Biovidro 45S5: um avanço biotecnológico nos materiais restauradores da odontologia

Bioglass 45S5: the biotechnology advance in restorative dentistry materials

MAYARA CRISTINA ABAS FRAZÃO

Mestre em Odontologia, Programa de Pós-Graduação em Odontologia, UFMA Universidade Federal do Maranhão

GABRIELLE VIEIRA DA SILVA

Graduada em Nutrição, Faculdade Santa Terezinha, CEST

THATYLA SILVA LINHARES

Mestranda em Odontologia, Programa de Pós-Graduação em Odontologia, UFMA Universidade Federal do Maranhão.

ANDREA DIAS NEVES LAGO

Professora Doutora do Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Faculdade de Odontologia UFMA Universidade Federal do Maranhão

DARLON MARTINS LIMA

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Faculdade de Odontologia UFMA Universidade Federal do Maranhão.

RESUMO

INTRODUÇÃO: Diante dos avanços tecnológicos, tem ocorrido um aumento na expectativa de vida, favorecendo o desenvolvimento de estudos em novos materiais que auxiliem na manutenção da vida humana. Tal abordagem viabiliza alternativas para substituição e reparos por tecidos sofridos por fraturas, traumas e patologias. E é nesse contexto que os biomateriais foram criados, com o intuito de estar em contato e interagir com o sistema biológico. **OBJETIVO:** realizar um levantamento literário com o intuito de analisar artigos de alto impacto sobre o Bioglass® 45S5 na aplicação em materiais odontológicos. **METODOLOGIA:** foi realizada uma busca nas bases de dados do Pubmed e Sciencedirect. Os descritores utilizados foram: “*bioglass, adhesive, enamel, dentin*”. **RESULTADOS:** após os critérios de inclusão e exclusão empregados, dos 16 estudos experimentais encontrados, 81% estavam relacionados à hipersensibilidade, remineralização e cimento de ionômero de vidro e os 19% à resina e adesivo. Dos estudos, 100% apresentaram resultado satisfatório com o uso do biovidro. **CONCLUSÃO:** está concretizado na literatura a eficácia do Biovidro na aplicação *in vitro* na dentística. No entanto, novas pesquisas com teste de bioatividade, culturas celulares e aplicação *in vivo*, ainda, precisam ser testadas para o desenvolvimento na sua aplicabilidade clínica.

Palavras-chave: Biovidro; Materiais odontológicos; Eficácia.

ABSTRACT

INTRODUCTION: Given the technological advances, there has been an increase in life expectancy, favoring the development of studies on new materials that assist in the maintenance of human life. Such an approach enables alternative for replacement and repair of tissues suffered fractures, traumas and diseases. It is in this context that the biomaterials were created in order to be in touch and interact with the biological system. **OBJECTIVE:** To conduct a literature survey in order to analyze high-impact articles on the 45S5 Bioglass® the application in dental materials. **METHODOLOGY:** We performed a search in the databases of Pubmed and Sciencedirect. The descriptors used were: “*bioglass, adhesive, enamel, dentin*”. **RESULTS:** After the criteria for inclusion and exclusion employees, of 16 studies found, 81% were related to hypersensitivity, and remineralization glass ionomer cement and 19% to the resin and adhesive. All studies showed satisfactory results with the use of bioglass. **CONCLUSION:** is realized in the literature the efficacy of bioglass in applying *in vitro* in dentistry. However new research with bioactivity test, cell culture and *in vivo* application also need to be tested for development in its clinical applicability.

Keywords: Bioglass; Dental materials; Effectiveness.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento em materiais no auxílio da manutenção da saúde e no aumento na expectativa de vida da população tem viabilizado alternativas no tratamento de reparos de tecidos, *in vitro* e *in vivo*. Tal abordagem tem utilizado os biomateriais na interação, potencialização e regeneração das funções dos tecidos vivos, por meio do comportamento bioinerte, bioativo e bioestável desse material.¹

Entre os biomateriais existentes na odontologia, enquadram-se os biovidros, que têm por finalidade a união entre o tecido e o material promovido pela resposta biológica. Isso ocorre devido à similaridade química com a estrutura óssea, permitindo ligações entre eles e a consequente osteocondução por meio do recobrimento por células ósseas.²⁻³

Estudos afirmam que os biovidros apresentam boa biocompatibilidade e resistência à corrosão e à compressão. No entanto, são materiais de pouca resistência mecânica, alta densidade e baixa resistência à fratura.⁴⁻⁶ Como solução a essa problemática, pesquisadores utilizaram suportes de polímero biodegradável, que possuem uma boa biocompatibilidade mecânica com a hidroxiapatita (HA), fornecendo uma resistência mecânica superior. A atuação desses compósitos ocorre onde há mais tensão de deformação no material.⁴⁻⁵

