

JÚLIA MORO DESTRO

**Efeito de diferentes biovidros na redução da
permeabilidade dentinária *in vitro***

**Araçatuba
2022**

JÚLIA MORO DESTRO

**Efeito de diferentes biovidros na redução da
permeabilidade dentinária *in vitro***

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Odontologia de
Araçatuba da Universidade Estadual
Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP,
como parte dos requisitos para obtenção do
título de Cirurgião-Dentista.

Orientador: Profº. Ass. Paulo Henrique Dos
Santos

**Araçatuba
2022**

Dedico esse trabalho a todas as pessoas que se fizeram presentes nessa caminhada, em especial aos meus pais que não mediram forças para que essa etapa fosse concluída.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus pela dádiva da vida e por ter colocado em meu caminho as pessoas que permitiram o meu crescimento pessoal e profissional durante essa jornada.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” por proporcionar uma graduação de excelência, que refletirá em meu sucesso pessoal e profissional.

Em especial aos meus pais, Marinilva e João Marcelo por sempre acreditarem que eu seria capaz e serem o alicerce para a conclusão dessa etapa, sem vocês esse sonho jamais se realizaria. Obrigada por nunca me deixarem desistir, por cada conversa que tivemos e por serem eternamente os meus exemplos de vida. Essa conquista é nossa.

Aos meus avós Ivonete, Moacyr, Cida e Luiz por completarem a minha base familiar e me motivarem durante essa trajetória que se fez muito mais tranquila com o apoio e orações de vocês, serão sempre os meus exemplos.

Ao meu querido Paulo que se fez presente em cada etapa dessa jornada e que sempre me acalmou diante das dificuldades que enfrentei. A minha madrinha Giselda, agradeço os conselhos e ensinamentos que transmite a mim desde pequena. E a toda minha família, tios e tias, que sempre torceram e me incentivaram durante os anos de graduação.

Ao meu orientador, Prof. Ass. Paulo Henrique dos Santos que esteve sempre ao meu lado com seus ensinamentos, conselhos e aprendizados não somente direcionados a faculdade, mas sim para a minha vida. Sempre conversamos sobre tudo, e por vezes se fez como um pai para mim nessa jornada, sou eternamente grata ao senhor.

A Prof^a Dr^a Bruna de Oliveira Reis que mesmo em meio a distância sempre me ajudou com o seu carinho e bondade em todas as explicações, sua atenção e

profissionalismo me fizeram uma pessoa melhor. Sua garra e dedicação pela nossa profissão são exemplos para mim. Levarei todo o aprendizado sempre comigo.

A nossa equipe do departamento de Materiais Dentários e Prótese, Ana Teresa, Henrico, vocês me ensinaram muito durante esses anos, levarei todos os ensinamentos sempre comigo.

A todos professores e funcionários da FOA que me possibilitaram crescer através do aprendizado clínico e científico.

A todos os meus amigos e colegas da graduação, Vitor Hugo, Flavia Liro, Gisele Fridirich, Michael Junio, Emily Correa, Isabela Dornelas, João Vitor, Bruno Urzedo, Laura Ferro, Lorena Louise, vocês foram essenciais nesses anos, tornaram nossas atividades mais prazerosas e pude encontrar amigos que levarei por toda minha vida.

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.”

José de Alencar

DESTRO, J. M. **Efeito de diferentes biovidros na redução da permeabilidade dentinária *in vitro*** 26 j. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2022.

