

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**

**CAMILA SIQUEIRA SILVA COELHO**

**BIOSILICATO® E SUAS APLICAÇÕES NA ODONTOLOGIA**

**Piracicaba**

**2021**

**CAMILA SIQUEIRA SILVA COELHO**

**BIOSILICATO® E SUAS APLICAÇÕES NA ODONTOLOGIA**

Monografia apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Especialista em Dentística.

Orientadora: Profa. Dra. Vanessa Cavalli Gobbo

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À  
VERSÃO FINAL DA MONOGRAFIA  
APRESENTADA PELO ALUNO CAMILA  
SIQUEIRA SILVA COELHO E ORIENTADA  
PELO PROFA. DRA. VANESSA CAVALLI  
GOBBO

Piracicaba

2021

Ficha catalográfica  
Universidade Estadual de Campinas  
Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba  
Marilene Girello - CRB 8/6159

C65b Coelho, Camila Siqueira Silva, 1994-  
Biosilicato® e suas aplicações na odontologia / Camila Siqueira Silva Coelho.  
– Piracicaba, SP : [s.n.], 2021.

Orientador: Vanessa Cavalli Gobbo.  
Trabalho de Conclusão de Curso (especialização) – Universidade Estadual de  
Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Remineralização dentária. 2. Tecidos suporte. I. Cavalli, Vanessa, 1977-. II.  
Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III.  
Título.

Informações adicionais complementares

**Título em outro idioma:** Biosilicate® and its applications in dentistry

**Palavras-chave em inglês:**

Tooth remineralization

Tissue scaffolds

**Área de concentração:** Dentística

**Titulação:** Especialista

**Data de entrega do trabalho definitivo:** 04-10-2021

## DEDICATÓRIA

Àqueles que estiveram comigo do início ao final dessa trajetória, que nos momentos de dificuldade estiveram ao meu lado e nas vitórias comemoram cada uma delas comigo, **minha família**.

## **AGRADECIMENTOS**

À **Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP**, na pessoa do Magnífico Reitor, Prof. Dr. **Antonio José de Almeida Meirelles** à **Faculdade de Odontologia de Piracicaba – FOP/UNICAMP**, na pessoa do seu diretor Prof. Dr. **Francisco Haiter Neto**.

À Profa. Dra. **Giselle Maria Marchi Baron** coordenadora da Especialização em Dentística da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas.

À Profa. Dra. **Vanessa Cavalli Gobbo** pela orientação desse e de outros trabalhos conduzidos durante a especialização.

À funcionária **Juliana Aparecida Ferreira Von Poellnitz** pela atenção e resolução rápida dos problemas.

Muito Obrigada!

## **RESUMO**

Diversos avanços vêm sendo observado na produção de materiais utilizado nas diversas áreas da Odontologia, dentre eles a utilização das vitrocerâmica e biovidro. O Biosilicato® é um exemplo de vitrocerâmica utilizada tanto para a redução da sensibilidade dentinária como para a produção de *scaffolds* em reparos de grandes defeitos ósseos. Embora os estudos *in vitro* e *in vivo* tenham demonstrado aspectos positivos de sua incorporação a biomateriais, é necessário que seus efeitos bioativos sejam evidenciados. Diante do exposto, o objetivo desse estudo foi compilar as evidências disponíveis do uso do Biosilicato® nas diversas áreas da odontologia. Uma busca eletrônica nas bases de dados PubMed/Medline, Scopus foi realizada e os termos “biosilicate” e “dentistry” foram aplicadas com o conector booleano “AND”. A busca incluiu artigos publicados entre janeiro de 2016 e setembro de 2021 e 88 artigos disponíveis para leitura. Após verificação de duplicatas e realização da triagem inicial foram selecionados 19 artigos, entre estudos *in vitro*, *in vivo* ou modelo animal. Os resultados dos estudos indicam que o Biosilicato® empregado na confecção de *scaffolds* para correção de lesões ósseas, medicação intracanal, hipersensibilidade dentinária e aumento na microdureza de superfície após o clareamento dental, apresenta melhores propriedades mecânicas quando comparada a outras vitrocerâmicas e seu potencial de bioatividade é semelhante ao padrão ouro. Estudos clínicos com biomateriais contendo Biosilicato® devem avançar para comprovar os resultados encontrados *in vitro*.

**Palavras-chaves:** Vidro bioativo, Biocerâmica

## **ABSTRACT**

Several advances have been observed in the production of materials used in different areas of Dentistry, including the use of glass-ceramics and bioglass. Biosilicate® is an example of glass-ceramics used both to reduce dentin sensitivity and to produce scaffolds for repairing large bone defects. Although *in vitro* and *in vivo* studies have shown positive aspects of its incorporation into biomaterials, its bioactive effects must be evidenced. Given the above, the aim of this study was to compile the evidence available on the use of Biosilicate® in different areas of dentistry. An electronic search in PubMed/Medline, Scopus databases was performed and the terms “biosilicate” and “dentistry” were applied with the Boolean “AND” connector. The search included articles published between January 2016 and September 2021 and 88 articles available for reading. After checking for duplicates and performing the initial screening, 19 articles were selected from *in vitro*, *in vivo*, or animal model studies. The results of the studies indicate that Biosilicate® was used to make scaffolds for the correction of bone lesions, intracanal medication, dentin hypersensitivity, and increase in surface microhardness after tooth whitening, has better mechanical properties when compared to other glass-ceramics and its potential for bioactivity is similar to the gold standard. Clinical studies with biomaterials containing Biosilicate® must advance to prove the results found *in vitro*.

**Keywords:** Bioactive glass, Bioceramics

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

1P – Uma fase cristalina

2P – Duas fases cristalina

ALP - Atividade da fosfatase alcalina

BS - Bioslicato®

EDX - Espectrometria de energia dispersiva de raios-X

EMR- Espectroscopia Micro-Raman

ERO – Espécies reativas de oxigênio

FCS – Fluido corporal simulado

FTIR - Espectrômetro de infravermelho por transformada de Fourier

GPa – Gigapascal

HAC – Hidroxiapatita carbonatada

IB – Índice de bioatividade

MEV – Microscopia Eletrônica de Varredura

Mpa – Milipascal

OPN - Imunomarcção para osteopontina

PH – Peróxido de hidrogênio

Ra – Rugosidade de superfície

SPG - Enriquecidos com esponja marinha

TBS - Teste de resistência à microtração



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>2 PROPOSIÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>11</b>
<b>4 DISCUSSÃO.....</b>	<b>23</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>25</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>26</b>
<b>ANEXOS</b>	
<b>ANEXO1. Verificação de originalidade e prevenção de plágio.....</b>	<b>32</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, avanços vêm sendo observados nas diversas áreas da odontologia, com a função de melhorar os materiais já desenvolvidos, além de trazer praticidade e uma maior segurança para o paciente. Dentre as mudanças, a utilização das vitrocerâmicas, materiais policristalinos que contêm uma ou mais fases de cristal embutidas em um vidro residual produzidas pelo tratamento térmico controlado de certos vidros, tem se destacado (Montazerian e Zanotto, 2015). A vitrocerâmica Biosilicato® (BS) vem sendo empregada associada a diversos biomateriais, devido à capacidade de promover reações biológica na interface destes, estimulando a proliferação celular, a resposta gênica e a formação de uma ligação entre os tecidos vivos e o material (Montazerian e Zanotto, 2015).