Civilizações antigas, como os egípcios, chineses e indianos, já usavam biomateriais para reconstruir as partes defeituosas do corpo, mas o Biovidro só foi utilizado para o uso clínico em 1969, por Larry Hench, na Universidade da Flórida.⁷ A sua descoberta originou-se por questionamentos de possíveis interações dos materiais bioativos ao corpo humano. A grande descoberta foi o Biovidro® 45S5, de composição 46,1 mol. % SiO₂, 24,4 mol. % Na₂O, 26,9 mol.% CaO e 2,6 mol. % de P₂O₅, desenvolvendo um vínculo forte com o osso, que só poderia ser removido se houvesse a sua quebra.⁸

O Biovidro® 45S5 é um cálcio, fosfato de sódio e filossilicato bioativo, que estimula a formação de hidroxiapatita [Ca₁₀(PO₄)₆(OH)₂] e a remineralização dos tecidos duros dentários, por meio da reação com os fluídos corporais.⁹⁻¹⁰ Na Odontologia, o ar abrasivo do Biovidro® pode ser utilizado para remover os tecidos dentais duros, como, esmalte, dentina e cimento. A utilização do Biovidro® por meio de ar abrasivo possui grandes vantagens na preparação das cavidades com ângulos internos arredondados, proporcionando a menor tensão de contração dos compósitos, a ausência de dor durante os procedimentos e a remoção seletiva da dentina cariada.¹¹⁻¹²

Estudos evidenciaram, *in vitro*, a interação dos vidros bioativos com a dentina humana após imersão em saliva, e que todo Biovidro® 45S5 pode aderir à dentina sob estas condições.¹³ Além disso, em 2012, Osório et al.¹⁴ mostraram que há efetividade do Biovidro® 45S5 sobre limitação das metaloproteinases e o favorecimento na remineralização dentária. Dessa forma, visando encontrar evidências científicas em atuação e longevidade química adequada do Biovidro® 45S5 na execução da sua função como matriz e absorção pelo tecido vivo, este trabalho desenvolveu uma revisão de literatura com o objetivo de levantar e analisar artigos de alto impacto literário sobre esse material na aplicação em materiais restauradores na Odontologia.

METODOLOGIA

Este estudo teve como metodologia uma busca ativa de informações nas bases de dados do Pubmed e Science direct. Procurou-se realizar uma pesquisa bibliográfica sobre o tema central deste trabalho, Biovidros® 45S5.

Com a finalidade de delimitar o objeto do estudo e o campo de investigação, optou-se como critério de inclusão, apenas artigos voltados para pesquisa em humanos, revisões de

literatura e no período de pesquisa dos últimos 10 anos, 2005 a 2015. Foram excluídos da nossa busca artigos não publicados e estudos em animais.

Os descritores utilizados para a busca de artigos a respeito de “biovidros” foram: “bioglass, adhesive, enamel, dentin”. Para a localização de artigos sobre o assunto, realizou-se o uso individual e o agrupamento dos descritores, sendo localizados como, bioglass enamel – 20 artigos, bioglass dentin – 32 artigos, bioglass adhesive – 6 artigos e bioglass – 709 artigos.

A seleção dos artigos baseou-se na limitação dos assuntos aos objetivos deste trabalho, sendo desconsiderados por três etapas. Inicialmente pelo título, em seguida pelo resumo e, por fim, pelo texto do artigo que, apesar de aparecerem no resultado da busca, não abordavam o assunto sob o ponto de vista do trabalho. No final da busca, foram utilizados 29 artigos, sendo 26 artigos experimentais e quatro revisões de literatura, para a construção desta revisão literária.

RESULTADOS

De acordo com o objetivo do trabalho, os resultados foram demonstrados no quadro 1 e gráficos 1 e 2.

