adição de partículas metálicas ao pó (BRESCIANI, *et al.*, 2004; WANG, DARVELL, 2008; XIE, *et al.*, 2000). Além do que já foi citado, houve um potencial de desenvolvimento no domínio dos sistemas convencionais com a criação de materiais de alta viscosidade. Essa forma particular de melhorar os cimentos constituiu-se principalmente em otimizar a concentração e o peso molecular do poliácido, bem como a distribuição de tamanho das partículas do vidro (BRESCIANI, *et al.*, 2004). Outra forma de se melhorar as propriedades dos cimentos de ionômero de vidro foi à incorporação de monômeros resinosos (hidroxietilmetacrilato – HEMA). A resina hidrófila (HEMA) é adicionada como um co-solvente. Também polimeriza ou co-polimeriza com o poliácido. Os cimentos modificados por resina apresentam algumas vantagens sobre os cimentos convencionais. Eles permitem um maior tempo de trabalho, controle do processo fotoquímico de presa pelo profissional, rápido endurecimento da superfície do cimento e aumento nos valores das propriedades mecânicas. A reação fotoquímica reduz a sensibilidade precoce à umidade e à desidratação associadas à lenta reação de presa dos outros materiais (ALGERA, *et al.*, 2006; BRESCIANI, *et al.*, 2004; CATTANI-LORENTE, *et al.*, 1999; DAVIDSON, 2006; GUGGENBERGER, MAY, STEFAN, 1998; KIM, *et al.*, 1998; KNOBLOCH, *et al.*, 2000; MANEENUT, *et al.*, 2010; WANG, DARVELL, 2008; XIE, *et al.*, 2000).

Restaurações em resina composta são hoje uma realidade no meio odontológico, devido à solicitação cada vez maior dos pacientes por uma restauração agradável do ponto de vista estético, à constante busca por procedimentos restauradores menos invasivos e à controvérsia relacionada ao mercúrio presente na

composição do amálgama (GOPIKRISHNA, *et al.*, 2009; GUGGENBERGER, MAY, STEFAN, 1998). A restauração de resina deve ser executada utilizando-se sistemas adesivos para garantir a união mecânica do material à estrutura dental. Um fator importante a ser considerado diz respeito ao uso de sistemas adesivos resinosos em dentina profunda, pois os componentes do adesivo são uma importante causa de irritação pulpar devido aos seus efeitos citotóxicos (PELIZ, *et al.*, 2005). Para solucionar este problema o cimento de ionômero de vidro tem sido utilizado rotineiramente como base e/ou forramento de cavidades nos procedimentos odontológicos (PELIZ, *et al.*, 2005). A técnica para promover união entre a resina e o ionômero foi primeiramente indicada realizando-se condicionamento com ácido fosfórico do cimento, aplicação de sistema adesivo e posterior construção da restauração (KNIGHT, *et al.*, 2006). No entanto, a ligação entre o CIV convencional e resina composta é limitada devido à falta de ligação química entre os dois materiais e também à baixa resistência coesiva dos ionômeros (GOPIKRISHNA, *et al.*, 2009). Outras técnicas foram propostas visando melhorar a união entre a resina e o cimento, como o uso de cimentos modificados por resina e a realização de fotopolimerização conjunta entre todos os materiais utilizados na restauração (FARAH, *et al.*, 1998; GOPIKRISHNA, *et al.*, 2009; KNIGHT, *et al.*, 2006).

A forma de tratamento, os melhores materiais a serem utilizados, bem como a forma de realização da técnica foram objeto de análise. O presente estudo tem o objetivo de, através de uma revisão da literatura, observar as estratégias de união entre o cimento de ionômero de vidro e a resina composta descritas, identificando o uso dos diferentes cimentos, os diferentes tratamentos realizados na superfície dos cimentos e as diferentes estratégias de união. Ao final, espera-se determinar qual(ais) tratamento(s) obtiveram os maiores valores de resistência adesiva, sendo, portanto, os mais indicados para realização pelos clínicos em seus locais de trabalho.