As vitrocerâmicas tem sido empregada para o tratamento de lesões e substituições ósseas ou qualquer outra aplicação na qual a regeneração óssea seja necessária (Crovace et al., 2015), uma vez que sua superfície desenvolve uma camada de hidroxiapatita carbonatada (HAC) biologicamente ativa que se liga ao osso (Hench; 2013). O primeiro e mais conhecido biovidro é o Bioglass® 45S5, desenvolvido por Larry Hench no final dos anos 1960, que tem na composição  $24,5\text{Na}_2\text{O} - 24,5\text{CaO} - 45\text{SiO}_2 - 6\text{P}_2\text{O}_5$  (% em peso). Este vidro exibe o maior índice de bioatividade (IB = 12,5) e ainda é considerado o padrão ouro de materiais bioativos.

Pensando em melhorar as propriedades mecânicas do biovidro, estudos foram conduzidos para aumentar a fase cristalina conferindo maior resistência, sem perder o potencial de bioatividade. Dentre os materiais estudados, o Biosilicato® é a designação da composição particular  $23.75\text{Na}_2\text{O} - 23.75\text{CaO} - 48.5\text{SiO}_2 - 4\text{P}_2\text{O}_5$  (% em peso), através da patente (WO 2004074199 A1) intitulada “Processo e composições para a preparação de biosilicatos particulados, bioativos ou reabsorvíveis para uso no tratamento de doenças orais” foi concedida em 2007 (Zanotto et al., 2007). Esse material é obtido a partir de tratamentos térmicos de duplo estágio controlados, o qual pode ser projetado para compor uma (1P) ou duas fases cristalinas (2P): um silicato de sódio-cálcio ( $\text{Na}_2\text{CaSi}_2\text{O}_6$ ) ou ambos  $\text{Na}_2\text{CaSi}_2\text{O}_6$  e uma fase de fosfato de sódio-cálcio ( $\text{NaCaPO}_4$ ) (Peitl et al., 2001).

O Biosilicato® por apresentar cristalização controlada dos sistemas de vidros, obteve aumento de resistência à flexão média de 4 pontos por um fator de 2,8 em comparação com ao vidro original (de 75 a 210 MPa), valor semelhante ao melhor desempenho mecânico entre as vitrocerâmicas comerciais (Peitl et al., 2001). Em relação ao módulo de elasticidade, também foi encontrado ligeiro aumento, de 60 para 80 GPa. Essa propriedade é responsável por minimizar os efeitos de “proteção contra tensões” (Crovace et al., 2015). Finalmente, o Biosilicato® possui o índice de bioatividade mais alto (IB > 8) entre todos as vitrocerâmicas

comerciais (Crovace et al., 2015). Além de ser um material fácil de cortar e furar, característica importante que permite a fabricação de implantes com formatos diversos para finalidades específicas e adaptações que são realizadas *in situ* pelos cirurgiões durante procedimentos cirúrgicos (Crovace et al., 2015).

Há diversos estudos disponíveis na literatura a respeito dos usos do Biosilicato® nas diversas áreas da odontologia. Diante disso, a presente revisão buscou compilar as evidências existentes e fornecer uma avaliação crítica do uso desta vitrocerâmica. Esta revisão de literatura iniciou com uma busca eletrônica em bases de dados, como PubMed/Medline e Scopus. A pesquisa bibliográfica também foi estendida aos bancos de dados de literatura cinzenta. Algumas combinações de termos em inglês, incluindo “biosilicate” e “dentistry” foram aplicadas nas pesquisas usando o conector booleano “AND”. A busca incluiu artigos publicados entre janeiro de 2016 e setembro de 2021. Foi constatada a presença de 88 artigos disponíveis e após verificação de duplicidade, foi realizada triagem inicial pela leitura do título e resumo. Foram, portanto, selecionados 19 artigos, os quais eram estudos *in vitro*, *in vivo* ou modelo animal. Os artigos, métodos e seus resultados foram compilados para discussão dos achados.

## **2 PROPOSIÇÃO**

O objetivo deste estudo foi realizar uma revisão da literatura das evidências disponíveis a respeito do uso do Biosilicato® nas diversas da Odontologia.

## **3 REVISÃO DE LITERATURA**

### *3.1 Uso de scaffolds de Biosilicato® para cirurgias odontológicas*

Os scaffolds de Biosilicato (BS) são um material altamente bioativo que em contato com o fluido corporal simulado (FCS), forma uma camada de hidroxiapatita carbonatada (HAC) em menos de 24 h (Renno et al., 2013). Esses materiais podem ser utilizados para a reconstrução de grandes defeitos ósseos, como na reconstrução de seios maxilares, apresentando uma nova formação óssea quando comparado a grupos sem adição de BS (Thompson et al., 2019). Contudo, suas estruturas porosas altamente interconectadas, que imitam o osso trabecular humano, exibiram resistência à fratura muito baixa (<0,1 MPa), prejudicando sua aplicação na engenharia de tecido ósseo (Marin et al., 2021).

Marin et al. (2021) realizaram um estudo com o objetivo melhorar as propriedades mecânicas de scaffolds de BS, como a resistência a fratura, por meio da infiltração à vácuo do biovidro F18. Esse biovidro foi escolhido porque exibe notável bioatividade, um amplo

espectro de trabalhabilidade sem cristalização e excelente atividade bactericida (Souza et al., 2017). Esses novos scaffolds apresentaram estrutura porosa altamente interconectada, tamanho de célula em torno de 500 µm e porosidade maior que 80%, que são essenciais para a penetração celular, crescimento de tecido, nova vascularização e entrega de nutrientes (Marin et al., 2021). Além disso, apresentaram resistência à compressão de 3,3 MPa, a qual é próxima do valor previsto e significativamente maior que scaffolds apenas de Biosilicato® com estrutura semelhante.

Além do uso do biovidro F18, o uso de colágeno, através do enriquecimento desses scaffolds com esponja marinha foi estudado para estimular o crescimento tecidual e consolidação óssea em defeitos ósseos de maiores tamanhos (Parisi et al., 2020). Como consequência, foi observado maior fornecimento sanguíneo, contudo esse resultado, não influenciou no desempenho biológico quando comparado com o material sem a esponja marinha (Parisi et al., 2020). Fernandes et al. (2019) observaram que a adição da esponja marinha promoveu maior degradação da amostra em 7 dias, e que progrediu até 21 dias. Então a introdução de esponja marinha no BS constitui uma estratégia adequada para fins de engenharia de tecido ósseo, permitindo a aceleração da degradação do material, o que consequentemente, poderia estimular a substituição do material por osso recém-formado (Fernandes et al., 2019).

### *3.2 Uso do pó de Biosilicato® em enxertos bucais*

O reparo de defeitos ósseos são umas das questões mais desafiadoras do campo da cirurgia oral, especialmente aquelas resultantes de sequelas de patologia ou traumas (Eweida et al., 2014; Horch et al., 2012). Com a utilização do BS foi observado que a organização da matriz nos grupos experimentais foi significativamente melhorada em comparação com grupo controle considerando a organização do colágeno (Bigueti et al., 2019). Da mesma forma, o BS permitiu a produção de organização da matriz óssea semelhante ao osso autógeno particulado, com deposição organizada de colágeno e MMP-2 e disponibilidade de MMP-9, permitindo remodelação óssea satisfatória no período tardio (Bigueti et al., 2019). Sendo considerado uma alternativa viável e eficiente ao enxerto ósseo autógeno.