Quadro 1. *Análise das evidências científicas encontradas*

Autor	Objetivo	Metodologia	Meio de armazenamento	Resultado
Lee et al., 2005 ¹⁵	Analisar <i>in vitro</i> a pasta DP-biovidro no tratamento da hipersensibilidade dentinária	Foi preparado uma pasta DP-biovidro com uma mistura de 20% a 60% de ácido fosfórico. A irradiação do laser CO ₂ foi utilizada para fundir a pasta DP-biovidro, com a finalidade de bloquear os túbulos dentinários expostos Grupo I: DP-Biovidro + 20% ácido fosfórico + laser CO ₂ ; Grupo II: DP-Biovidro + 60% ácido fosfórico + laser CO ₂	Não relatado	A concentração que apresentou melhor resultado na obstrução dos túbulos dentinários foi de 30 % de ácido fosfórico e 60 µm de profundidade de vedação Irradiação com laser de CO ₂ poderia derreter a pasta DP- biovidro e criar cerca de 10 µm de profundidade de vedação A pasta DP- biovidro pode produzir uma vedação dos túbulos dentinários, podendo prolongar o efeito terapêutico
Lee et al., 2005 ¹⁶	Analisar o efeito do biovidro com o auxílio da irradiação de um laser Nd: YAP para conseguir melhor vedação dos túbulos dentinários	Utilizaram 20 molares humanos com 4 parâmetros de energia para difundir o biovidro de composição modificada Grupo I: Biovidro + Nd: YAP 30Hz, 330mJ. Grupo II: Biovidro. +Nd: YAP30Hz, 160mJ Grupo III: Biovidro + Nd: YAP 10hZ, 400mJ. Grupo IV: Biovidro + Nd: YAP 10Hz, 200 mJ.	Água destilada + 0,2 timol	As profundidades obstrutivas dos túbulos de 2 e 10 mm foram alcançadas quando o biovidro sofreu 30 Hz, 160 mJ / pulso (modo GK) e 30 Hz, 330 mJ / pulso (modo GC) Não foi observado fases de transformação após o uso do laser Nd: YAP. A utilização do biovidro acrescido do laser Nd: YAP tem o potencial de uso clínico para tratar a hipersensibilidade da dentina
Chun Kuo et al., 2007 ¹⁷	Investigar o efeito citotóxico da pasta DP-biovidro, em material restaurador intermediário (IRM) e um agente dessensibilizante (Abmindent), em células pulpares de dentes humanos	Utilizaram 25 molares de dentes humanos extraídos de indivíduos de 16 a 40 anos Grupo I: Material restaurador intermediário (IRM); Grupo II: Pasta de vidro DP-Biovidro; Grupo III: Pó de vidro DP-Biovidro; Grupo IV: Albmindent (dessensibilizante)	Soro fetal a 10% com penicilina / estreptomicina	Não houve diferença significativa entre IRM, pasta DP-biovidro e Abmindent. O DP-Biovidro tem capacidade de atingir profundamente a vedação dos túbulos, sendo considerado um material potencial para o tratamento da hipersensibilidade dentinária

