

## IMPORTÂNCIA DA BIOCOMPATIBILIDADE DE NOVOS MATERIAIS: REVISÃO PARA O CIMENTO DE IONÔMERO DE VIDRO

### *THE IMPORTANCE OF BIOCOMPATIBILITY OF NEW MATERIALS: REVIEW FOR THE GLASS IONOMER CEMENT*

Juliana Maria Capelozza Boaventura\*  
 Andiará Ribeiro Roberto\*\*  
 Ana Carolina de Oliveira Becci\*\*\*  
 Benícia Carolina Iaskieviscz Ribeiro\*\*\*\*  
 Maria Rita Brancini de Oliveira\*\*\*\*\*  
 Marcelo Ferrarezi de Andrade\*\*\*\*\*

#### RESUMO

Os cimentos de ionômero de vidro têm se destacado como um material de grande interesse na clínica odontológica. Suas formulações permitem serem usados tanto para forramento de cavidade como restauração e cimentação de peças protéticas. É um material que apresenta propriedades excelentes como adesão à estrutura dentária, coeficiente de expansão térmica, liberação de fluoreto e compatibilidade biológica. Sua compatibilidade biológica é estudada e analisada através de diversos testes laboratoriais, que permitem verificar as novas formulações de materiais, pois estão em constante desenvolvimento. Este artigo analisa e discute a compatibilidade biológica dos cimentos de ionômero de vidro, bem como os testes para se analisar a biocompatibilidade, além de relatar a importância dessa propriedade no material ionomérico.

DESCRITORES: Cimentos de ionômero de vidro • Análise • Materiais biocompatíveis • Histocompatibilidade

#### ABSTRACT

The glass ionomer cements have been detached increasingly as a material of great interest in clinical dentistry. The formulation of this material allows it to be used both for cavity lining, restoration and cementation of prosthetic pieces. It is a material which has excellent properties such as adhesion to tooth structure, coefficient of thermal expansion, release fluoride and biological compatibility. The biological compatibility is studied and analyzed through laboratory tests for verifying the new formulations of materials, as they are in constant development. This article analyzes and discusses the biological compatibility of glass ionomer cements, as well as the tests to examine the biocompatibility, besides reporting the importance of this property in the ionomeric material.

DESCRIPTORS: Glass ionomer cements • Analysis • Biocompatible materials • Histocompatibility

\* Mestre e Doutoranda em Dentística Restauradora. Departamento de Odontologia Restauradora. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP, Araraquara- SP. E-mail: juboav@yahoo.com.br

\*\* Doutoranda em Dentística Restauradora. Departamento de Odontologia Restauradora. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho- UNESP, Araraquara-SP. E-mail: andiraribeiro@hotmail.com

\*\*\* Aluna de graduação. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho- UNESP, Araraquara-SP. E-mail: acbecci@gmail.com

\*\*\*\* Doutora em Dentística Restauradora. Departamento de Odontologia Restauradora. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP, Araraquara- SP. E-mail: becarol.odonto@uol.com.br

\*\*\*\*\* Professora Doutora do Departamento de Patologia. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho- UNESP, Araraquara-SP. E-mail: [mrblive@gmail.com](mailto:mrblive@gmail.com)

\*\*\*\*\* Professor Doutor Livre-Docente do Departamento de Odontologia Restauradora. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho- UNESP, Araraquara-SP. E-mail: [marceloferrarezi@foar.unesp.br](mailto:marceloferrarezi@foar.unesp.br)

## INTRODUÇÃO

O cimento de ionômero de vidro representa um marco dentro da Odontologia, pois veio agregar propriedades físicas e biológicas favoráveis que não eram obtidas com outros materiais (Mount<sup>1</sup>, 1999). O cimento de ionômero de vidro, em suas diversas formulações, trouxe um novo conceito à Odontologia, de não ser um material apenas curativo, mas também preventivo à cárie dentária

O uso dos cimentos odontológicos como materiais restauradores estéticos diretos começou com o cimento de silicato, baseado na reação entre um pó composto de vidro de silicato contendo fluoreto e de um líquido, o ácido fosfórico. O cimento de silicato, como a maioria dos materiais friáveis, é relativamente resistente à compressão, porém é pouco resistente à tração após tomar presa. É um cimento irritante à polpa e solúvel aos fluidos bucais, ocasionando percolação na interface entre a restauração e as paredes cavitárias. Apesar disso, a resistência a cáries marginais dos dentes restaurados com os cimentos de silicato é única, devido a sua propriedade anticariogênica, representada pela liberação do fluoreto ao meio bucal (Shen<sup>2</sup>, 2003).