### *3.3 Aplicação de Biosilicato® na superfície de pilares de implantes*

O sucesso dos implantes dentários depende do estabelecimento e manutenção de uma fixação estável e vedação eficiente entre a superfície do abutment e o tecido mole circundante aos implantes (Grobner-Schreiber et al., 2006). Isso deve-se por que a fixação do

tecido conjuntivo impede a migração apical do epitélio, atuando como uma barreira biológica contra a adesão e penetração de bactérias ao longo do osso alveolar, evitando, por sua vez, a perda óssea nesta região crítica (Esfahanizadeh et al., 2016; Nevins et al., 2008). Portanto, o revestimento de superfícies de implantes e/ou pilares com agentes bioativos tem influência nas respostas locais dos fibroblastos, reduzindo o tempo de cicatrização da ferida (Barros et al., 2019). O Biosilicato® apresenta ótimos valores de bioatividade e com capacidade de estimular a formação de osteoblastos para depositar matriz mineralizada (Crovace et al., 2015; Montazerian e Zanotto, 2016), além de induzir fibroblastos gengivais para proliferar significativamente ao longo do tempo (Kido et al., 2013). Devido a estas propriedades Barros et al. (2019) propuseram o desenvolvimento de um revestimento BS para modular o comportamento do fibroblasto em superfícies de abutment. A utilização desse tratamento térmico da superfície de Zr com BS levou à deposição de um revestimento bioativo, que induziu a disseminação, proliferação, migração de fibroblastos gengivais e expressão de colágeno *in vitro*.

#### *3.4 Associação do Biosilicato® a pastas de material intracanal*

O objetivo do tratamento endodôntico é eliminar colônias microbianas e neutralizar o conteúdo tóxico dentro do sistema de canal radicular (Gomes-Filho et al. 2012). E para este, é utilizado a associação de um preparo mecânico, para a remoção de detritos no canal radicular associado a uma medicação intracanal para limpeza completa do conteúdo microbiológico e redução de endotoxinas (Vera et al. 2012, Xavier et al. 2013). E a medicação intracanal mais utilizada é o hidróxido de cálcio, pois este apresenta atividade antimicrobiana devido à sua capacidade de se dissociar em hidroxila e íons de cálcio, criando um ambiente alcalino desfavorável para a sobrevivência microbiana (Mohammadi & Dummer 2011, Zancan et al. 2016). Além disso, a bioatividade do hidróxido de cálcio induz a formação de tecido mineralizado (Chen et al. 2016, Cintra et al. 2017).

Com isso, estudo foi conduzido para a obtenção de uma medicação que tenha bioatividade a partir da utilização de biovidro ou vitrocerâmica. Uma vez que esse material apresenta a liberação de íons cálcio e sódio aumenta a pressão osmótica e o pH, criando uma atividade antimicrobiana (Stoor et al. 1998, Martins et al. 2011). O BS é uma vitrocerâmica totalmente cristalina que pode ser obtido com uma (BS-1P) ou duas fases cristalinas (BS-2P): silicato de sódio-cálcio ( $\text{Na}_2\text{CaSi}_2\text{O}_6$ ) ou ambos  $\text{Na}_2\text{CaSi}_2\text{O}_6$  e uma fase de fosfato de sódio-cálcio ( $\text{NaCaPO}_4$ ) (Crovace et al. 2016). Quando manipulado na forma de pasta foi observado

que o material é biocompatível, além de promover biomineralização e atividade antimicrobiana compatível ao hidróxido de cálcio (de Araújo Lopes et al., 2020).

### *3.5 Uso de Biosilicato® no tratamento da hipersensibilidade dentinária.*

A hipersensibilidade dentinária é uma condição oral comum, contudo não há um protocolo definido para seu tratamento. Esta condição pode ser definida como resposta dolorosa aos estímulos aplicados nos túbulos dentinários, devido a alterações térmicas, mecânicas, osmóticas dos fluidos dentro dos túbulos dentinários (Rösing et al., 2009; Orchardson et al., 2006). Para essa condição, foi proposto um tratamento com a utilização de uma vitrocerâmica bioativa totalmente cristalizada, a qual promoveria a obturação dos túbulos dentinários pela formação de uma camada de hidroxiapatita carbonatada (Zanotto et al., 2007).

Por apresentar partículas de tamanho micron, foi observado que as partículas de BS, quando em contato com a dentina, reagem rapidamente com o tecido circundante dentro dos túbulos dentinários (Tirapelli et al., 2010). Também foi observado que quando aplicado em maior concentração (10%) e como solução, o BS promoveu maior formação de HAC quando comparado ao BS em gel e em menor concentração (1%) (Tirapelli et al., 2010). Como mecanismo, os melhores resultados foram após 24 h de imersão em saliva artificial, uma vez que a camada de HAC formada na superfície dentinária resiste aos deslocamentos nas imersões (Tirapelli et al., 2010). Quando estes produtos foram avaliados em estudo clínico, observou-se que os dois grupos contendo BS (1 e 10%), foram efetivos no tratamento da hipersensibilidade dentinária (Tirapelli et al., 2011). E dentre estes grupos, a solução de BS 10% apresentaram os melhores resultados, corroborando a indicação deste material no tratamento da hipersensibilidade dentinária (Tirapelli et al., 2001; Tirapelli et al., 2010).

### *3.5 Uso de Biosilicato® para melhorar a resistência de união*

O conceito de tratamento restaurador minimamente invasivo é de realizar restaurações que podem estabilizar o processo cariioso e remineralizar os tecidos duros dentais (Banerjee e Doméjean, 2013; Peters et al., 2010). Substâncias remineralizantes têm sido aplicadas sobre a dentina como pré-tratamento antes de procedimentos adesivos (Sauro e Pashley, 2016). Portanto, os vidros bioativos podem ser alternativa para este fim, pois são capazes de se ligar quimicamente aos tecidos dentários, formando uma camada de hidroxiapatita carbonatada (HCA) que possui composição química semelhante à fase mineral desses tecidos (Gillam et al., 2002).

Observou-se que quando realizada a aplicação de suspensão de micropartículas de BS como pré-tratamento dentinário, este influenciou positivamente a resistência de união do adesivo de condicionamento ácido total quando usado após condicionamento ácido, sem interferir, no entanto, na capacidade de adesão do adesivo autocondicionante à dentina (Moraes et al., 2016). Quando o BS foi utilizado para melhorar a resistência de união em dentina desmineralizada, foi observado aumento da resistência de união quando utilizado adesivos autocondicionantes e de condicionamento total (Chinelatti et al., 2019; Moraes et al., 2018). Ainda, o BS apresentou bons resultados com maiores valores de resistência de união na dentina desmineralizada, quando essa partícula foi associada com a própolis em diferentes concentrações de polifenóis (Geng Vivanco et al., 2021).