Autor	Objetivo	Metodologia	Meio de armazenamento	Resultado
Lee et al., 2007 ¹⁸	Verificar <i>in vitro</i> o uso do sol-gel DP-biovidro no fechamento dos túbulos dentinários para o tratamento da hipersensibilidade dentinária	Utilizaram o sol-gel DP-biovidro em 120 3º molares no tratamento da hipersensibilidade dentinária Grupo A-D: grupo catalizadores (HNO ₃ , NaOH, H ₃ PO ₄); grupo controle (DP-Biovidro) Grupo E-F: One Coat Bond; Self & Protect	Água destilada + 0,2 timol	O melhor desempenho de obstrução do túbulo dentinário foi pelo DP-biovidro catalisado com HNO ₃ . O desempenho do DP-biovidro foi melhor que Seal & Protect, apresentando o maior potencial no tratamento da hipersensibilidade dentinária
Curtis et al., 2010 ¹⁹	Avaliar a formação de apatita nos túbulos dentinários e o fim da hipersensibilidade com a fusão de um nanovidro sol-gel e o biovidro	Foram utilizados dois grupos (n=12) Grupo I: Biovidro Sol-gel; Grupo II: Fusão de pó de Biovidros	Saliva humana	O Grupo II resultou na formação de apatita, firmemente aderente, obstruindo túbulos dentinários expostos O biovidro de tamanho micron formou uma camada de apatita sobre a superfície da dentina. Já o biovidro nanométrico formou hastes de apatita dentro dos túbulos dentinários
Chiang et al., 2010 ²⁰	Criar nanopartículas de CaO com um biomaterial de sílica mesoporosa (NCMS) e testar a sua mistura com 30% de ácido fosfórico para avaliar a efetividade na obstrução dos túbulos dentinários	48 molares humanos foram divididos em grupos (n=16) para o tratamento de superfície com materiais dessensibilizantes Grupo I: Seal & Protect Grupo II: DP-Biovidro Grupo III: NCMS (nano CaO sílica mesoporosa)	Água destilada + 0,2 timol	O Grupo III teve uma redução significativa na permeabilidade da dentina em relação ao grupo II e I O Grupo III tem grandes potenciais de aplicações para o tratamento clínico da hipersensibilidade dentinária
Bakry et al., 2011 ²¹	Analisar as características micromorfológica e química na superfície dentária com ou sem o uso do biovidro e o CO ₂	Estudaram 76 terceiros molares humanos não cariados Grupo I: Não foi aplicada biovidro + sem laser; Grupo II: Biovidro não foi aplicado + laser de CO ₂ ; Grupo III: biovidro + sem laser de CO ₂ ; Grupo IV: biovidro + laser de CO ₂	Água ionizada	O resultado mais eficaz foi obtido pelos grupos III e IV. A camada formada nas superfícies dentinária no grupo III apresentaram placas planas de cristal grandes, no grupo IV foram mais compactas e no grupo III exibiram cristais menores O biovidro 45S5 pode obstruir os túbulos dentinários com cristais de fosfato de cálcio. A aplicação do laser de CO ₂ melhorou a organização mecânica desses cristais
Farmakis et al., 2012 ²²	Avaliar a eficácia de NovaMin e o laser Nd:YAG no tratamento da sensibilidade dentinária	Analisaram 48 molares humanos com a dentina cervical exposta Grupo I: Pasta NovaMin (NM); Grupo II: Nd: YAG (0,5 W, 10 Hz e 50 mJ) (L); Grupo III: NM + L; Grupo IV: L + NM	Soro fisiológico estéril	O grupo I teve menos obliteração dos túbulos dentinários Irradiação do laser sozinho e em combinação com NM mostrou-se superior na obliteração dos túbulos dentinários do que o NM sozinho
Vollenweuder et al., 2007 ²³	Analisar a remoção de dentina cariada usando ar abrasivo de vidro bioativo e a retenção de suas partículas abrasivas e da alumina em dentina desgastada	Foram utilizados 10 molares humanos cariados. Grupo I: Nanopartículas de biovidros (NBG, 45S5); Grupo II: Perioglas (PG)	Solução de timol 0,2%	Após o tratamento por 10 ou 30 dias, o grupo I teve um aumento na remineralização rápida de dentina As propriedades mecânicas das amostras de dentina remineralizada ficaram bem abaixo da estabilidade da dentina natural A remineralização foi facilitada pelo grupo I em relação ao II
Paolinelis et al., 2008 ¹²	Analisar a taxa de remoção de dentina cariada amolecida com o uso do ar abrasivo de vidro bioativo e investigar a retenção de partículas abrasivas de vidro bioativo e alumina em dentina desgastada	Foram utilizados 10 molares cariados Grupo1: Abrasão com alumina – Subgrupo 1.1: Abrasivo 138 kPa -Subgrupo1.2: Abrasivo 413 kPa -Subgrupo1.3: Abrasivo 689 kPa Grupo2: Abrasão com vidro bioativo -Subgrupo2.1: Abrasivo 138 kPa -Subgrupo2.2: Abrasivo 413 kPa -Subgrupo2.3: Abrasivo 689 kPa	Em água	Houve uma maior retenção do grupo II do que o I na dentina A dentina sadia foi removida pelo biovidro a um ritmo menos elevado do que a dentina cariada. O grupo II tornou-se potencialmente mais seletivo para remoção clínica de cárie Embora o alumínio não fosse detectado nas amostras de controle, foi detectado nas amostras de vidros bioativos e presença de sílica nas amostras de alumina