MÉTODO

O presente estudo trata-se de uma pesquisa explicativa e, quanto ao delineamento, como pesquisa bibliográfica. Desta forma, foi desenvolvido através de um levantamento bibliográfico nas bases de dados: PUBMED, Portal de Periódicos CAPES, SCIELO, BBO, BIREME e LILACS. A seleção do conteúdo foi determinada através de limites impostos e relacionados

ao objetivo proposto – como obter, de modo efetivo, adequada resistência de união entre cimentos de ionômero de vidro e resina composta. Para filtragem das publicações foram utilizados os seguintes descritores em português/inglês: cimento de ionômero de vidro/glass ionomer cement, resina composta/composite resin, resistência de união/bond strength, propriedades mecânicas/mechanical properties. Apenas artigos publicados entre 1995 e 2010 foram selecionados. Inicialmente cento e dez 110 artigos foram selecionados e, após filtragem criteriosa, onde foi observado se os artigos pré-selecionados enquadravam-se no objetivo da revisão, vinte e três foram utilizados.

RESULTADO E DISCUSSÃO

DAVIDSON, (2006) através de revisão da literatura, verificou que a resistência adesiva de cimentos ionoméricos à estrutura dental apresenta-se em cerca de apenas 25% em relação à resina composta, porém confiável e resistente à desintegração, além de não requerer um meio adicional de retenção. O autor também verificou que o ionômero não mimetiza muito bem a estrutura dental, tem propriedades mecânicas inferiores e uma maior erosão ácida comparado com a resina composta. Ainda sobre propriedades dos ionômeros, GUGGENBERGER, MAY, STEFAN, (1998) destacaram que, aumentando-se a relação pó/líquido, mudando-se a concentração ou peso molecular do poliácido, adicionando-se o poliácido liofilizado ao pó dos produtos e/ou aumentando-se as ligações cruzadas dentro da matriz gel pode-se obter propriedades físicas superiores.

Estudando as propriedades dos ionômeros, XIE *et al.*, (2000) verificaram que os cimentos de ionômero de vidro modificados por resina (CIVMR) apresentaram resistência à flexão 200% maior e resistência à tração diametral 60% maior que os CIVs convencionais devido à deformação plástica, adicionada da ocorrência de duplas ligações cruzadas. As diferentes variações nas resistências dos CIVs testados podem ser explicadas pelas diferentes cadeias poliméricas, ou da interação destas com as partículas do pó. Os autores verificaram que texturas superficiais mais densas, poucas e menores porosidades e menores partículas de pó resultam em resistência à compressão, dureza Knoop e resistência a tração diametral maiores.

Na busca por ionômeros com melhores propriedades para uso em tratamento restaurador atraumático, BONIFÁCIO *et al.*, (2009) estudaram algumas

propriedades desses materiais, e verificaram que a taxa de desgaste diminuiu no período de 1 a 4 dias nos materiais estudados, à exceção de um ionômero reforçado com prata devido à falta de coesão da mistura final. Avaliando a resistência à compressão do Ketac Molar Easymix e Fuji IX, encontraram valores menores que os obtidos por PEEZ, FRANK, (2006). Avaliando a microdureza e a resistência à flexão, observaram que há diferença entre os materiais de acordo com a composição de cada um

PEREIRA *et al.*, (2002) observaram que os materiais objeto de seu estudo não apresentaram diferenças nas resistências compressivas (CIV e CIVMR), o que também foi obtido por XIE *et al.* (2000). Já para a resistência à tração diametral, esta foi maior para os CIVMRs. Houve um aumento nos valores das propriedades estudadas no decorrer do tempo de presa, sendo estes últimos resultados observados também no estudo de BRESCIANI *et al.* (2004) com uma metodologia similar, porém com cimentos diferentes. Ainda para a resistência à tração diametral, não houve uma diferença nesta propriedade entre os cimentos de alta viscosidade e o tradicional, em parte pela adição do ácido poliacrílico liofilizado ao pó, corroborando com o que foi advogado por GUGGENBERGER, MAY E STEFAN, (1998).

Vários fatores afetam as propriedades dos cimentos ionoméricos e, entre eles, podemos citar a água, a qual influencia nos resultados dos experimentos. KLEVERLAAN, DUINEN e FEILZER, (2004) analisaram o efeito do armazenamento em água de espécimes de ionômero e observaram uma diminuição em suas propriedades mecânicas ao longo do tempo. Os autores também verificaram que um conjunto de aplicações externas como a excitação ultrassônica e a presa em ambiente aquecido melhoraram as propriedades mecânicas e sugerem que a excitação ultrassônica pode ser utilizada como método para aumentar as propriedades do CIV.