Já quando avaliada a resistência de união de selantes de esmalte, não foi observado aumento desta união quando utilizado um pré-tratamento com apenas com BS (Silveira et al., 2019). No entanto, quando o BS foi associado ao condicionamento ácido e aplicação do sistema adesivo, foram encontrados maiores valores de resistência de união, sendo que estes foram independentes de haver ou não contaminação com saliva (Silveira et al., 2019).

### *3.6 Controle de perda mineral utilizando Biosilicato®*

A estrutura do dente está sujeita a constante desmineralização e processos de remineralização na cavidade oral (Zero e Lussi, 2005). Em  $\text{pH} \leq 5,5$ , a reação entre os íons hidrogênio, produzidos pelo metabolismo bacteriano, e o grupo fosfato dos cristais do esmalte leva à dissolução/desmineralização do esmalte. Este processo pode ser revertido em pH normal na presença de íons cálcio e fósforo. Lesões de esmalte incipientes podem ser remineralizadas, principalmente por meio de tratamentos para promover a remineralização, bem como no reparo de “defeitos” naturais produzidos por esses ácidos no fluido do esmalte pelo biofilme e saliva, quando em pH neutro (remineralização) (Cury e Tenuta, 2008).

Nesse contexto, materiais bioativos como o biovidro têm sido utilizados como agentes remineralizantes (Tirapelli et al., 2011; Tirapelli et al., 2010). E quando utilizado em lesões de cárie e erosão, a aplicação de Biosilicato® apresentou maior potencial para redução da perda superficial e desenvolvimento de erosões e lesões de cárie (Chinelatti et al., 2017).

### *3.5 Uso de Biosilicato® associado ao clareamento dental*

Além da perda mineral devido a lesões de cárie ou erosão, já foi descrito na literatura que a realização de protocolos clareadores pode levar a alterações na superfície do

esmalte dentário. Dentre estas, encontram-se alterações morfológicas (Joiner et al., 2006; Cavalli et al., 2010; Cavalli et al., 2018), estruturais (Santos et al., 2016) e nos componentes do esmalte dental (Cavalli et al. 2010), independente da concentração de peróxido de hidrogênio (PH) utilizado. Para minimizar estes efeitos, foi demonstrado que a utilização de um dentifrício experimental contendo micropartículas de Biosilicato® e a pasta contendo micropartículas de BS aumentaram a microdureza de superfície do esmalte tratado após o clareamento caseiro (Pintado-Palomino et al., 2019).

Quando sua utilização foi avaliada em dentina clareada e não clareada, foi possível observar que houve remineralização da dentina clareada, sendo esta uma terapia eficaz para restaurar os danos causados pelo clareamento dentário e condicionamento ácido (Ulbaladini et al., 2020). Esta abordagem não só aumenta os compostos minerais da dentina, mas também melhora a capacidade da dentina de interagir quimicamente com o sistema adesivo (Ulbaladini et al., 2020).

### *3.7 Redução de danos pulpares após tratamento clareador*

A realização de tratamento clareador com peróxido de hidrogênio pode ocasionar alterações na estrutura do substrato dentário, isso acontece pois há uma liberação de  $H_2O_2$ , espécies reativas de oxigênio (EROs), que reagem com moléculas orgânicas e inorgânicas (Berger et al., 2014; Deng et al., 2013; Pinheiro et al., 2010). As EROs podem atingir a polpa dentária devido ao seu baixo peso molecular e os efeitos citopatológicos são mutação, enzimática inativação, degradação de proteínas e celular apoptose ou necrose do tecido (Carminatti et al., 2020). Em um estudo em modelo animal, Carminatti et al. (2020) avaliaram se a adição de BS a um gel clareador de alta concentração, ou a sua utilização como pré ou pós-tratamento influenciaria e minimizar as alterações pulpares. Os autores concluíram que a aplicação prévia de um único gel à base de BS ou gel à base de BS misturado ao gel clareador minimiza o dano pulpar induzido pelo clareamento dental.



Tabela 1. Descrição das principais características dos estudos incluídos nesta revisão de literatura em ordem cronológica

	<b>Autor</b>	<b>Tipo de estudo</b>	<b>Variáveis estudadas</b>	<b>Associação ou não com outros produtos</b>	<b>Conclusão</b>
<b>1</b>	Geng Vivanco et al., 2021	<i>In vitro</i>	<p>Teste de resistência à microtração (TBS);</p> <p>MEV (padrão de fratura e interface adesiva);</p> <p>Biodegradação da dentina - resistência à collagenase bacteriana.</p>	Própolis	A associação dos tratamentos com BS promoveu os maiores resultados de resistência de união em dentina afetada por cárie testada após 24 h. A própolis e a associação dos tratamentos com BS preservaram a dentina na análise de biodegradação
<b>2</b>	Marin et al., 2021	<i>In vitro</i>	Caracterização: MEV, Porosidade, Tamanho da partícula	Biovidro F18	Os scaffolds F18-BS têm alto potencial para cirurgias odontológicas ou craniofaciais que não envolvem condições de alta carga.
<b>3</b>	Ubal dini et al., 2020	<i>In vitro</i>	Espectroscopia Micro-Raman (EMR); Resistência à microtração (RMT)	-	O tratamento em dentina clareada promoveu a deposição mineral na superfície, melhorou a capacidade da dentina de interagir quimicamente com os monômeros adesivos e, conseqüentemente, aumentou a resistência de união resina-dentina.

4	Parisi et al., 2020	Modelo animal	Análise histopatológica e imunohistoquímica	Enriquecidos com esponja marinha (SPG)	Os scaffolds BS e BS/SPG eram biocompatíveis e capazes de apoiar a formação óssea em um defeito ósseo crítico em ratos.
5	Lopes et al., 2020	Modelo animal	Análise de hematoxilina-eosina, luz polarizada e imunomarcção para osteopontina (OPN); Contagem do UFC	-	A pasta experimental de BS foi biocompatíveis e estimulou a biomineralização. Demonstrou atividade antimicrobiana comparável ao Ca(OH) <sub>2</sub> .
6	Carminatti et al., 2020	Modelo animal	Análises histológicas	Peróxido de hidrogênio	Uma única aplicação prévia de gel à base de BS ou gel à base de BS misturado com um gel clareador minimiza o dano à polpa induzido pelo clareamento dental.
7	Silveira et al., 2019	<i>In vitro</i>	Teste de resistência à microtração (TBS)	-	O BS por si só não interfere ou melhora os valores de resistência de união entre selante/esmalte.  O pré-tratamento do esmalte com BS, associado ao condicionamento ácido e aplicação de sistema adesivo, contribuiu para maiores valores de resistência de união selante/esmalte
8	Thompson et al., 2019	Modelo animal	Microscopia de luz, Histomorfometria e	-	Reconstrução dos seios maxilares com BSS permitiu a formação de osso novo