Autor	Objetivo	Metodologia	Meio de armazenamento	Resultado
Osorio et al, 2012 ²⁴	Determinar se cimento contendo material bioativo pode controlar a degradação da matriz de colágeno mediada pela metaloproteinases (MMPs) de dentina condicionada	Dentes humanos foram usados com 10% de ácido fosfórico ou 0,5 mol/L de EDTA em resinas experimentais Grupo I: EDTA + ausência de infiltração de resina; Grupo II: EDTA + Resina com infiltração; Grupo III: EDTA + Resina infiltrada com fosfato b-tricálcio + cimento modificado de silicato de cálcio (Hcat-b); Grupo IV: EDTA + Resina infiltrada com 45S5 Biovidro	Saliva humana	A degradação de colágeno foi maior tanto em ácido fosfórico como com EDTA em dentina Infiltração de resina reduziu a atividade das MMPs em dentina desmineralizada O grupo IV é mais eficaz na proteção de colágeno e remineralização O grupo III agiu no colágeno pelas MMPs apenas em amostras tratadas com EDTA A degradação MMPs dentina é fortemente reduzida em resina infiltrada em dentina
Sauro, 2012 ²⁵	Testar a resistência à microtração de um cimento de ionômero de vidro modificado por resina ligada à dentina pré-tratada com Biovidro 45S5, utilizando várias técnicas de ataque ácidos e ar-abrasivo	Grupo I: carbetto sílico (SiC)+ cimento de ionômero de vidro modificado por resina (CIOVRM); Grupo II: SiC + ácido poliacrílico 10% PAA + CIOVRM; Grupo III: partículas biovidro+ CIOVRM; Grupo IV: ar abrasivo com biovidro + PAA 10% + CIOVRM; Grupo V: biovidro +PAA 10% + CIOVRM; Grupo VI: ar abrasivo com biovidro + PAA 10% + gel PAA 10% + CIOVRM	Solução tampão de fosfato	A camada de interface CIOVRM na dentina não mostrou nenhuma absorção de água, exceto por interdifusão da camada de SiC-abrasivada / PAA Os procedimentos do grupo IV e V podem ser uma estratégia para melhorar a durabilidade e a capacidade de ligação de cura CIOVRM ligada à dentina Os procedimentos com ar abrasivo utilizando uma combinação de biovidro e de fluido PAA, ao invés de biovidro e H ₂ O, podem aumentar a incorporação de partículas de biovidro na dentina
Mousavinasab, 2011 ²⁶	Comparar as forças de flexão do ionômero de vidro modificado por resina contendo vidro bioativo e com uma resina modificada	Grupo I: Ionômero de vidro modificado por resina contendo vidro bioativo (RMGI-BAG) Grupo II: Ionômero de vidro modificado por resina (RMGI)	Não relatado	A adição de 20% em peso do pó de biovidro diminui a força de flexão do material A resistência à flexão do grupo II é menor do que a do grupo I, mas ainda é clinicamente aceitável
Hashimoto, 2010 ²⁷	Avaliar o efeito da composição do monômero de resina sobre o crescimento de cristais na interface da resina/ biovidro	Grupo B7T3: Bis-GMA (70%)-TEGDMA (30%); Grupo B6T3H1: Bis-GMA (60%)-TEGDMA (30%)-HEMA (10%); Grupo B5T3H2: Bis-GMA (50%)-TEGDMA (30%)-HEMA (20%); Grupo B4T3H3: Bis-GMA (40%)-TEGDMA (30%)-HEMA (30%)	Água destilada 24hr (grupo controle) 3-12 meses (grupo experimental)	Presença de cristal na superfície dos discos de resina após 6 meses de armazenamento em água, no grupo B4T3H3 Não houve formação de cristais no grupo controle e os grupos experimentais, mas houve a formação de cristais na matriz de resina e biovidro As composições de monômero da resina têm capacidade de crescimento de cristais em discos contendo biovidro
Sauro, 2012 ²⁸	Avaliar os efeitos de dois sistemas de colagem de resinas contendo Biovidro 45S5 convencional ou vidro bioativo com microfilamentos de poliacrilato de zinco ligado na interface resina-dentina	Grupo A: Resina (Biovidro); Grupo B: Resina (Biovidro + Policarboxilato de zinco); Grupo C: Resina (sem enchimento)	Solução de fluido corporal simulado	A resina do grupo A e B mostrou uma presença de apatita, redução da micropermeabilidade dentro da interface resina-dentina e um aumento dos módulos de elasticidade e dureza na interface de união Os grupos A e B têm um efeito terapêutico sobre as propriedades nano-mecânicas e capacidade de vedação na interface resina-dentina
Sauro, 2012 ²⁹	Testar a resistência à microtração de dois adesivos autocondicionantes ligados à dentina por ar-abrasivo com o uso experimental de pó de biovidro contido no ácido poliacrílico	Grupo I: Grupo controle: SiC (carbetto de sílica) + adesivo + compósito; Grupo II: Ar-abrasivo com 100% Biovidro+ adesivo + compósito; Grupo III: Ar-abrasivo com Biovidro + PAA 15% + adesivo + compósito; Grupo IV: Ar-abrasivo com Biovidro 60% + PAA 40% + adesivo + compósito	Solução tampão de fosfato	Entre os adesivos autocondicionantes, o sistema adesivo Clearfil S3 alcançou índices mais elevados no teste de microtração do que o G. James Bond após 24 h e 6 meses de armazenagem A análise confocal indicou micropermeabilidade grave nas interfaces adesivo dentina usando G. James Bond GB com Biovidros / ácido poliacrílico - 15 e Biovidro/ácido poliacrílico-40 Clearfil S3 não exibiram nenhuma micropermeabilidade na interface resina-dentina

Diante dos 16 artigos experimentais encontrados, 81% dos achados literários acometeram estudos do biovidro relacionados à hipersensibilidade, remineralização e cimento de ionômero de vidro, e os 19% restantes englobaram os estudos relacionados à resina e adesivo (Gráfico 1).