Na busca de um agente cimentante adesivo, que pudesse aderir fortemente à estrutura dentária, desenvolveu-se o cimento de poliacrilato de zinco, formado de um pó composto de óxido de zinco e um líquido, uma solução aquosa de ácido poliacrílico ou copolímero do ácido itacônico. Apresenta características satisfatórias como compatibilidade com a polpa e a união com a estrutura dentária. Como desvantagens, o cimento apresenta um curto tempo de trabalho e uma limitada capacidade de liberação de fluoreto (Shen<sup>2</sup>, 2003).

Associando as qualidades do cimento de silicato, no que se refere à liberação de fluoreto e baixa alteração dimensional, com as boas qualidades do cimento de poliacrilato de zinco em relação à adesividade à estrutura dentária e biocompatibilidade, Wilson e Kent<sup>3</sup> (1971) desenvolveram um novo cimento híbrido, que foi denominado de cimento de ionô-

mero de vidro. Para a formulação desse cimento combinou-se o pó à base de vidro do cimento de silicato com o líquido do cimento do poliacrilato, o ácido poliacrílico (Wilson e Kent<sup>3</sup>, 1971, Wilson e Kent<sup>4</sup>, 1972).

O pó do cimento de ionômero de vidro é um vidro de fluoraluminossilicato de cálcio e apresenta como componentes básicos o óxido de silício, óxido de alumínio e fluoreto de cálcio. Magnésio e sódio também são adicionados ao pó, porém em quantidades menores (Knibbs<sup>5</sup>, 1987). O líquido é uma solução aquosa de ácido poliacrílico. Ainda há a presença dos ácidos tartáricos adicionados para aumentar o tempo de trabalho do material (Nicholson *et al.*<sup>6</sup>, 1988), e o ácido itacônico que é incorporado ao líquido a fim de impedir ou retardar a reação química dos ácidos, quando armazenado. Em alguns produtos, o ácido poliacrílico é substituído pelo ácido polimaleico (Nicholson<sup>7</sup>, 1998).

Diversos tipos e formulações do cimento de ionômero de vidro foram desenvolvidos e pesquisas contínuas abriram caminhos para o aprimoramento e melhora do cimento. Inicialmente as partículas vítreas do ionômero estavam no pó e os componentes ácidos no líquido, dificultando a espatulação e o tempo de presa que se tornavam longos (Walls<sup>8</sup>, 1986). Assim, foi desenvolvido o sistema anidro com a ideia de controlar melhor a proporção entre o pó e o líquido em que o ácido do cimento convencional foi seco a vácuo e misturado ao pó de vidro, e o líquido passou a ser água destilada ou uma solução aquosa de ácido tartárico. Nesta última apresentação, o componente ácido está incorporado ao pó (Mount<sup>1</sup>, 1999, Walls<sup>8</sup>, 1986, Smith<sup>9</sup>, 1990, Atkinson e Pearson<sup>10</sup>, 1985).

Visando uma maior resistência final do cimento de ionômero de vidro, em 1985, McLean e Gasser<sup>11</sup> (1985) incluíram partículas de prata ao pó do ionômero de vidro (Cermet), desenvolvendo um material mais radiopaco. Porém foi constatado que a liberação de fluoreto e adesão ficavam comprometidas (Croll<sup>12</sup>, 1990, Vieira *et al.*<sup>13</sup>, 2006). Com a finalidade de obter um cimento com melhores características de trabalho, melhor resistência e estética, o

BOAVENTURA JMC  
ROBERTO AR  
BECCI ACO  
RIBEIRO BCI  
OLIVEIRA MRB  
ANDRADE MF

IMPORTÂNCIA DA  
BIOCOMPATIBILIDADE  
DE NOVOS MATERIAIS  
- REVISÃO PARA  
O CIMENTO DE  
IONÔMERO DE VIDRO



cimento de ionômero de vidro modificado por resina foi desenvolvido e seu diferencial foi a incorporação de monômeros resinosos na fórmula original do ionômero (Vieira *et al.*<sup>13</sup>, 2006, Federation Dentaire International<sup>14</sup>, 1987).

Assim, os cimentos de ionômero de vidro podem ser quimicamente ativados, cuja polimerização se dá através de uma reação do tipo ácido/base, e os fotopolimerizados, que possuem uma dupla polimerização, cuja reação ácido/base inicia-se com a mistura do pó ao líquido, ocorrendo de forma vagarosa até que o mecanismo de fotopolimerização seja iniciado, fazendo com que a reação ocorra de forma mais rápida. Há ainda aqueles que apresentam uma tripla polimerização, que, além de ocorrer na reação ácido/base e na fotopolimerização por luz halógena, a polimerização também acontece na ausência de luz (Costa *et al.*<sup>15</sup>, 1996).