Os CIVMRs absorvem grandes quantidades de água. O coeficiente de difusão mostra que a água é absorvida rapidamente e essa difusão de água na matriz dos mesmos pode causar alterações nas suas propriedades (CATTANI-LORENTE *et al.*, 1999). Os autores verificaram que há diferença nos resultados para amostras armazenadas ao seco, quanto à resistência à flexão e módulo de elasticidade flexural para aquelas mantidas em ambiente úmido. Diferenças nos modos de falha também foram observadas. As amostras armazenadas em água tornaram-se mais plásticas e deformaram-se mais antes da fratura, enquanto os espécimes armazenados em ar ficaram frágeis e falharam com menor deformação. A absorção de água é

certamente facilitada pela composição química dos materiais. Os constituintes básicos dos CIVs, como os ácidos policarboxílicos e os íons lixiviáveis de vidros ligam-se às moléculas de água, o que também é o caso dos produtos salinos derivados da reação ácido-base. Além do mais, as ligações cruzadas da matriz polimérica formadas pela fotopolimerização de monômeros, como o HEMA, contém grupos hidroxilas polares. A presença de um grupo funcional polar em uma cadeia polimérica produz interações eletrostáticas (pontes de hidrogênio) que causam um efeito de reforço ou enrijecimento do sistema polimérico. Isto explica as altas propriedades físicas dos espécimes secos de CIVMR. Contudo, este tipo de polímero é sensível à absorção de água. A água também tem um efeito irreversível de deterioração no CIV, que causa a erosão da superfície do cimento, a hidrólise e dissolução de alguns de seus componentes. Amostras imersas em água e posteriormente secas apresentam uma menor dureza de superfície que as deixadas em ar seco do mesmo produto. Estes achados são mais certamente causados pelo efeito irreversível da água (CATTANI-LORENTE *et al.*, 1999).

O estudo de KIM *et al.*, (1998) observou que o CIVMR absorveu mais água e apresentou maior expansão higroscópica que o CIV convencional. Por este motivo, se considerado a contração de polimerização do HEMA, a expansão higroscópica dos CIVMR (no total) pode ser maior que a do cimento convencional, o que é um importante fator para a boa adaptação marginal alegada. A absorção de água pelos CIVs provavelmente deve-se a fatores como a tendência de hidratação da sílica, difusão de água pelas microfendas e propriedades hidrófilas do HEMA que é incorporado ao CIVMR. Ainda no estudo de KIM *et al.*, (1998) os autores verificaram que a resistência adesiva do ionômero é aumentada pelo acréscimo de HEMA à composição.

Resultados similares do aumento de massa com o armazenamento foi visto por NICHOLSON, WILSON, (2000) em que todas as amostras de cimentos ionoméricos apresentaram um aumento significativo da massa com o armazenamento em diferentes meios aquosos. Na água pura e KNO₃-NaCl saturado esse aumento foi significativo no período entre 24h e 1 semana, na solução salina entre 24h a 1 mês e em saliva artificial entre 1 semana a 1 mês. Esses resultados sugerem a alta afinidade que os ionômeros têm pela água. Apesar disto, a propriedade de resistência à compressão não foi afetada pelos períodos de armazenamento ou composição da solução.

Avaliando a resistência adesiva entre cimentos convencionais e modificados por resina à resina composta, intermediados por um adesivo resinoso,

ZANATA *et al.*, (1997) observaram que maiores valores de resistência ao cisalhamento foram apresentados pelos materiais modificados por resina, provavelmente devido à resistência coesiva superior destes cimentos e devido à adesão química entre o agente adesivo e a fase resinosa não reagida do CIVMR. Além disso, compararam o uso ou não de condicionamento ácido com ácido fosfórico previamente ao uso do adesivo e observaram que não houve diferença no uso ou não do ácido.

A co-polimerização pode ser definida como a fotopolimerização simultânea de dois materiais restauradores fotopolimerizáveis. O procedimento foi inicialmente utilizado para aderir resina composta ao CIVMR e pode ser utilizado para incorporar o CIVMR como um adesivo intermediário entre o CIV convencional e a resina composta. O procedimento preconizado por KNIGHT *et al.*, (2006) consiste em manipular o CIVMR com o dobro da proporção líquido/pó recomendada pelo fabricante, o que cria uma consistência cremosa semelhante de um agente cimentante e em seguida, espalhar com auxílio de um micro-aplicador sobre o CIV, antes ou após a presa. Os autores observaram em seu estudo que a resistência adesiva foi significativamente menor entre as amostras onde o condicionamento ácido e o uso de sistema adesivo foram utilizados quando comparado a outras amostras onde a técnica de co-polimerização foi utilizada. As amostras onde foi usado o condicionamento falharam adesivamente enquanto as da co-polimerização falharam coesivamente.