Gráfico 1. Gráfico de Pareto, representando % de prevalência dos estudos encontrados.

A prevalência dos estudos levantados e analisados, separando-os por cinco grupos, e os relacionando com resultados satisfatórios ou insatisfatórios com o uso do biovidro está expressa no Gráfico 2.

Gráfico 2. Gráfico de barra demonstrando % de dados estratificados por assunto

DISCUSSÃO

Este levantamento bibliográfico teve o desígnio de demonstrar os estudos em biotecnologia de materiais restauradores dentários, com o tema central de Biovidros® 45S5. Nesta análise, dos 16 artigos analisados foram ob-

servados resultados satisfatórios em 100% dos achados literários.

Estudo prévio, 2013, comprovou que as partículas do Biovidro® 45S5 têm capacidade de adesão à dentina e formação de camada de hidroxiapatita semelhante à composição do esmalte dos dentes e túbulos dentinários.⁷ Os dados encontrados foram convergentes ao estudo de Lee et al.¹⁵ Já, Bor-Shiunn et al.,¹⁶ associaram o biovidro com a irradiação a laser, obtendo uma melhor vedação na profundidade dos túbulos dentinários e um efeito terapêutico prolongado. Nesse cenário, em 2012, Bakry et al.²¹ analisaram o Biovidro® 45S5, misturado com ácido fosfórico e irradiado com laser de CO2 no tratamento da hipersensibilidade dentinária. Os resultados foram positivos, corroborando aos dados de Farmakis et al.²²

Recentemente, o tratamento da hipersensibilidade com o uso do Biovidro® 45S5 tem sido analisado e testado por vários pesquisadores.^{15-16,19-20,22} Em 2004, analisaram o uso de uma pasta com DP-biovidro no tratamento de sensibilidade dentinária, sendo constatado ser um material em potencial nessa terapêutica.¹⁷ Além disso, avaliaram a eficácia de um nano-vidro sol-gel e pós de biovidros. Os resultados obtidos foram que o tratamento das amostras de dentina com pós de biovidro resultou na formação de apatita contínua, firmemente aderente, obstruindo os túbulos dentinários. Tal abordagem pode ser justificada pela formação de apatita por hidrólise da rede de silicato para produzir uma solução iônica supersaturada, onde íons de sílica sobre a superfície de dentina são condensados e ocorre a cristalização subsequente de um fosfato de cálcio amorfo, resultando na formação de apatita.¹⁹

Em 2010, pesquisadores utilizaram NCMS (nano CaO sílica mesoporosa) misturado com 30% de ácido fosfórico, demonstrando um desempenho na redução da permeabilidade da dentina e tratamento da hipersensibilidade dentinária, devido à precipitação relativamen-

te rápida e a vedação hermética dos túbulos dentinários. Além disso, a pressão da polpa simulada durante o tratamento de superfície de dentina não interferiu com o desempenho da obstrução dos túbulos.²⁰

Além disso, Vollenweuder et al.²³ avaliaram se o vidro bioativo nanoparticulado tem capacidade de remineralização *in vitro*. O resultado obtido foi que a taxa de remineralização é mais elevada por partículas de vidro bioativos de tamanho nanométrico do que micrométrico. No entanto, os autores perceberam que as propriedades mecânicas das amostras de dentina remineralizada foram um pouco diferentes da estabilidade da dentina natural. O motivo dessa falta de reconstituição mecânica pode estar relacionado a um arranjo imperfeito do mineral recentemente depositado dentro da matriz do dente desmineralizado.

Paolinelis et al.¹² perceberam que a dentina cariada foi removida pelo Biovidro® 45S5 a um ritmo mais elevado do que a dentina sadia, tornando a alumina menos seletiva para a remoção clínica de cárie. Além disso, observaram que o alumínio não foi encontrado nas amostras de controle, mas foi detectado nas amostras de vidros bioativos e a presença de sílica nas amostras de alumina. Como justificativa, os autores expõem duas razões: a peça de mão usada tinha uma seção de alumínio e pode ter sido desgastada internamente e a possibilidade de alguma contaminação cruzada durante a troca do material.