De acordo com Wilson e Kent<sup>4</sup>, 1972, Kawahara *et al.*<sup>16</sup>, 1979, os cimentos ionoméricos podem ser utilizados para restauração, cimentação e selamento de fósulas e fissuras. Além disso, são também empregados para núcleos de preenchimento em restaurações indiretas e material de base e forramento, pois possuem um efeito isolante em relação às alterações térmicas do meio bucal, além de atuarem como agentes antibacterianos (Vieira *et al.*<sup>13</sup>, 2006). A popularidade do cimento de ionômero de vidro se evidenciou devido a suas propriedades biologicamente favoráveis, pois, apesar de possuir um comportamento estético insatisfatório e uma solubilidade inicial crítica, tem vantagens como adesão química à estrutura dentária, liberação de fluoreto para o meio bucal, coeficiente de expansão térmica semelhante à estrutura dentária e biocompatibilidade (Mount<sup>1</sup>, 1999, Croll<sup>12</sup>, 1990, Vieira *et al.*<sup>13</sup>, 2006, Kawahara *et al.*<sup>16</sup>, 1979, Carvalho *et al.*<sup>17</sup>, 1990, Chain<sup>18</sup>, 1990, Mount<sup>19</sup>, 1994, Paradella<sup>20</sup>, 2004).

Quando esses cimentos foram desenvolvidos, McLean e Wilson<sup>21</sup> (1974) sugeriram, então, que era improvável serem irritantes à polpa ou tecidos moles e experiências clínicas suportaram tal hipótese. Subsequentemente, os mesmos autores, em Wilson e McLean<sup>22</sup> (1988), notaram

que o ácido polialcenoico é razoavelmente um ácido fraco inicialmente e torna-se mais fraco com o passar do tempo. Também, devido ao alto peso molecular do líquido e do entrelaçamento de suas cadeias, o mesmo não é capaz de penetrar a dentina facilmente.

Quanto à avaliação biológica dos cimentos de ionômero de vidro, diversos autores, como Wilson e Kent<sup>3</sup>, 1971, Kawahara *et al.*<sup>16</sup>, 1979, Yakushiji *et al.*<sup>23</sup>, 1979, Navarro *et al.*<sup>24</sup>, 1988, Pameijer *et al.*<sup>25</sup>, 1981, consideraram o material tolerante ou não irritante à polpa. É citado como sendo menos irritante que as resinas compostas (Yakushiji *et al.*<sup>23</sup>, 1979) e o cimento de fosfato de zinco (Zmener e Dominguez<sup>26</sup>, 1983). Em 1986, Uco<sup>27</sup> observou que o cimento de silicato causava grande inflamação, o cimento de óxido de zinco e eugenol, uma inflamação mínima e o ionômero de vidro ASPA uma reação intermediária. Pameijer *et al.*<sup>25</sup> (1981) estudaram esses três cimentos e concluíram que somente o cimento de silicato causou reação preocupante.

É necessário, então, que todo material de uso odontológico seja bem tolerado pelos tecidos animais. Para isso a American Dental Association<sup>28</sup> (1972) e a Federation Dentaire International<sup>29</sup> (1980) estabeleceram um padrão de pesquisa adaptado às necessidades de cada pesquisador, e que, primeiramente, as pesquisas teriam que ser feitas em animais de laboratório, para depois serem realizados testes finais em seres humanos.

Os cimentos de ionômero de vidro sofreram uma série de desenvolvimento, e novas pesquisas têm sido realizadas para melhorar as propriedades dos cimentos de ionômero de vidro convencionais de formulações, usando outros métodos de preparo. Pesquisadores (Bertolini *et al.*<sup>30</sup>, 2009, Bertolini *et al.*<sup>31</sup>, 2008, Bertolini *et al.*<sup>32</sup>, 2005, Bertolini *et al.*<sup>33</sup>, 2005, Bertolini *et al.*<sup>34</sup>, 2004) fizeram um estudo modificando o convencional silicato de alumínio do cimento de ionômero de vidro pela adição de nióbio enriquecido de flúor e cálcio, e estudaram as propriedades dos cimentos de ionômero de vidro obtidos. A adição de nióbio tem como finalidade melhorar a resistência química do ionô-





mero de vidro, impedindo que o cimento seja degradado pelas alterações do pH da boca, além de promover melhoria nas propriedades mecânicas. Além da adição de nióbio, esse novo cimento é fabricado pelo método Sol-Gel, que consiste em uma distribuição homogênea das partículas do material a uma menor temperatura e, conseqüentemente, tem-se um material mais estável, diferentemente de outros cimentos fabricados pelo método de fusão de óxidos, a uma temperatura que varia entre 1200 – 1500 °C, ocasionando perda de fluoreto. Assim, é de grande interesse o início de estudos sobre o comportamento desse novo material, ainda em fase experimental.