			Imunohistoquímica		satisfatória. A presença de tecido de granulação/fibroso e células inflamatórias associadas ao biomaterial em degradação indicam que novos estudos devem ser realizados.
9	Pintado-Palomino e Tirapelli, 2019	<i>In vitro</i>	Microdureza e Rugosidade de superfície	-	<p>A rugosidade não foi afetada por agentes clareadores dentais no esmalte e dentina ou quando associada a agentes dessensibilizantes;</p> <p>A microdureza foi aumentada por ambas as formulações experimentais contendo BS em esmalte clareado com 16% de PC.</p>
10	Fernandes et al., 2019	<i>In vitro</i>	<p>Análises de pH, perda de massa, espectrômetro de infravermelho por transformada de Fourier (FTIR) e microscopia eletrônica de varredura (MEV);</p> <p>Influência desses compostos na viabilidade celular, proliferação e atividade da fosfatase alcalina (ALP)</p>	Enriquecidos com esponja marinha (SPG)	<p>SPG pode ser introduzido com sucesso em compósitos BS. Além disso, os compósitos BS/SPG apresentaram degradação ao longo do tempo e consequentemente perda de massa.</p> <p>Os dois percentuais de SPG (10% e 20%), associados à BS, são promissores para serem utilizados como parte de compósitos a serem utilizados como enxertos ósseos.</p>

11	Chinelatti et al., 2019	<i>In vitro</i>	Teste de resistência à microtração (TBS); Microscopia Eletrônica de Varredura.	-	O tratamento de superfície com BS influenciou positivamente a adesão à dentina e não alterou a morfologia da interface adesiva.
12	Bigueti et al., 2019	Modelo animal	Avaliação zimográfica; Análise histológica de birrefringência	Enxerto ósseo autógeno particulado	BS permitiu a produção de organização da matriz óssea semelhante ao osso autógeno particulado, com deposição organizada de colágeno e MMP-2 e disponibilidade de MMP-9, permitindo uma remodelação óssea satisfatória no período tardio.
13	Barros et al., 2019	<i>In vitro</i> (Cultura celular)	MEV, a composição química (EDX), a rugosidade da superfície (Ra; microscopia confocal), a energia livre da superfície (goniometria) e a alteração da cor (espectrofotometria UV-vis); Análise celular (Fibroblastos)	Zircônia	Tratamento térmico da superfície de Zr com BS levou à deposição de um revestimento bioativo, que induziu a disseminação, proliferação, migração de fibroblastos gengivais e expressão de colágeno <i>in vitro</i> .
14	Pinto et al., 2018	Modelo animal	Estereomicroscopia, microscopia eletrônica de varredura, análise histopatológica, imunohistoquímica e biomecânica	-	A implantação dos scaffolds BS foi eficaz em estimular a formação de osso novo e produziu um aumento imunoexpressão de marcadores relacionados ao reparo ósseo.
15	Moraes et al., 2018	<i>In vitro</i>	Teste de resistência à microtração (TBS);	Adesivo de condicionamento total	BS aumentou a resistência de união de adesivos

			Microscopia Eletrônica de Varredura; Espectrometria de energia dispersiva de raios-X (EDX)	ou Adesivo autocondicionante	autocondicionantes e condicionadores à dentina desmineralizada.
16	Fernandes et al., 2017	<i>In vitro</i> (Cultura celular)	Caracterização: microscópio eletrônico de varredura (MEV) e espectrômetro de infravermelho por transformada de Fourier de reflexão (FTIR); Avaliação de citotoxicidade, Biocompatibilidade e Osteogênese, Análise Histopatológica e Teste Biomecânico	Laser de baixa potência	Encontrada uma degradação do material melhorada e uma quantidade aumentada de tecido de granulação e osso neoformado.
17	Chinelatti et al., 2017	<i>In vitro</i>	Perfilometria óptica 3D, Microscopia confocal de varredura a laser; Microdureza de superfície	-	Aplicação de BS apresentou maior potencial para redução da perda superficial e desenvolvimento de erosões e lesões de cárie.
18	Vivan et al., 2017	Modelo animal	Microscopia de luz e polarizada, imunohistoquímica, microscopia eletrônica de varredura (MEV) e micro-tomografia computadorizada (ICT)	-	O aumento do seio maxilar com o BS apresentou processo de cicatrização significativamente diferente do HA bovino com FBR intenso, resultando em deficiência na formação óssea, mesmo quando associado ao enxerto ósseo autógeno.
19	Moraes et al., 2016	<i>In vitro</i>	Teste de resistência à microtração (TBS);	-	A aplicação de suspensão de micropartículas de BS como

			Microscopia Eletrônica de Varredura;		pré-tratamento dentinário influenciou positivamente a resistência de união do adesivo total-condicionamento quando usado após o condicionamento ácido; entretanto, não interfere na capacidade de adesão do adesivo autocondicionante à dentina.
--	--	--	--------------------------------------	--	--

## 4 DISCUSSÃO

Um material bioativo pode interagir com o ambiente biológico para provocar uma resposta biológica específica, como a formação de uma camada de hidroxiapatita com a formação de uma ligação entre o tecido e o material (Skallevoid et al., 2019). Além disso, esses materiais são osteocondutores ou osteoindutores (Albrektsson, e Johansson, 2001). E para que esse material seja mais bioativo é necessário que possua uma área de superfície superior com alto potencial de dissolução e, portanto, uma formação de apatita mais acelerada (Vichery e Nedelec, 2016).

O Biosilicato® apresenta algumas características importantes para regeneração do tecido ósseo: é altamente bioativo, osteocondutor, osteoindutor, não citotóxico, não genotóxico e tem propriedades antibacterianas (Crovace et al., 2015). E para que haja a obtenção dessas propriedades, quando em contato com os fluidos da cavidade oral, 5 reações acontecem neste material até a formação da camada de hidroxiapatita carbonatada (HAC) (Hench; 2013), a qual será uma camada mais semelhante à estrutura mineral na qual esse biovidro está sendo usado. Na 1ª reação, íons alcalinos e alcalino-terrosos são liberados no fluido e são substituídos na estrutura do vidro por íons  $H^+$  ou  $H_3O^+$  do fluido. Essa reação causa aumento no pH local, resultando na ruptura das ligações Si–O–Si. Em seguida, o silício é liberado no fluido na forma de silanóis ( $Si(OH)_4$ ) (2ª reação). Se o pH local for inferior a 9,5, o  $Si(OH)_4$  se condensa, formando uma camada de sílica gel polimerizada na superfície do vidro (3ª reação).

A estrutura aberta do gel de sílica permite a continuidade da troca iônica entre o vidro e o fluido. Os íons cálcio e fosfato se difundem do vidro e, em conjunto com os íons cálcio e fosfato do fluido, formam uma camada amorfa de fosfato de cálcio sobre o gel de sílica (4ª reação). Após o aumento da espessura devido ao gel de sílica e à camada amorfa de fosfato de cálcio, a espécie de carbonato incorporada na última camada começa a cristalizar em HAC. Após a formação da camada de HAC, as etapas subsequentes da interação celular ainda não são bem compreendidas. Sabe-se que certos tipos de proteínas irão aderir à camada de HAC e, finalmente, ocorrer a fixação das células osteoprogenitoras; essas células passam por um processo de diferenciação e passam a sintetizar a matriz óssea (Hench et al., 2010).

Com a obtenção dessa hidroxiapatita carbonatada, o Biosilicato® pode ser empregado nas diversas áreas da odontologia com o objetivo da obtenção de um substituto para o tecido mineral perdido, seja por lesão de cárie ou erosão (Chinelatti et al., 2017), por alterações relacionadas ao tratamento clareador (Ubal dini et al., 2020; Pintado-Palomino e Tirapelli, 2019), lesões ósseas (Marin et al., 2021; Parisi et al., 2020) ou durante o tratamento

endodôntico (Lopes et al., 2020). Além disso, o Biosilicato® exibe um amplo espectro de propriedades antimicrobianas, incluindo contra bactérias anaeróbias; seus menores valores de concentração inibitória mínima foram obtidos para microrganismos orais (Martins et al., 2011). É importante ressaltar que esse material possui diversas aplicações na odontologia, além disso apresentou bons resultados nos estudos realizados, reforçando que a sua utilização é benéfica.