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos da aplicação de diferentes soluções experimentais de biovidros sobre dentina, em relação à permeabilidade dentinária *in vitro*. Para tanto, foram utilizados 50 incisivos bovinos. Após processo para homogeneização dos substratos, os espécimes foram distribuídos de acordo com o agente dessensibilizante utilizado, sendo: Grupo 1 - controle (nenhum tratamento); Grupo 2 - Bioglass® 45S5; Grupo 3 - Biovidro F18; Grupo 4 - Biossilicato gel (BS); Grupo 5 - Desensibilize NanoP® (FGM). Os tratamentos dentinários foram realizados em sessões de 20 minutos diários, durante 15 dias. Além disso, os espécimes foram submetidos a desafio com ácido cítrico para simulação de condições desmineralizadoras do ambiente bucal. As análises de permeabilidade dentinária foram realizadas em todas as amostras, antes e após os procedimentos dessensibilizadores e desafio ácido. Imagens em microscopia eletrônica de varredura (MEV), juntamente com o mapeamento químico através da espectroscopia de energia dispersiva (EDS) foram realizadas para análise qualitativa da dentina. Os dados de permeabilidade dentinária, mensurados através da condutância hidráulica da dentina foram submetidos ao teste de ANOVA dois fatores para medidas e repetidas e pós teste de Tukey ($\alpha=0,05$). Na comparação entre os produtos analisados, após a aplicação dos produtos, os menores valores de condutância hidráulica foram encontrados nos grupos controle, Bioglass 45S5 e Biovidro F18, com diferença estatisticamente significativa para os demais grupos ($p<0,05$). Após o desafio ácido (leituras finais), não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p>0,05$). Dessa forma, concluiu-se que a aplicação dentinária de um dessensibilizante à base de biovidro proporciona um fechamento satisfatório dos túbulos dentinários com eficácia semelhante aos produtos comercializados.

Palavras-chave: Sensibilidade da Dentina; Dessensibilizantes Dentinários; Permeabilidade da Dentina.

DESTRO, J. M. **Effect of different bioglass on the reduction of dentin permeability *in vitro*** 26 j. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2022.

ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate the effects of the application of different experimental bioglass solutions on dentin, in relation to dentin permeability. For that, 50 bovine incisors were used. After the process for homogenizing the substrates, the specimens were distributed according to the desensitizing agent to be used, as follows: Group 1 - control (no treatment); Group 2 - Bioglass® 45S5; Group 3 - Bioglass F18; Group 4 - Biosilicate gel (BS); Group 5 - Desensitize NanoP® (FGM). The dentinal treatments were performed in 20-minute sessions daily for 15 days. In addition, the specimens were subjected to acid challenge with citric acid to simulate demineralizing conditions in the oral environment. Dentin permeability analyzes were performed on all samples, before and after desensitizing procedures and acid challenge. Scanning electron microscopy (SEM) images, along with chemical mapping through energy dispersive spectroscopy (EDS) were performed for qualitative analysis of dentin. The dentin permeability data measured by hydraulic conductance were submitted to two-way repeated measures ANOVA and Tukey test ($\alpha=0.05$). In the comparison between the analyzed products, after application of the products, the lowest values of hydraulic conductance were found in the control, Bioglass 45S5 and Bioglass F18 groups, with a statistically significant difference for the other groups ($p<0.05$). After acid challenge (final readings), there was no statistically significant difference between groups ($p>0.05$). Concluding that the dentinal application of a desensitizer based on bioglass provides a satisfactory closure of the dentinal tubules with similar effectiveness to the commercialized products.

Keywords: Dentin Sensitivity; Dentin Desensitizing Agents; Dentin Permeability.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Condutância hidráulica (L_p ; mean $\pm$ s.d.) da dentina antes e após a aplicação dos diferentes agentes dessensibilizantes.

LISTA DE SIGLA

FOA	Faculdade de Odontologia de Araçatuba - UNESP
EDS	Espectroscopia de energia dispersiva
MEV	Microscopia eletrônica de varredura

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 PROPOSIÇÃO	14
3 MATERIAIS E MÉTODOS	15
4 RESULTADOS	18
5 DISCUSSÃO	23
6 CONCLUSÃO	25
REFERÊNCIAS	26

1 INTRODUÇÃO

A hipersensibilidade dentinária é uma condição clínica caracterizada por dor aguda e de curta duração oriunda de exposição dentinária em resposta a estímulos externos, sendo normalmente térmicos, evaporativos, táteis, osmóticos ou químicos^{1,2,3}. Comumente, está relacionada à perda de esmalte por abrasão, abfração ou erosão, recessão gengival ou perda de cemento devido ao tratamento periodontal⁴. A teoria melhor aceita sobre o mecanismo da hipersensibilidade dentinária foi proposta por Brännström^{1,5} e sugere que os estímulos provocantes da dor aumentariam o fluxo do fluido tubular dentário, ou alterariam a direção deste fluxo, estimulando os nervos ao redor dos odontoblastos, causando sensibilidade¹. Como usual tentativa de reduzir esta condição, aplicam-se agentes dessensibilizantes. Estes por sua vez, podem agir através de basicamente dois mecanismos: redução da excitabilidade da terminação nervosa intradental e obliteração dos túbulos dentinários⁶.