Há uma preocupação geral na maioria dos países avançados quanto aos possíveis efeitos adversos provenientes dos materiais que entram no mercado odontológico sem serem submetidos a um programa rigoroso e extenso de testes laboratoriais. Nessas condições, novos materiais podem, assim, chegar ao mercado e ao paciente, sendo mais prejudiciais que benéficos. Felizmente, no momento se dá a necessária e obrigatória importância aos testes biológicos, não se concebendo comportamentos empíricos e relapsos, sendo possível fazer-se nos laboratórios especializados das Universidades uma avaliação racional quanto aos aspectos reacionais dos medicamentos e materiais odontológicos (Oliveira<sup>35</sup>, 2000).

Uma avaliação biológica completa dos materiais dentários deve incluir três níveis de pesquisa, que são os testes pré-clínicos em animais e “*in vitro*”, testes em animais “*in situ*” e largos ensaios em humanos (Oliveira<sup>35</sup>, 2000).

O primeiro nível consiste numa série de testes pré-clínicos em animais e “*in vitro*”, e essa etapa é considerada como fator discriminante de toxidez. Entretanto, são necessários certos tipos de testes e estudos especiais, na dependência das características e do uso a que se propõe o material testado. Incluem-se aqui os testes de implantes em conjuntivo subcutâneo, ósseo e de cultura de células, ou seja, testes que permitem seguro e razoável controle e, por vezes, precisa determinação da toxidez de vários materiais. O segun-

do nível de pesquisa tem como finalidade testar os materiais em dentes de animais, como ratos, cachorros e macacos. O terceiro nível de pesquisa consiste em utilizar os materiais em dentes de seres humanos (Oliveira<sup>35</sup>, 2000).

Através dessas avaliações biológicas, diversos autores estudaram a biocompatibilidade de cimentos de ionômero de vidro, em diversos níveis de pesquisas. Salgado *et al.*<sup>36</sup> (1994) estudaram a biocompatibilidade do cimento ionomérico para forramento (Vidrion F SS White) em tecido conjuntivo subcutâneo de ratos e notaram que esse material foi bem tolerado pelos tecidos orgânicos, não provocando reações adversas, senão o seu encapsulamento por fibras colágenas. Assim, esse material pode ser usado em contato direto com a dentina, por ser biocompatível.

Outros estudos, como o de Costa *et al.*<sup>15</sup> (1996), avaliaram a compatibilidade biológica do ionômero de vidro fotopolimerizável Vitremer (3M ESPE) sobre a dentina e polpa em dentes de ratos, e observaram que esse material apresentou-se como um irritante discreto do complexo dentinopulpar, quando aplicado em cavidades médias. Alguns autores (Suzuki e Jordan<sup>37</sup>, 1990, Aranha *et al.*<sup>38</sup>, 2006) relataram que a presença do componente resinoso nos ionômeros de vidro pode promover irritação do complexo dentinopulpar, mesmo quando aplicado em cavidades médias, porque já é conhecido que a resina composta foto ou quimicamente ativada é um material mais citotóxico do que o ionômero de vidro. A partir disso, diversos estudos avaliaram a citotoxicidade e biocompatibilidade dos ionômeros de vidro (Costa *et al.*<sup>15</sup>, 1996, Aranha *et al.*<sup>38</sup>, 2006, de Souza Costa *et al.*<sup>39</sup>, 2003, Mount<sup>40</sup>, 1998, Souza *et al.*<sup>41</sup>, 2006). Trabalhos recentes mostraram que o cimento de ionômero de vidro modificado por resina Vitrebond (3M ESPE), o qual é recomendado especificamente para forramento cavitário, apresenta intenso efeito citotóxico sobre células de linhagem odontoblástica em cultura (Aranha *et al.*<sup>38</sup>, 2006, de Souza Costa *et al.*<sup>39</sup>, 2003, Souza *et al.*<sup>41</sup>, 2006). Esse mesmo material, em estudo *in vivo*, quando aplicado sobre a dentina, causou irritação reduzida para

o tecido pulpar (Coimbra *et al.*<sup>42</sup>, 2006). Coimbra *et al.*<sup>42</sup> (2006) analisaram o comportamento de células de linhagem odontoblástica MDPC-23, quando expostas aos produtos liberados pelos materiais iônicos de forma convencional (Ketac Fil Plus – 3M/ESPE) e modificados por resina (Fuji II LC – GC), e, dentro das condições experimentais, concluíram que os materiais iônicos avaliados apresentaram baixo efeito citotóxico.

O propósito deste trabalho foi revisar e discutir os principais tópicos relacionados à compatibilidade biológica do cimento de ionômero de vidro.