Em 2012, pesquisadores concluíram que a matriz de colágeno da dentina pode ser remineralizada na presença de materiais bioativos.¹⁴ Com isso, tiveram como resultado em outra pesquisa que a degradação das metaloproteínases da dentina é reduzida em resina infiltrada e que a inclusão de Biovidro® 45S5 exerceu uma proteção ao colágeno da dentina durante a remineralização. Resultados convergentes foram obtidos por Curtis et al.¹⁹

A teoria contemporânea minimalista na preparação de cavidades restauradoras de-

fende que a remoção de cárie deve resultar na remoção seletiva em dentina infectada, preservando a dentina afetada para possibilitar remineralização por materiais restauradores bioativos.¹² Dados estes que foram ratificados pelo estudo de Sauro et al.²⁹

Vale ressaltar que os avanços recentes em materiais dentários levaram à adição de materiais bioativos aos cimentos de ionômero, resultando em efeitos benéficos, além da liberação de flúor. Em 2011, avaliaram que a resistência à flexão de RMGI-BAG é maior do que a de RMGI.²⁶ Já Hashimoto et al.,²⁷ 2010, perceberam que composições de monômero de resina afetam a capacidade de induzir o crescimento de cristais na superfície dos discos contendo biovidro, demonstrando que a formação de cristais é um comportamento comum em 40% dos biovidros com uma composição hidrófila, B4T3H3, em água, ao longo de seis meses. Resultados semelhantes foram encontrados em outro estudo.²⁵

Os procedimentos de abrasão realizados com Biovidro® 45S5, em combinação com o ácido poliacrílico, podem ser uma estratégia adequada para melhorar a durabilidade do cimento de ionômero de vidro modificado por resina ligado à dentina.²⁸ Além disso, Sauro et al.²⁵ afirmaram que os sistemas de colagem de resina contendo filamentos bioativos podem ter um efeito terapêutico sobre as propriedades nano-mecânicas e capacidade de interface resina-dentina empobrecida em vedação.

CONCLUSÃO

Dessa forma, fica concretizada na literatura a eficácia do Biovidro® 45S5 na aplicação *in vitro* em materiais odontológicos restauradores. No entanto, novas pesquisas com teste de bioatividade, culturas celulares e aplicação *in vivo*, ainda, precisam ser testadas com o intuito de obter maiores avanços na aplicabilidade clínica desse material.