Ainda sobre o mesmo tema, GOPIKRISHNA *et al.*, (2009) obtiveram valores superiores de resistência ao cisalhamento quando um adesivo à base de ionômero e um adesivo auto-condicionante foram utilizados sobre o CIV após e antes a presa inicial do cimento respectivamente. O desempenho superior de adesivos ionoméricos sobre o CIV após a presa inicial pôde ser atribuído à adesão química entre a resina composta e o adesivo à base de CIVMR, o que pode ser o motivo do grande número de falhas coesivas no grupo. O uso de ‘primers’ auto-condicionantes aplicados antes da presa inicial do CIV apresentaram valores superiores ao uso de ácido e adesivo. Segundo os autores isto foi provavelmente observado porque o ácido carboxílico presente no “primer” possui potencial de união química ao cálcio do ionômero antes de sua presa final, o que pôde ser evidenciado pela presença de falhas coesivas no grupo experimental.

O ionômero de vidro deve ser utilizado, em cavidades médias e profundas, sob restaurações de amálgama e resina como material de proteção pulpar. Entre as várias opções apresentadas pela literatura para promover união entre o cimento de ionômero de vidro e

a resina composta foi possível observar que diferentes variáveis estão envolvidas no processo. A união adesiva entre o cimento convencional e a resina composta apresenta-se menor do que entre o cimento modificado por resina e a própria resina (ZANATA *et al.*, 1997). Observou-se que o armazenamento em água diminuiu a resistência dos materiais modificados por resina ao longo do tempo, embora tenha havido aumento dos valores neste período. Desta forma, é indicado que nestes casos a união seja feita imediatamente. Os cimentos convencionais também são sensíveis ao armazenamento em água ao longo do tempo, embora em menor escala do que os resinosos o que também leva à indicação de que a união seja realizada imediatamente. Além disso, estes protocolos apresentam-se clinicamente impraticáveis devido à necessidade de uma nova sessão (KNIGHT *et al.*, 2006). Com base nos resultados de diferentes autores é possível afirmar que o condicionamento com ácido fosfórico da superfície e o posterior uso de adesivo resinoso não parece aumentar a resistência entre os materiais (ZANATA *et al.*, 1997). Este passo, quando possível poderia ser evitado. O uso de sistema adesivo auto-condicionante aumentou a resistência adesiva entre os materiais quando aplicado antes da presa inicial do ionômero GOPIKRISHNA *et al.*, (2009). Adesivos com composição semelhante à de um ionômero resinoso aplicado sobre o cimento, após sua presa inicial, aumentaram a resistência de união. A técnica de co-polimerização parece aumentar a resistência adesiva, além de eliminar os diversos passos necessários para união entre cimento e resina quando usando técnica de condicionamento ácido e sistema adesivo KNIGHT *et al.*, (2006).

CONCLUSÃO

Com base na revisão da literatura proposta por este estudo é possível afirmar que a união adesiva entre o cimento modificado por resina e a resina composta apresenta-se com maiores valores do que para o cimento convencional. Observou-se que a união entre cimento e resina composta apresenta melhores resultados quando realizada imediatamente, independente do tipo do cimento. O uso de sistema adesivo auto-condicionante aumentou a resistência adesiva entre os materiais quando aplicado antes da presa inicial do ionômero. Adesivos com composição semelhante à de um ionômero resinoso aumentaram a resistência de união quando usados após a presa inicial do cimento. A técnica de co-polimerização pareceu aumentar a resistência adesiva entre os materiais.