### REVISÃO E DISCUSSÃO

Quando Wilson e Kent<sup>3</sup> (1971), Wilson e Kent<sup>4</sup> (1972) formularam o cimento de ionômero de vidro, a proposta inicial foi unir as propriedades favoráveis do pó do cimento de silicato com a do líquido do ácido poliacrílico do cimento de poliacrilato. Os autores citam que esse novo cimento é menos irritante à polpa dentária, uma vez que o ácido poliacrílico é mais fraco que o ácido fosfórico, já as grandes moléculas do ácido poliacrílico mostram menor tendência a se difundirem ao longo dos túbulos dentinários do que as moléculas menores do ácido fosfórico. Ao descreverem as propriedades do cimento de ionômero de vidro em 1971 e 1972, Wilson e Kent<sup>3,4</sup> caracterizaram esse novo cimento como biocompatível.

Como todo material que é novo no mercado odontológico apresenta características satisfatórias, muitos autores foram motivados a estudarem suas propriedades físicas e biológicas (Kawahara *et al.*<sup>16</sup>, 1979, Chain<sup>18</sup>, 1990, Pameijer *et al.*<sup>25</sup>, 1981, Salgado *et al.*<sup>36</sup>, 1994, Costa *et al.*<sup>43</sup>, 2003, Golin *et al.*<sup>44</sup>, 1992, Scuoteguazza<sup>45</sup>, 1994, Six *et al.*<sup>46</sup>, 2000).

Diversas técnicas têm sido empregadas para testar comparativamente a compatibilidade biológica do cimento de ionômero de vidro. Dentre elas, as que se baseiam na reação de tecido conjuntivo subcutâneo de ratos foram utilizadas por inúmeros pesquisadores como mostram Salgado *et al.*<sup>36</sup>, 1994, Golin *et al.*<sup>44</sup>, 1992, Scuoteguazza<sup>45</sup>, 1994. A metodologia dessas

pesquisas está baseada fundamentalmente no quadro reacional de tecido, dando ênfase às características de evolução por colagenização da cápsula, infiltrado inflamatório e ação macrofágica, analisadas por meio de uma avaliação subjetiva qualitativa e quantificada.

Os trabalhos de Wilson e Kent<sup>3</sup>, 1971, Wilson e Kent<sup>4</sup>, 1972, Kawahara *et al.*<sup>16</sup>, 1979, Yakushiji *et al.*<sup>23</sup>, 1979, Tobias *et al.*<sup>47</sup>, 1978, mostraram que o material é biocompatível. Assim, Yakushiji *et al.*<sup>23</sup> discordaram de Tobias *et al.*<sup>47</sup> e Kawahara *et al.*<sup>16</sup>, que concluíram ser os cimentos de ionômero de vidro similares aos cimentos de poliacrilato. Pameijer *et al.*<sup>25</sup> e Walls<sup>8</sup> observaram que, no estágio inicial, o cimento de ionômero de vidro exibe um certo efeito tóxico, provavelmente devido ao baixo pH desses materiais quando recentemente preparados, que acaba diminuindo com o tempo.

Autores como Walls<sup>8</sup> (1986) concluíram, em seus estudos, que, quando existe uma camada razoável de dentina remanescente entre a base da cavidade e os tecidos pulpaes, nenhum forramento da cavidade dentária se faz necessário, mas, assim como Walls, outros autores (Vieira *et al.*<sup>13</sup>, 2006, Costa *et al.*<sup>15</sup>, 1996, Tobias *et al.*<sup>47</sup>, 1978, Plant *et al.*<sup>48</sup>, 1984) recomendam que um material menos irritante deva ser usado para forramento, como o cimento de hidróxido de cálcio, quando a base da cavidade for próxima à polpa.

Os cimentos de ionômero de vidro foram formulados inicialmente como materiais para restauração e, posteriormente, modificados de acordo com as necessidades clínicas como materiais para cimentação e forramento cavitário. Segundo Wilson e Kent<sup>4</sup>, o cimento de ionômero de vidro representa um avanço em direção a um material biocompatível e está situado entre os cimentos que proporcionam irritação mínima, pois contém na sua fórmula polímeros recém-formados em vez de monômeros.

Plant *et al.*<sup>48</sup> 1994, Uçok<sup>27</sup> 1986, Croll e Phillips<sup>49</sup> 1986, Zytkevitz e Piazza<sup>50</sup> 1988, observaram que o cimento de ionômero de vidro apresentava uma inflamação pulpar inicial e concluíram que é necessário colocar uma fina camada de hidróxido de



cálcio em regiões mais profundas da dentina. Crol e Phillips<sup>49</sup> e Walls<sup>8</sup> sugeriram o uso de uma camada de hidróxido de cálcio como forramento, quando a base da cavidade estiver próxima à polpa. Navarro *et al.*<sup>24</sup> (1988) ressaltaram a importância de cuidados necessários para um desempenho mais favorável do material, como proporção e manipulação adequada do material, proteção pulpar com base de hidróxido de cálcio em regiões próximas à polpa e técnica de restauração ou cimentação criteriosa. Navarro e Pascoto<sup>51</sup> (1998) também relatam que é necessário conhecer as propriedades, as características de manipulação, bem como suas indicações e contraindicações e que isso é imprescindível para que se obtenham os melhores resultados com o material.