Apesar da numerosa quantidade de agentes de tratamento físico-químicos disponíveis para a hipersensibilidade dentinária, ainda não existe algum considerado como ideal⁷. O tratamento satisfatório para a hipersensibilidade dentinária deve ser eficaz a longo prazo, acessível no valor e simples de usar^{8,9,10}. Os agentes mais comumente utilizados são as pastas dentais, enxaguatórios bucais e géis, pois são não invasivos e possuem relação custo-benefício favorável⁸. Estes agentes irão atuar através da despolarização nervosa ou pela oclusão tubular⁸. Possuem uma combinação de potássio e oxalatos que resultam em um efeito inicial, de íons de potássio, caracterizados por despolarização neutra e consequente bloqueio da passagem de estímulo através do nervo; e um efeito tardio, resultante da obstrução dos túbulos pela formação de cristais de oxalato de cálcio^{8,14}, bloqueando o fluxo de fluidos^{8,11-13} e reduzindo a dor relacionada a hipersensibilidade dentinária⁸. São alguns exemplos de agentes dessensibilizantes apresentados até o momento, os vernizes de cavidades, compostos de cálcio, oxalatos, cloreto de estrôncio, fluoretos⁷, lasers de alta e baixa intensidade^{4,7}, glutaraldeído, dendrímeros, e mais recentemente investigados os biovidros^{1,15-21}.

Biomateriais são produtos considerados seguros, encontrados naturalmente no corpo humano, que se integram facilmente aos tecidos e podem ser produzidos em

grandes quantidades a baixo custo²². São altamente biocompatíveis, e possuem fosfossilicatos de sódio e cálcio como ingredientes ativos¹. Atualmente, estudos *in vitro* mostraram que os materiais bioativos possuem efeitos como a redução de permeabilidade da dentina, oclusão dos túbulos dentinários, resistência a desmineralização ácida²³ e efeitos remineralizantes^{6,23-27}. Devido às suas habilidades em induzir a formação de precipitados de fosfato de cálcio em ambientes líquidos fisiológicos, os biovidros tem sido cada vez mais estudados no campo da remineralização e regeneração de tecidos duros^{1,28}. Sua propriedade de remineralização em conjunto com seu tamanho de partícula apropriado, apresenta potencial na oclusão dos túbulos dentinários, promovem remineralização e inibição da desmineralização da dentina^{1,26,29}, além da possibilidade de apresentar atividades antimicrobianas, podendo ser benéfico para o alívio dos sintomas da hipersensibilidade dentinária pelo fato de inibir a resposta pulpar contra bactérias^{1,30}.

Contudo, apesar de tamanha evolução dos materiais utilizados para o tratamento da hipersensibilidade dentinária, o efeito a longo prazo ainda é considerado insatisfatório, devido ao comportamento destes materiais frente às variações de condições e pH existentes no ambiente bucal. Logo, é esperado que com base em todas as informações obtidas a partir deste estudo, seja possível sugerir um protocolo clínico, eficaz e duradouro, como alternativa para o tratamento da hipersensibilidade dentinária diferente dos já esclarecidos pela literatura.

2 PROPOSIÇÃO

O objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos da aplicação de diferentes agentes dessensibilizantes sobre dentina, em relação à permeabilidade *in vitro*, mensurada através do teste de condutância hidráulica. Duas hipóteses nulas foram testadas: (1) Não haveria alteração na condutância hidráulica da dentina após tratamento com diferentes agentes dessensibilizantes e (2) não haveria diferença na condutância hidráulica da dentina entre os tempos de análise avaliados.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Delineamento Experimental

Dois fatores de estudo foram incluídos nesse trabalho. O primeiro fator em estudo foi o tipo de agente dessensibilizante em 5 níveis (controle – sem aplicação de nenhum produto, Bioglass® 45S5, Biovidro F18, Biossilicato gel - BS, Dessensibilize NanoP®), enquanto o segundo fator de estudo foi o tempo de análise em três níveis (inicial, após o tratamento com os agentes dessensibilizantes e após o desafio ácido erosivo). Dez blocos de dentina bovina serão utilizados para cada grupo. As variáveis resposta foram valores médios de condutância hidráulica da dentina. Os três princípios básicos da experimentação foram respeitados (repetição, aleatorização e blocagem).