REFERÊNCIAS

1. ALGERA TJ, KLEVERLAAN CJ, PRAHL-ANDERSEN B, FEILZER AJ. The influence of environmental conditions on the material properties of setting glass-ionomer cements. *Dent Mater*, 22 (9): 852-856, 2006.
2. BONIFÁCIO CC, KLEVERLAAN CJ, RAGGIO DP, WERNER A, de CARVALHO RC, VanAMERONGEN WE. Physical-mechanical properties of glass ionomer cements indicated for atraumatic restorative treatment. *Aust Dent J*, 54 (9): 233-237, 2009.
3. BRESCIANI E, BARATA TJE, FAGUNDES TC, ADACHIA; Marina Martin s TERRIN MM; NAVARRO MFL. Compressive and diametral tensile strength of glass ionomer cements. *J Appl Oral Sci*, 12 (4): 344-348, 2004.
4. CATTANI-LORENTE MA, DUPUIS V, PAYAN J, MOYAF, MEYER JM. Effect of water on the physical properties of resin-modified glass ionomer cements. *Dent Mater*, 15 (1): 71-78, 1999.
5. DAVIDSON CL. Advances in glass-ionomer cements. *J Appl Oral Sci*, 14 (Suppl): 3-9, 2006.
6. FARAH CS, ORTON VG, COLLARD SM. Shear bond strength of chemical and light-cured glass ionomer cements bonded to resin composites. *Aust Dent J*, 43 (2): 81-86, 1998.
7. GOPIKRISHNA V, ABARAJITHAN M, KRITHIKADATTA J, KANDASWAMY D. Shear bond strength evaluation of resin composite bonded to GIC using three different adhesives. *Oper Dent*, 34 (4): 467-471, 2009.
8. GUGGENBERGER R, MAY R, STEFAN KP. New trends in glass-ionomer chemistry. *Biomaterials*, 19(6): 479-483, 1998.
9. IRIE M, MARUO Y, NISHIGAWA G, SUZUKI K, WATTS DC. Class I gap-formation in highly-viscous glass-ionomer restorations: delayed vs immediate polishing. *Oper Dent*, 33 (2): 196-202, 2008.
10. KIM Y, HIRANO S, HIRASAWA T. Physical properties of resin-modified glass-ionomers. *Dent Mater J*, 17 (1): 68-76, 1998.
11. KLEVERLAAN CJ, Van DUINEN RN, FEILZER AJ. Mechanical properties of glass ionomer cements affected by curing methods. *Dent Mater*, 20 (1): 45-50, 2004.
12. KNIGHT GM, McINTYRE JM, MULYANI. Bond strengths between composite resin and auto cure glass ionomer cement using the co-cure technique. *Aust Dent J*, 51 (2): 175-179, 2006.
13. KNOBLOCH LA, KERBY RE, SEGHI R, BERLIN JS, LEE JS. Fracture toughness of resin-based luting cements. *J Prosthet Dent*, 83 (2): 204-209, 2000.
14. MANEENUT C, SAKOOLNAMARKA R, TYAS MJ. The repair potential of resin-modified glass-ionomer cements. *Dent Mater*, 26 (7): 659-665, 2010.
15. NICHOLSON JW, WILSON AD. The effect of storage in aqueous solutions on glass-ionomer and zinc polycarboxylate dental cements. *J Mater Sci Mater Med*, 11 (6): 357-360, 2000.
16. OPDAM NJ, BRONKHORST EM, ROETERS JM, LOOMANS BA. Longevity and reasons for failure of sandwich and total-etch posterior composite resin restorations. *J Adhes Dent*, 9 (5): 469-475, 2007.
17. PEEZ R, FRANK S. The physical-mechanical performance of the new Ketac Molar Easymix compared to commercially available glass ionomer restoratives. *J Dent*, 34 (8): 582-587, 2006.
18. PELIZ MI, DUARTE Jr S, DINELLI W. Scanning electron microscope analysis of internal adaptation of materials used for pulp protection under composite resin restorations. *J Esthet Restor Dent*, 17 (2): 118-128, 2005.
19. PEREIRALC, NUNES MC, DIBBRG, POWERS JM, ROULET JF, NAVARRO MF. Mechanical properties and bond strength of glass-ionomer cements. *J Adhes Dent*, 4 (1): 73-80, 2002.
20. WANG Y, DARVELL BW. Failure behavior of glass ionomer cement under Hertzian indentation. *Dent Mater*, 24 (9): 1223-1229, 2008.
21. XIEA D, BRANTLEY WA, CULBERTSONB BM, WANGA G. Mechanical properties and microstructures of glass-ionomer cements. *Dent Mater*, 16 (2): 129-138, 2000.
22. YLI-URPO H, LASSILA LVJ, NÄRHI T, VALLITTU PK. Compressive strength and surface characterization of glass ionomer cements modified by particles of bioactive glass. *Dent Mater*, 21 (3): 201-209, 2005.
23. ZANATA RL, NAVARRO MFL, ISHIKIRIAMA A, da SILVA e SOUZA Jr MH, DELAZARI RC. Bond strength between resin composite and etched and non-etched glass ionomer. *Braz Dent J*, 8 (2): 73-78, 1997.

CORRESPONDÊNCIA

Sebastião Batista Costa
 Rua Poeta Jansen Filho, n.116, apt.05.
 Bairro Castelo Branco.
 58000-000 João Pessoa – Paraíba – Brasil

E-mail
 sbatistacosta@bol.com.br