Já Mount<sup>52</sup> (1994) afirma que o cimento de ionômero de vidro, pela sua união iônica com a estrutura dental, será um selante ideal para a cavidade, prevenindo o ingresso de nutrientes bacterianos e reduzindo qualquer um que possa estar presente numa forma esporulada. Dessa forma, o cimento de ionômero de vidro pode ser colocado em íntima proximidade com a polpa, sem o risco de desenvolver uma inflamação pulpar irreversível, e a colocação de um subforramento adicional sob esse cimento não é justificável.

A discreta reação pulpar ao ácido poliacrílico pode ser atribuída ao fato do ácido poliacrílico e ácidos afins serem ácidos orgânicos de baixa intensidade, e também pela difusão dos poliácidos através dos tecidos e dos canalículos dentinários devido ao seu alto peso molecular, acrescido da capacidade de combinar e unir-se à estrutura dentinária (Zytkievitz e Piazza<sup>50</sup>, 1988).

Os cimentos de ionômero de vidro quimicamente ou fotoativados são utilizados para várias aplicações dentárias como materiais restauradores, de cimentação ou materiais forradores. De acordo com Bertolini *et al.*<sup>31-33</sup>, Bauer e Al-Rubayi<sup>53</sup>, 1987, Swartz *et al.*<sup>54</sup>, 1984, o cimento de ionô-

mero de vidro obtido a partir de vidro sintetizado por um processo químico, apresentou propriedades similares às de um cimento disponível comercialmente. No entanto, o material experimental necessita de mais estudos para a caracterização visando suas aplicações em Odontologia. Dentro das limitações experimentais de recomendação ISO para testes *in vivo* de materiais odontológicos, não se pode permitir que extrapolem de forma direta os resultados para as situações clínicas, e os procedimentos clínicos em Odontologia devem estar baseados em evidências científicas.

Pelo exposto, observa-se a necessidade de pesquisas com relação à biocompatibilidade referentes aos cimentos de ionômero de vidro forradores comerciais, bem como às novas formulações, pois qualquer cimento ou material novo, que se encontra em fase experimental, necessita ser comprovado em seu grau de toxicidade, primeiramente em tecido conjuntivo subcutâneo de ratos, para depois alcançar níveis II e III, sendo este último realizado em dentes humanos.

## CONCLUSÕES

1 - Novos materiais necessitam de testes *in vivo* em animais e *in vitro* para se avaliar a biocompatibilidade, para depois serem avaliados em humanos.

2 - O cimento de ionômero de vidro apresenta uma inflamação pulpar inicial e em regiões mais profundas da dentina, próximas à polpa. É necessário colocar uma fina camada de hidróxido de cálcio.

3 - O cimento de ionômero de vidro representa um avanço em direção a um material biocompatível e está situado entre os cimentos que proporcionam irritação mínima.

4 - A formulação de cimentos à base de ionômero de vidro deve apresentar não somente adequadas propriedades físicas e mecânicas, como também biocompatibilidade.