3.2 Seleção dos dentes e obtenção dos blocos de dentina

O projeto de pesquisa foi submetido e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da FOA – UNESP (processo #646/2019), e após sua aprovação, foram selecionados 50 incisivos bovinos obtidos a partir de animais com idade entre 24 e 36 meses. Após a extração e obtenção dos dentes, os mesmos foram limpos mecanicamente através de curetas periodontais e em seguida submetidos à profilaxia com auxílio de pedra pomes e água. Para evitar a proliferação bacteriana, os dentes limpos foram armazenados em solução salina fisiológica contendo timol a 0,1% e mantidos em refrigerador em temperatura aproximada a 4°C até o início da execução da pesquisa.

Após a limpeza, os dentes tiveram as coroas separadas das raízes, na junção amelo-cementária, através de cortadeira de precisão Isomet 1000 (Buheler, IL, EUA) sob refrigeração com água. A seguir, as coroas foram submetidas novamente a cortadeira, para obtenção de blocos de dentina, medindo 4mm de largura x 4 mm de comprimento. Ambas as superfícies foram uniformizadas por meio de movimentos giratórios manuais sobre lixas abrasivas de granulação #400 e 600 (T469-SF-Noton, Saint-Gobam Abrasives Ltda, Jundiai, SP, Brasil), até que apresentassem a espessura de aproximadamente 1mm, medidos em paquímetro digital (modelo 500-144B, Mitutoyo Sul América Ltda, SP, Brasil).

3.3 Análise inicial da condutância hidráulica da dentina

Todos os blocos de dentina foram submetidos a um processo de padronização da permeabilidade inicial, mensurada através do teste de condutância hidráulica. Primeiramente, os espécimes foram imersos durante 5 minutos em uma solução de EDTA a 17% (pH 7,4) (Apothicário, Araçatuba, São Paulo, Brasil) para abertura dos túbulos dentinários; lavados com água destilada e armazenados em meio úmido até o momento da análise. Tal procedimento costuma ser empregado com intuito de maximizar a permeabilidade dentinária. Em seguida, os espécimes foram submetidos a um teste de condutância hidráulica inicial para uma padronização quanto as medidas do movimento do fluido através dos túbulos dentinários. Para a realização da análise, cada espécime foi acoplado a um sistema de infiltração de fluido (Aparelho THDO3d, Série WMD 3001, Odeme, Luzerna, Santa Catarina, Brasil), a fim de simular a passagem de fluido pela dentina por pressão intrapulpar, sob uma pressão de trabalho constante de água deionizada de 10psi. Para cada análise, uma nova bolha de ar foi inserida no sistema e o seu deslocamento linear (mm) através do microcapilar (100 µL) medido durante três minutos, por meio de um paquímetro com escala digital. Esta análise foi repetida três vezes para cada espécime. A média aritmética do deslocamento das três bolhas em mm foi calculada, convertida em volume de fluxo (µl/min), e transformada em condutância hidráulica (L_p ; $\mu\text{l.cm}^2/\text{min.cmH}_2\text{O}$). A condutância hidráulica leva em consideração a área do espécime pelo qual a água atravessou ($\text{área} = 0,16\text{cm}^2$), a pressão no sistema (10 psi) e o volume do fluxo (100µl). Foram eliminados os dentes com a condutância hidráulica discrepante, por meio de normalização das medidas obtidas. Os blocos cujos valores se mantiverem em torno da média foram distribuídos aleatoriamente entre os cinco grupos experimentais³¹.