REFERÊNCIAS

- 1 Ramakrishna S, Meyer J, Wintermantel E, Leong KW. Biomedical applications of polymer-composite materials: A review. *Comp Sci Tech* 2001; 61: 1.189-1.224.
- 2 Kaur G, Pandey OP, Singh K, Homa D, Scott B, Pickrell G. A review of bioactive glasses: Their structure, properties, fabrication, and apatite formation. *J Biomed Mater Res- Part A* 2014; 102A: 254-274.
- Hench LL, Polak JM. Third-generation biomedical materials. *Science* 2002; 295 (5577): 1.014-1.017.
- 3 Rehman MN, Ray DE, Ball BS, FU Q, Jung SB, Bonewald LF, TOMSIA AP. Bioactive glass in tissue engineering. *Acta Biomater* 2011; 7(6): 2.355-2.373.
- 4 Zhang R, Ma PX. Poly (a-hydroxyl acids)/hydroxyapatite porous composites for bone tissue engineering I. Preparation and morphology. *J Biomed Mater Res* 1999; 44(4): 446-455.
- 5 Kim SS, Ahn KM, Park MS, Lee JH, Choi CY, Kim BS. A poly(lactide coglycolide/hydroxyapatite composite scaffold with enhanced osteoconductivity. *J Biomed Mater Res* 2007; 80(1): 206-215.
- 6 Jones JR. Review of bioactive glass: From Hench to hybrids. *Acta Biomater* 2015; 9 (Suppl: S53-82): 4.457-4.486.
- 7 Hench LL. The story of Bioglass. *J. Mater Sci Mater Med* 2006; 17: 967-978.
- 8 Wang Z, Sa Y, Sauro S, Chen H, Xing W, Ma X, Jiang T, Wang Y. Effect of desensitising toothpastes on dentinal tubule occlusion: a dentine permeability measurement and SEM in vitro study. *J Dent* 2010; 38: 400-410.
- 9 Sauro S, Watson TF, Thompson I. Dentine desensitization induced by prophylactic and air-polishing procedures: an in vitro dentine permeability and confocal microscopy study. *J Dent* 2010; 38(5): 411-422.
- 10 Banerjee A, Paolinelis G, Socker M, McDonald F, Watson TF. An in vitro investigation of the effectiveness of bioactive glass air-abrasion in the selective removal of orthodontic resin adhesive. *Eur J Oral Sci* 2008; 116(5): 488-492.
- 11 Paolinelis G, Watson TF, Banerjee A. Micro-hardness as a predictor of sound and carious dentine removal using alumina air abrasion. *Caries Res* 2006; 40(4): 292-295.
- 12 Efflandt SE, Magne P, Douglas WH, Francis LF. Interaction between bioactive glasses and human dentin. *J Mater Sci Mater Med* 2002; 13(6): 557-65.
- 13 Osorio R, Yamauti M, Sauro S, Watson TF, Toledano M. Experimental Resin Cements Containing Bioactive Fillers Reduce Matrix Metalloproteinase-mediated Dentin Collagen Degradation. *J Endod* 2012; 38(9): 1.227-1238.
- Lee BS, Tsai HY, Tsai YL, Lan WH, Lin CP. In vitro study of DP-bioglass paste for treatment of dentin hypersensitivity. *Dent Mater J* Dec 2005; 24 (4): 562-9.
- 14 Lee BS, Chang CW, Chen WP, Lan WH, Lin CP. In vitro study of dentin hypersensitivity treated by Nd:YAP laser and bioglass. *Dent Mater*. 2005; 21(6): 511-9.
- 15 Kuo TC, Lee BS, Kang SH, Lin FH, Lin CP. Cytotoxicity of DP-Bioglass Paste Used for Treatment of Dentin Hypersensitivity. *J Endod* 2004; 33(4): 451-454.
- 16 Lee BS, Kang SH, Wang YL, Lin FH, Lin CP. In Vitro Study of Dentinal Tubule Occlusion with Sol-gel DP-bioglass for Treatment of Dentin Hypersensitivity. *Dent Mater J* 2007; 26(1): 52-61.
- 17 Curtis AR, West NX, Su B. Synthesis of nanobioglass and formation of apatite rods to occlude exposed dentine tubules and eliminate hypersensitivity. *Acta Biomater* 2010; 6(9): 3.740-3.746.
- Chiang YC, Chen HJ, Liu HC, Kang SH, Lee BS, Lin FH, Lin HP, Lin CP. A Novel Mesoporous Biomaterial for Treating Dentin Hypersensitivity. *J Dent Res* 2010; 89(3): 236-240.
- 18 Bakry AS, Takahashi H, Otsuki M, Tagamie J. CO2 Laser Improves 45S5 Bioglass Interaction with Dentin. *J Dent Res* 2011; 90(2): 246-250.
- 19 Farmakis ET, Kozyrakakis K, Khabbaz MG, Schoop U, Beer F, Moritz A. In Vitro Evaluation of Dentin Tubule Occlusion by Denshield and Neodymium-doped Yttrium-Aluminum-Garnet Laser Irradiation. *J Endod* 2012; 38(5): 662-666.
- 20 Vollenweider M, Brunner TJ, Knecht S, Grass RN, Zehnder M, IMFELD T, Stark WJ. Grass

- Remineralization of human dentin using ultra-fine bioactive glass particles. *Acta Biomater* 2007; 3(6): 936-943.
- Paolinelis G, Banerjee A, Watson TF. An in vitro investigation of the effect and retention of bio-active glass air-abrasive on sound and carious dentine. *J Dent* 2008; 36(8): 214-218.
- 21 Sauro S, Osorio R, Watson TF, Toledano M. Therapeutic effects of novel resin bonding systems containing bioactive glasses on mineral-depleted areas within the bonded-dentine interface. *J Mater Sci Mater Med* 2012; 23(6): 1.521-32.
 - 22 Mousavinasab SM, Khoroushi M, Keshani F, Hashemi S. Flexural Strength and Morphological Characteristics of Resin-modified Glass-ionomer Containing Bioactive Glass. *J Contemp Dent Pract* 2011; 12(1): 41-46.
 - 23 Hashimoto M, Lijima M, Nagano F, Ohno H, Endo K. Effect of monomer composition on crystal growth by resin containing Bioglass. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2010; 94(1): 127-33.
 - 24 Sauro S, Watson TF, Thompson I, Toledano M, Nucci C, Banerjee A. Influence of air-abrasion executed with polyacrylic acid-Bioglass 45S5 on the bonding performance of a resin-modified glass ionomer cement. *Eur J Oral Sci* 2012; 120(2):168-177.
 - 25 Sauro S, Watson TF, Thompson I, Banerjee A. One-bottle self-etching adhesives applied to dentine airabraded using bioactive glasses containing polyacrylic acid: An in vitro microtensile bond strength and confocal microscopy study. *J Dent* 2012; 40(11): 896-905.

Submetido em: 30/09/2015

Aceito em: 13/11/2015