1. Mount GJ. Glass ionomers: a review of their current status. *Oper Dent* 1999 Mar-Apr;24(2):115-24.
2. Shen C. Cimentos odontológicos. In: Anusavice K. Phillips: materiais dentários. Rio de Janeiro: Elsevier; 2003. p. 419-58.
3. Wilson A, Kent B. The glass-ionomer cement, a new translucent dental filling material. *J Appl Chem Biotechnol* 1971 21(313).
4. Wilson AD, Kent BE. A new translucent cement for dentistry. The glass ionomer cement. *Br Dent J* 1972 Feb 15;132(4):133-5.
5. Knibbs PJ. 'Toxicity to the pulp of a glass-ionomer cement'. *Br Dent J* 1987 Jul 25;163(2):40.
6. Nicholson JW, Brookman PJ, Lacy OM, Wilson AD. Fourier transform infrared spectroscopic study of the role of tartaric acid in glass-ionomer dental cements. *J Dent Res* 1988 Dec;67(12):1451-4.
7. Nicholson JW. Chemistry of glass-ionomer cements: a review. *Biomaterials* 1998 Mar;19(6):485-94.
8. Walls AW. Glass polyalkenoate (glass-ionomer) cements: a review. *J Dent* 1986 Dec;14(6):231-46.
9. Smith DC. Composition and characteristics of glass ionomer cements. *J Am Dent Assoc* 1990 Jan;120(1):20-2.
10. Atkinson AS, Pearson GJ. The evolution of glass-ionomer cements. *Br Dent J* 1985 Nov 23;159(10):335-7.
11. McLean JW, Gasser O. [Glass-Cermet-cement (I)]. *Quintessenz* 1985 Nov;36(11):2059-68.
12. Croll TP. Glass ionomers for infants, children, and adolescents. *J Am Dent Assoc* 1990 Jan;120(1):65-8.
13. Vieira IM, Louro RL, Atta MT, Navarro MFL, Francisconi PAS. O cimento de ionômero de vidro na odontologia. *Rev Saúde COM* 2006 2(1):75-84.
14. Federation Dentaire International. Commission on dental materials, instruments, equipment and therapeutics: guide to use of glass ionomer filling materials. *Int Dent J* 1987 37(3):183-4.
15. Costa CAS, Benatti Neto C, Vargas PA, Villalba H, Hebling J. Compatibilidade biológica do ionômero de vidro fotopolimerizável (Vitremer 3M): avaliação histológica dos seus efeitos sobre dentina e tecido pulpar em dentes de rato *Rev odontol Univ São Paulo* 1996 out.-dez.;10(4):257-63.
16. Kawahara H, Imanishi Y, Oshima H. Biological evaluation on glass ionomer cement. *J Dent Res* 1979 Mar;58(3):1080-6.
17. Carvalho RM, Navarro MFL, Albuquerque MVP, Pinheiro CE. Padrão de liberação de flúor de cimentos odontológicos: (I) cimentos de ionômero de vidro e de sílico-fosfato *RGO (Porto Alegre)* 1990 set.-out.;38(5):346-8.
18. Chain M. Cimentos de ionômero de vidro. Revisão, atualização e aplicações para o clínico. *RGO (Porto Alegre)* 1990 38(5):351-7.
19. Mount GJ. Buonocore Memorial Lecture. Glass-ionomer cements: past, present and future. *Oper Dent* 1994 May-Jun;19(3):82-90.





20. Paradella TC. Cimentos de ionômero de vidro na odontologia moderna *Rev odontol UNESP* 2004 out.-dez.;33(4):157-61.
21. McLean J, Wilson A. Fissure sealing and filling with an adhesive glass-ionomer cements in bonding composite resins to dentin. *Br Dent J* 1974 136(7):269-76.
22. Wilson A, McLean J. Glass-ionomer cement. London: Quintessence; 1988.
23. Yakushiji M, Kinumatsu T, Fuchino T, Machida Y. Effects of glass ionomer cement on the dental pulp and its efficacy as a base material. *Bull Tokyo Dent Coll* 1979 May;20(2):47-59.
24. Navarro MFL, Carvalho RM, Franco EB, Souza Junior MHS, Pereira JC. Biocompatibilidade biológica do cimento de ionômero de vidro *Rev bras Odontol* 1988 set.-out. ;45(5):42-7.
25. Pameijer CH, Segal E, Richardson J. Pulpal response to a glass-ionomer cement in primates. *J Prosthet Dent* 1981 Jul;46(1):36-40.
26. Zmener O, Dominguez FV. Tissue response to a glass ionomer used as an endodontic cement. A preliminary study in dogs. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1983 Aug;56(2):198-205.
27. Ucok M. Biological evaluation of glass ionomer cements. *Int Endod J* 1986 Nov;19(6):285-97.
28. American Dental Association. Chicago recommended standard practice for biological evaluation of dental materials. *J Am Dent Assoc* 1972 84( 382-90.
29. Federation Dentaire International. Recommended standard practices for biological evaluation of dental materials. Federation Dentaire International, Commission of Dental Materials, Instruments, Equipment and Therapeutics. *Int Dent J* 1980 Jun;30(2):140-88.
30. Bertolini MJ, Zaghete MA, Gimenes R. Uso das técnicas de infravermelho e de ressonância magnética nuclear na caracterização da reação ácido-base de um cimento odontológico experimental. *Quím Nova* 2009 32(5):1231-4.
31. Bertolini MJ, Zaghete MA, Gimenes R, Padovani GC. Determination of the properties of an experimental glass polyalkenoate cement prepared from niobium silicate powder containing fluoride. *Dent Mater* 2008 Jan;24(1):124-8.
32. Bertolini M, Zaghete M, Gimenes R, Paiva-Santos C. Caracterização de cimento odontológico obtido a partir de um vidro preparado pelo método dos precursores poliméricos. *Quim Nova* 2005 28(5):813-6.
33. Bertolini MJ, Palma-Dibb RG, Zaghete MA, Gimenes R. Evaluation of glass ionomer cements properties obtained from niobium silicate glasses prepared by chemical process. *J Non-Cryst Solids* 2005 351(6-7):466-71.
34. Bertolini MJ, Zaghete MA, Gimenes R, Freitas de Souza R, Vaz LG. Preparation of new glass systems by the polymeric precursor method for dental applications. *J Non-Cryst Solids* 2004 344(3):170-5.
35. Oliveira M. Compatibilidade biológica de materiais odontológicos em tecido conjuntivo subcutâneo de ratos [Tese]. Araraquara, SP: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2000.
36. Salgado CES, Silva RCB, Silva CA, Souza HM, Vignoli VV. Análise da biocompatibilidade do cimento ionomérico para forramento em tecido conjuntivo subcutâneo de ratos *Rev Esc Farm Odontol Alfenas* 1994 jan.-dez.;16):1-6.