3.4 Aplicação dos agentes dessensibilizantes

Os 50 blocos de dentina foram então divididos em cinco grupos experimentais, de acordo com o agente dessensibilizante utilizado:

- **Grupo 1:** Não recebeu aplicação de nenhum produto, permanecendo armazenados em saliva artificial ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 0,167g; KH_2PO_4 , 0,123g; KCl, 11,2g; $(\text{HOCH}_2)_3\text{CHN}_2$, 2,42g; água destilada; pH 7,0) (Apothicário, Araçatuba, São Paulo, Brasil) por 15 dias consecutivos.

- **Grupo 2:** Recebeu aplicação do biovidro Bioglass® 45S5 (NovaMin® Technology, Alachua, Florida, Estados Unidos) de forma ativa (esfregação) sobre a superfície de dentina com auxílio de um aplicador microbrush, permanecendo em contato com o produto por 20 minutos diários, durante 15 dias consecutivos.

- **Grupo 3:** Recebeu aplicação do biovidro F18 de forma ativa (esfregação) sobre a superfície de dentina com auxílio de um aplicador microbrush, permanecendo em contato com o produto por 20 minutos diários, durante 15 dias consecutivos.

- **Grupo 4:** Recebeu aplicação do biovidro gel (BS) de forma ativa (esfregação) sobre a superfície de dentina com auxílio de um aplicador microbrush, permanecendo em contato com o produto por 20 minutos diários, durante 15 dias consecutivos;

- **Grupo 5:** Recebeu aplicação do dessensibilizante Dessensibilize NanoP® (FGM) de forma ativa (esfregação) sobre a superfície de dentina com auxílio de um aplicador microbrush, permanecendo em contato com o produto por 20 minutos diários, durante 15 dias consecutivos.

Durante os 15 dias de tratamento, após os 20 minutos em contato com os diferentes dessensibilizantes acima descritos, os espécimes dos grupos 2, 3, 4 e 5 foram armazenados individualmente em saliva artificial.

3.5 Análise da condutância hidráulica e pós-tratamento com dessensibilizantes

A análise da condutância hidráulica após aplicação dos diferentes agentes dessensibilizantes sobre a dentina foi realizada da mesma maneira como descrito anteriormente.

3.6 Desafio com ácido cítrico

Para simular condições de acidez comuns no ambiente bucal, como a desmineralização por erosão, após o tratamento em condições neutras descritos acima com os agentes dessensibilizantes, os mesmos espécimes de dentina foram testados quanto ao efeito de remineralização dos produtos, através de análises de micropermeabilidade dentinária antes e após o desafio ácido.

Os blocos de dentina foram submetidos a um ciclo de desafio ácido por sete dias seguindo o seguinte protocolo: imersão na solução em solução de ácido cítrico (1ml/amostra) a 0,5% (pH 2,5) (Apothicário, Araçatuba, São Paulo, Brasil) seis vezes ao dia durante dois minutos, sob agitação. Entre as imersões, foram armazenados em saliva artificial a 37°C.

3.7 Análise final da condutância hidráulica da dentina

A análise da condutância hidráulica dentinária após aplicação dos diferentes materiais sobre a dentina foi realizada da mesma maneira como descrito anteriormente.

3.7 Análise por espectroscopia de energia dispersiva (EDS) em microscópio eletrônico de varredura

Após a análise da micropermeabilidade dentinária, os espécimes de cada grupo foram montados em *stubs* de alumínio, revestidos por carbono e analisados em microscopia eletrônica de varredura (EVO LS-15, Carl Zeiss, Oberkochen, Alemanha). Foram capturadas micrografias da dentina, no aumento de 5000x e foi realizado um mapeamento dos elementos químicos em EDS.

3.8 Análise estatística

Após tabulação, os dados de condutância hidráulica da dentina foram submetidos ao teste de normalidade Shapiro-Wilk e homogeneidade de variâncias. Como os dados apresentaram distribuição normal, ANOVA dois fatores para medidas repetidas e pós Teste de Tukey foram utilizados para comparação entre as médias ($\alpha=0,05$).