O Biosilicato é uma vitrocerâmica totalmente cristalizada que recentemente foi desenvolvida (Biosilicate® - PI 0300644-1) (Zanotto et al., 2007). Este material apresenta uma composição particular:  $24,5\text{Na}_2\text{O} - 24,5\text{CaO} - 45\text{SiO}_2 - 6\text{P}_2\text{O}_5$  (% em peso) e sob tratamentos térmicos controlados pode ser obtida em uma ou duas fases de cristalização (Crovace et al., 2015). O BS já teve seu uso relatado associado a scaffolds os quais são utilizados para correção de pequenos ou grandes defeitos ósseos originados de lesões patológicas ou traumas (Marin et al., 2021; Parisi et al., 2020; Thompson et al., 2019; Fernandes et al., 2019; Bigueti et al., 2019; Pinto et al., 2018; Fernandes et al., 2017; Vivan et al., 2017). Nesses estudos foram observados, que o BS associado ou não a outro componente, induziu a nova formação óssea, assim como apresentou boas propriedades mecânicas quando comparada a outras vitrocerâmica.

Além do seu uso na área de cirurgia buco-maxilo-facial, a utilização do BS foi estudada para melhor a adesão de compósitos a dentina, seja ela hígida ou com lesão de cárie (desmineralizada). E nesses estudos foi observado que a aplicação do BS como um pré-tratamento melhorou a resistência de união em ambas as dentinas (Geng Vivanco et al., 2021; Chinelatti et al., 2019; Moraes et al., 2018; Moraes et al., 2016). Contudo, quando avaliado a utilização desse pré-tratamento de BS antes do uso de selantes, só foi observado um aumento quando o pré-tratamento for associado a aplicação do condicionamento ácido e sistema adesivo (Silveira et al., 2019). Já quando foi avaliada a utilização do BS em dentina clareada e não clareada, observou-se que houve uma remineralização da dentina clareada, sendo os resultados eficazes para restaurar os danos causados pelo clareamento dentário e condicionamento ácido (Ulbaldini et al., 2020). Assim como, o uso do BS foi estudado para hipersensibilidade dentinária, uma vez que a vitrocerâmica iria atuar pela obliteração dos túbulos após a formação da camada de HAC. E foi confirmado, após estudo *in vitro* e estudo clínico, que a aplicação do BS em solução apresentou resultados efetivos para o tratamento dessa condição dolorosa (Tirapelli et al., 2011; Tirapelli et al., 2010).

Diversos são os estudos realizados com o BS, nas diferentes áreas da odontologia, com resultados promissores. Contudo, apenas o estudo da utilização do BS na



hipersensibilidade dentinária foi realizado clinicamente. Há a necessidade da realização de estudos clínicos para confirmação dos resultados encontrados em estudos *in vitro*.

## 5 CONCLUSÃO

O BS apresenta resultados promissores nas diversas áreas da odontologia. Uma vez que esse material apresenta um alto potencial de osteocondutor ou osteoindutor, além do potencial de bioatividade semelhante ao biovidro 45S5. Assim, pode-se concluir que:

- O BS por apresentar alto potencial osteocondutor e osteoindutor pode ser utilizado em scaffolds para a correção de pequenos ou grandes defeitos ósseos. Sendo associado ou não a outros biovidro ou componentes;
- O BS apresentou eficácia comprovada para o tratamento de hipersensibilidade dentinária. Apresentando os melhores resultados quando utilizado como solução e com concentração de 10%;
- A utilização de um pré-tratamento de BS apresentou uma maior resistência de união em dentina hígida, com lesão de cárie ou após o tratamento clareador;
- Pela capacidade do BS em formar uma camada de HAC, foi observado que a sua utilização apresenta uma capacidade de remineralização em lesões de cárie e erosão;
- Quando o BS foi utilizado como um pré-tratamento ou misturado ao gel clareador foi observada uma diminuição dos danos pulpares, em modelo animal, comparado ao uso apenas do peróxido de hidrogênio.

## REFERÊNCIAS

Albrektsson, T.; Johansson, C. Osteoinduction, osteoconduction and osseointegration. *Eur. Spine J.* 2001, 10, S96–S101

de Araújo Lopes JM, Benetti F, Rezende GC, Souza MT, Conti LC, Ervolino E, Jacinto RC, Zanotto ED, Cintra LTA. Biocompatibility, induction of mineralization and antimicrobial activity of experimental intracanal pastes based on glass and glass-ceramic materials. *Int Endod J.* 2020 Nov;53(11):1494-1505. doi: 10.1111/iej.13382.

Barros SAL, Soares DG, Leite ML, Basso FG, Costa CAS, Adabo GL. Influence of Zirconia-Coated Bioactive Glass on Gingival Fibroblast Behavior. *Braz Dent J.* 2019 Jul 22;30(4):333-341. doi: 10.1590/0103-6440201902417.

Banerjee A, Doméjean S. The contemporary approach to tooth preservation: minimum intervention (MI) caries management in general practice. *Prim Dent J.* 2013 Jul;2(3):30-7. doi: 10.1308/205016813807440119.

Berger SB, Pazenhausen R, Martinelli N, Moura SK, Carvalho RV, Guiraldo RD. Effect of bleaching agents on the flexural strength of bovine dentin. *J Contemp Dent Pract.* 2014;15:552-5. doi: 10.5005/jp-journals-10024-1577

Bigueti CC, Cavalla F, Tim CR, Saraiva PP, Orcini W, De Andrade Holgado L, Rennó ACM, Matsumoto MA. Bioactive glass-ceramic bone repair associated or not with autogenous bone: a study of organic bone matrix organization in a rabbit critical-sized calvarial model. *Clin Oral Investig.* 2019 Jan;23(1):413-421. doi: 10.1007/s00784-018-2450-x.

Carminatti M, Benetti F, Siqueira RL, Zanotto ED, Briso ALF, Chaves-Neto AH, Cintra LTA. Experimental gel containing bioactive glass-ceramic to minimize the pulp damage caused by dental bleaching in rats. *J Appl Oral Sci.* 2020 Jun 8;28:e20190384. doi: 10.1590/1678-7757-2019-0384.

Cavalli V, Rodrigues LKA, Paes-Leme AF, Brancalion ML, Arruda MAZ, Berger SB, et al. Effects of bleaching agents containing fluoride and calcium on human enamel. *Quintessence Int.* 2010;41(8):e157-65.

Cavalli V, Rosa DA, Silva DP, Kury M, Liporoni PCS, Soares LE, Martins AA. Effects of experimental bleaching agents on the mineral content of sound and demineralized enamels. *J Applied Oral Sciences*, 2018, in press.