BOAVENTURA JMC  
ROBERTO AR  
BECCI ACO  
RIBEIRO BCI  
OLIVEIRA MRB  
ANDRADE MF

IMPORTÂNCIA DA  
BIOCOMPATIBILIDADE  
DE NOVOS MATERIAIS  
- REVISÃO PARA  
O CIMENTO DE  
IONÔMERO DE VIDRO

• • 50 • •

37. Suzuki M, Jordan RE. Glass ionomer-composite sandwich technique. *J Am Dent Assoc* 1990 Jan;120(1):55-7.
38. Aranha AM, Giro EM, Souza PP, Hebling J, de Souza Costa CA. Effect of curing regime on the cytotoxicity of resin-modified glass-ionomer lining cements applied to an odontoblast-cell line. *Dent Mater* 2006 Sep;22(9):864-9.
39. de Souza Costa CA, Hebling J, Garcia-Godoy F, Hanks CT. In vitro cytotoxicity of five glass-ionomer cements. *Biomaterials* 2003 Sep;24(21):3853-8.
40. Mount GJ. Clinical performance of glass-ionomers. *Biomaterials* 1998 Mar;19(6):573-9.
41. Souza PP, Aranha AM, Hebling J, Giro EM, Costa CA. In vitro cytotoxicity and in vivo biocompatibility of contemporary resin-modified glass-ionomer cements. *Dent Mater* 2006 Sep;22(9):838-44.
42. Coimbra LR, Giro EMA, Aranha AMF, Costa CAS. Citotoxicidade de cimentos de ionômero de vidro restauradores sobre células de linhagem odontoblástica *Rev odontol ciênc* 2006 out.-dez.;21(54):338-45.
43. Costa CA, Oliveira MF, Giro EM, Hebling J. Biocompatibility of resin-based materials used as pulp-capping agents. *Int Endod J* 2003 Dec;36(12):831-9.
44. Golin C, Tavares T, Cunha AC. Avaliação da biocompatibilidade de marcas comerciais de cimento de ionômero de vidro: estudo em tecido subcutâneo de rato *Rev bras odontol* 1992 jan.-fev.;49(1):35-9.
45. Scuoteguazza J. Cimentos de ionômero de vidro utilizados como forradores de cavidades. Análise histopatológica comparativa em tecido conjuntivo subcutâneo de ratos [Dissertação]. Araraquara, SP: Faculdade de Odontologia da Unesp; 1994.
46. Six N, Lasfargues JJ, Goldberg M. In vivo study of the pulp reaction to Fuji IX, a glass ionomer cement. *J Dent* 2000 Aug;28(6):413-22.
47. Tobias RS, Browne RM, Plant CG, Ingram DV. Pulpal response to a glass ionomer cement. *Br Dent J* 1978 Jun 6;144(11):345-50.
48. Plant C, Browne R, Knibbs P, Britton A, Sorahan T. Pulpal effects of glass ionomer cements. *Int Endod J* 1984 17(2):51-9.
49. Croll TP, Phillips RW. Glass ionomer-silver cermet restorations for primary teeth. *Quintessence Int* 1986 Oct;17(10):607-15.
50. Zytkevitz E, Piazza E. Cimento de ionômero de vidro: classificação, indicações, propriedades, metodologia de uso *RGO (Porto Alegre)* 1988 nov.-dez. ;36(6):464-8,.
51. Navarro M, Pascoto R. Cimentos de ionômero de vidro. São Paulo: Artes Médicas; 1998.
52. Mount G. Atlas de cimentos de ionômero de vidro. São Paulo: Santos; 1994.
53. Bauer JG, Al-Rubayi A. Tissue response to direct filling materials. *J Prosthet Dent* 1987 Nov;58(5):584-9.
54. Swartz ML, Phillips RW, Clark HE. Long-term F release from glass ionomer cements. *J Dent Res* 1984 Feb;63(2):158-60.

Recebido em: 28/10/2010

Aceito em: 28/03/2011