- Chen L, Zheng L, Jiang J, Gui J, Zhang L, Huang Y, Chen X, Ji J, Fan Y. Calcium Hydroxide-induced Proliferation, Migration, Osteogenic Differentiation, and Mineralization via the Mitogen-activated Protein Kinase Pathway in Human Dental Pulp Stem Cells. *J Endod*. 2016 Sep;42(9):1355-61. doi: 10.1016/j.joen.2016.04.025.
- Cintra LTA, Benetti F, de Azevedo Queiroz ÍO, Ferreira LL, Massunari L, Bueno CRE, de Oliveira SHP, Gomes-Filho JE. Evaluation of the Cytotoxicity and Biocompatibility of New Resin Epoxy-based Endodontic Sealer Containing Calcium Hydroxide. *J Endod*. 2017 Dec;43(12):2088-2092. doi: 10.1016/j.joen.2017.07.016.
- Crovace, Murilo C.; Souza, Marina T.; Chinaglia, Clever R.; Peitl, Oscar; Zanotto, Edgar D. Biosilicate® — A multipurpose, highly bioactive glass-ceramic. In vitro, in vivo and clinical trials. *Journal of Non-Crystalline Solids*. 2015:90-110. doi:10.1016/j.jnoncrysol.2015.03.022.
- Cury JA, Tenuta LMA. How to maintain a cariostatic fluoride concentration in the oral environment. *Adv Dent Res*. 2008;20(1):13–6.
- Deng M, Wen HL, Dong XL, Li F, Xu X, Li H, et al. Effects of 45S5 bioglass on surface properties of dental enamel subjected to 35% hydrogen peroxide. *Int J Oral Sci*. 2013;5:103-10. doi: 10.1038/ijos.2013.31
- Esfahanizadeh N, Motalebi S, Daneshparvar N, Akhoundi N, Bonakdar S. Morphology, proliferation, and gene expression of gingival fibroblasts on Laser-Lok, titanium, and zirconia surfaces. *Lasers Med Sci* 2016;31:863-873
- Eweida AM, Nabawi AS, Abouarab M, Kayed M, Habashi E, Etaby A, Khalil MR, Shawky MS, Kneser U, Horch RE, Nagy N, Marei MK. Enhancing mandibular bone regeneration and perfusion via axial vascularization of scaffolds. *Clin Oral Invest*. 2014; 18:1671–1678. <https://doi.org/10.1007/s00784-013-1143-8>
- Fernandes KR, Parisi JR, Magri AMP, Kido HW, Gabbai-Armelin PR, Fortulan CA, Zanotto ED, Peitl O, Granito RN, Renno ACM. Influence of the incorporation of marine spongin into a Biosilicate®: an in vitro study. *J Mater Sci Mater Med*. 2019 May 24;30(6):64. doi: 10.1007/s10856-019-6266-2.
- Fernandes KR, Magri AMP, Kido HW, Parisi JR, Assis L, Fernandes KPS, Mesquita-Ferrari RA, Martins VC, Plepis AM, Zanotto ED, Peitl O, Renno ACM. Biosilicate/PLGA osteogenic effects modulated by laser therapy: In vitro and in vivo studies. *J Photochem Photobiol B*. 2017 Aug;173:258-265. doi: 10.1016/j.jphotobiol.2017.06.002.

- Geng Vivanco R, Tonani-Torrieri R, Souza ABS, Marquele-Oliveira F, Pires-de-Souza FCP. Effect of natural primer associated to bioactive glass-ceramic on adhesive/dentin interface. *J Dent*. 2021 Mar;106:103585. doi: 10.1016/j.jdent.2021.103585.
- Gillam DG, Tang JY, Mordan NJ, Newman HN. The effects of a novel Bioglasss dentifrice on dentine sensitivity: a scanning electron microscopy investigation. *J Oral Rehabil* 2002;29:305–13. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2842.2002.00824.x>.
- Gomes-Filho JE, Watanabe S, Lodi CS, Cintra LT, Nery MJ, Filho JA, Dezan E Jr, Bernabé PF. Rat tissue reaction to MTA FILLAPEX®. *Dent Traumatol*. 2012 Dec;28(6):452-6. doi: 10.1111/j.1600-9657.2011.01096.x.
- Grobner-Schreiber B, Herzog M, Hedderich J, Dück A, Hannig M, Griepentrog M. Focal adhesion contact formation by fibroblasts cultured on surface-modified dental implants: An in vitro study. *Clin Oral Implants Res* 2006;17:736-745.
- Hench LL, Day DE, Holand W, Rheinberger VM. Glass and medicine. *Int. J. App. Glass Sci*. 2010;1 (1): 104–117.
- Hench LL. *An Introduction to Bioceramics*. 2° ed. Imperial College Press, London, 2013.
- Horch RE, Kneser U, Polykandriotis E, Schmidt VJ, Sun J, Arkudas A. Tissue engineering and regenerative medicine—where do we stand? *J Cell Mol Med*. 2012; 16:1157–1165. <https://doi.org/10.1111/j.1582-4934.2012.01564.x>.
- Joiner A. Review of the extrinsic stain removal and enamel/dentine abrasion by a calcium carbonate and perlite containing whitening toothpaste. *Int Dent J*. 2006;56(4):175–80.
- Kido HW, Oliveira P, Parizotto NA, Crovace MC, Zanotto ED, Peitl-Filho O, et al. Histopathological, cytotoxicity and genotoxicity evaluation of Biosilicate glass-ceramic scaffolds. *J Biomed Mater Res - Part A* 2013;101:667-673.
- Martins CH, Carvalho TC, Souza MG, Ravagnani C, Peitl O, Zanotto ED, Panzeri H, Casemiro LA. Assessment of antimicrobial effect of Biosilicate® against anaerobic, microaerophilic and facultative anaerobic microorganisms. *J Mater Sci Mater Med*. 2011 Jun;22(6):1439-46. doi: 10.1007/s10856-011-4330-7.
- Mohammadi Z, Dummer PM. Properties and applications of calcium hydroxide in endodontics and dental traumatology. *Int Endod J*. 2011 Aug;44(8):697-730. doi: 10.1111/j.1365-2591.2011.01886.x.

Montazerian M, Dutra Zanotto E. History and trends of bioactive glass-ceramics. *J Biomed Mater Res A*. 2016 May;104(5):1231-49. doi: 10.1002/jbm.a.35639.

Morais RC, Silveira RE, Chinelatti MA, Pires-de-Souza FCP. Biosilicate as a dentin pretreatment for total-etch and self-etch adhesives: In vitro study. *International Journal of Adhesion & Adhesives*. 2016; 70: 271–276.

de Morais RC, Silveira RE, Chinelatti M, Geraldeli S, de Carvalho Panzeri Pires-de-Souza F. Bond strength of adhesive systems to sound and demineralized dentin treated with bioactive glass ceramic suspension. *Clin Oral Investig*. 2018 Jun;22(5):1923-1931. doi: 10.1007/s00784-017-2283-z.

Nevins M, Nevins ML, Camelo M, Boyesen JL, Kim DM. Human histologic evidence of a connective tissue attachment to a dental implant. *Int J Periodontics Rest Dent* 2008;28:111-121.

Orchardson R, Gillam DG. Managing dentin hypersensitivity. *J Am Dent Assoc*. 2006 Jul;137(7):990-8.

Parisi JR, Fernandes KR, Aparecida do Vale GC, de França Santana A, de Almeida Cruz M, Fortulan CA, Zanotto ED, Peitl O, Granito RN, Rennó ACM. Marine spongin incorporation into Biosilicate® for tissue engineering applications: An in vivo study. *J Biomater Appl*. 2020 Aug;35(2):205-214. doi: 10.1177/0885328220922161.

Peitl O, Zanotto ED, Hench LL. Highly bioactive P2O5–Na2O–CaO–SiO2 glass-ceramics. *J Non-Cryst Solids*. 2001; 292: 115–126.

Pinheiro H, Lopes B, Klautau EB, Cardoso J, Silva BR, Cardoso PE. Influence of bioactive materials used on the dentin surface whitened with carbamide peroxide 16%. *Mat Res*. 2010;13:273-8.

Pinto KNZ, Tim CR, Crovace MC, Rossi BRO, Kido HW, Parizotto NA, Zanotto ED, Peitl O, Rennó AC. Scaffolds of bioactive glass-ceramic (Biosilicate®) and bone healing: A biological evaluation in an experimental model of tibial bone defect in rats. *Biomed Mater Eng*. 2018;29(5):665-683. doi: 10.3233/BME-181016.

Peters MC, Bresciani E, Barata TJE, Fagundes TC, Navarro RL, Navarro MFL, et al. In vivo dentin remineralization by calcium-phosphate cement. *J Dent Res* 2010;89:286–91. <http://dx.doi.org/10.1177/0022034509360155>.

- Renno AC, Bossini PS, Crovace MC, Rodrigues AC, Zanotto ED, Parizotto NA. Characterization and in vivo biological performance of biosilicate. *Biomed Res Int*. 2013; 2013:141427. doi: 10.1155/2013/141427.
- Rösing KR, Fiorini T, Liberman DN, Cavgani J. Dentine hypersensitivity: analysis of selfcare products. *Braz Oral Res*. 2009 June, 23 Suppl 1:56-63.
- Santos LF, Torres CR, Caneppele TM, Magalhães AC, Borges AB. Effect of home-bleaching gels modified by calcium and/or fluoride and the application of nano-hydroxyapatite paste on in vitro enamel erosion susceptibility. *Acta Odontol Scand*. 2016;74(2):121-6.
- Sauro S, Pashley DH. Strategies to stabilise dentine-bonded interfaces through remineralising operative approaches - State of The Art. *Int J Adhes Adhes* 2016;69:39–57
- Silveira RE, Vivanco RG, de Moraes RC, Da Col Dos Santos Pinto G, Pires-de-Souza FCP. Bioactive glass ceramic can improve the bond strength of sealant/enamel? *Eur Arch Paediatr Dent*. 2019 Aug;20(4):325-331. doi: 10.1007/s40368-018-0409-x.
- Skallevold HE, Rokaya D, Khurshid Z, Zafar MS. Bioactive Glass Applications in Dentistry. *Int J Mol Sci*. 2019 Nov 27;20(23):5960. doi: 10.3390/ijms20235960.
- Stoor P, Söderling E, Salonen JI. Antibacterial effects of a bioactive glass paste on oral microorganisms. *Acta Odontol Scand*. 1998 Jun;56(3):161-5. doi: 10.1080/000163598422901.
- Souza MT, Renno A, Peitl O, Zanotto. New highly bioactive crystallizationresistant glass for tissue engineering applications. *Transl. Mater. Res*. 2017; 4: 014002.
- Tirapelli C, Panzeri H, Soares RG, Peitl O, Zanotto ED. A novel bioactive glassceramic for treating dentin hypersensitivity. *Braz Oral Res* 2010;24:381–7. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-83242010000400002>.
- Tirapelli C, Panzeri H, Lara EH, Soares RG, Peitl O, Zanotto ED. The effect of a novel crystallized bioactive glass-ceramic powder on dentine hypersensitivity: a long-term clinical study. *J Oral Rehabil* 2011;38:253-262. doi: 10.1111/j.1365-2842.2010.02157.x
- Thompson FC, Matsumoto MA, Bigueti CC, Rennó ACM, de Andrade Holgado L, Santiago Junior JF, Munerato MS, Saraiva PP. Distinct healing pattern of maxillary sinus augmentation using the vitroc ceramic Biosilicate®: Study in rabbits. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*. 2019 Jun;99:726-734. doi: 10.1016/j.msec.2019.02.011.

Ubal dini A, Pascotto RC, Sato F, Soares VO, Zanotto ED, Baesso ML. Effects of Bioactive Agents on Dentin Mineralization Kinetics After Dentin Bleaching. *Oper Dent*. 2020 May/Jun;45(3):286-296. doi: 10.2341/18-272-L.

Vera J, Siqueira JF Jr, Ricucci D, Loghin S, Fernández N, Flores B, Cruz AG. One- versus two-visit endodontic treatment of teeth with apical periodontitis: a histobacteriologic study. *J Endod*. 2012 Aug;38(8):1040-52. doi: 10.1016/j.joen.2012.04.010.

Vichery, C.; Nedelec, J.M. Bioactive Glass Nanoparticles: From Synthesis to Materials Design for Biomedical Applications. *Materials* 2016, 9, 288.

Vivan RR, Mecca CE, Biguet ti CC, Rennó AC, Okamoto R, Cavenago BC, Duarte MH, Matsumoto MA. Experimental maxillary sinus augmentation using a highly bioactive glass ceramic. *J Mater Sci Mater Med*. 2016 Feb;27(2):41. doi: 10.1007/s10856-015-5652-7.

Zancan RF, Vivan RR, Milanda Lopes MR, Weckwerth PH, de Andrade FB, Ponce JB, Duarte MA. Antimicrobial Activity and Physicochemical Properties of Calcium Hydroxide Pastes Used as Intracanal Medication. *J Endod*. 2016 Dec;42(12):1822-1828. doi: 10.1016/j.joen.2016.08.017.

Zanotto ED, Ravagnani C, Peitl O, Panzeri H, Lara EG. Process and compositions for preparing particulate, bioactive or resorbable biosilicates for use in the treatment of oral ailments. Patent WO 2004074199 A1, 2007.

Zero DT, Lussi A. Erosion – chemical and biological factors of importance to the dental practitioner. *Int Dent J* 2005;55:285-290. doi: 10.1111/j.1875-595X.2005.tb00066.x

## ANEXO1. Verificação de originalidade e prevenção de plágio

### BIOSILICATO® E SUAS APLICAÇÕES NA ODONTOLOGIA

#### RELATÓRIO DE ORIGINALIDADE

<b>4%</b> ÍNDICE DE SEMELHANÇA	<b>4%</b> FONTES DA INTERNET	<b>1%</b> PUBLICAÇÕES	<b>1%</b> DOCUMENTOS DOS ALUNOS
-----------------------------------	---------------------------------	--------------------------	------------------------------------

#### FONTES PRIMÁRIAS

<b>1</b>	<b>pesquisa.bvsalud.org</b> Fonte da Internet	<b>2%</b>
<b>2</b>	<b>livrosdeamor.com.br</b> Fonte da Internet	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.unesp.br</b> Fonte da Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fonte da Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>5</b>	<b>guaiaca.ufpel.edu.br:8080</b> Fonte da Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>6</b>	<b>repositorio.ufpb.br</b> Fonte da Internet	<b>&lt;1%</b>

Excluir citações      Desligado  
Excluir bibliografia      Desligado

Excluir correspondências      Desligado