4 RESULTADOS

Os resultados de condutância hidráulica da dentina estão apresentados na Tabela 1. Os grupos controle e Bioglass 45S5 apresentaram maiores valores de condutância hidráulica nas leituras finais após o desafio ácido, em comparação as

leituras realizadas após a aplicação dos tratamentos ($p < 0,05$). Os grupos onde foram aplicados o Biossilicato Gel e Desensibilize Nano P apresentaram os maiores valores de condutância hidráulica após a aplicação dos respectivos produtos, em comparação as leituras iniciais e finais ($p < 0,05$). Não houve diferença estatisticamente significativa entre os tempos avaliados para a dentina tratada com Biovidro F18 ($p > 0,05$).

Na comparação entre os produtos analisados, após a aplicação dos produtos, os menores valores de condutância hidráulica foram encontrados nos grupos controle, Bioglass 45S5 e Biovidro F18, com diferença estatisticamente significativa para os demais grupos ($p < 0,05$). Após o desafio ácido (leituras finais), não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p > 0,05$).

Tabela 1: Condutância hidráulica (Lp; média $\pm$ desvio padrão) da dentina antes e após a aplicação dos diferentes agentes dessensibilizantes.

	<i>Inicial</i>	<i>Após tratamento</i>	<i>Final</i>
<i>G1 - Control</i>	0,022 $\pm$ 0,003 B b	0,022 $\pm$ 0,003 B b	0,035 $\pm$ 0,012 A a
<i>G2 - Bioglass 45S5</i>	0,020 $\pm$ 0,003 B b	0,025 $\pm$ 0,007 B b	0,035 $\pm$ 0,012 A a
<i>G3 - Biovidro F18</i>	0,024 $\pm$ 0,004 A ab	0,026 $\pm$ 0,007 A b	0,025 $\pm$ 0,008 A a
<i>G4 - Biossilicato Gel</i>	0,025 $\pm$ 0,003 B ab	0,047 $\pm$ 0,010 A a	0,027 $\pm$ 0,010 B a
<i>G5 - Desensibilize Nano P</i>	0,029 $\pm$ 0,009 B a	0,046 $\pm$ 0,009 A a	0,030 $\pm$ 0,009 B a

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, apresentam diferença estatisticamente significativa entre si ($p < 0,05$)

A imagem em microscopia eletrônica de varredura da dentina dos Grupos 1 a 5 estão ilustrados nas Figuras 1, 3, 5, 7 e 9 respectivamente. Os espectros dos elementos químicos pelo EDS dos Grupos 1 a 5 estão apresentados nas Figuras 2, 4, 6, 8 e 10.

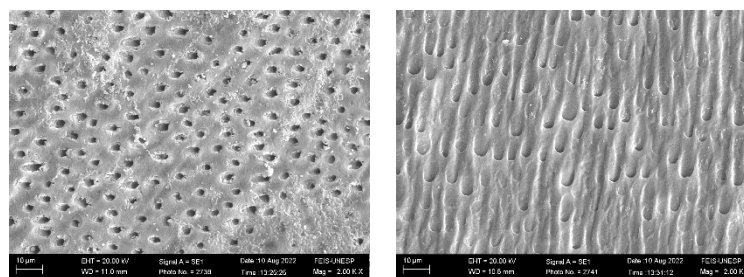


Figura 1: Imagem em microscopia eletrônica de varredura do Grupo 1 (5000x). Imagem da dentina controle (sem nenhum tratamento) e submetida ao ciclo erosivo, respectivamente.

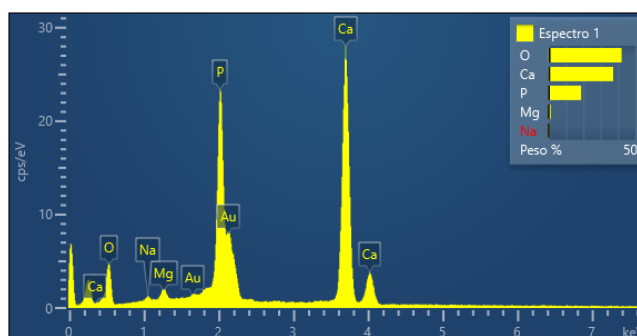


Figura 2: EDS da dentina controle, onde evidencia-se o alto conteúdo de cálcio e fósforo.

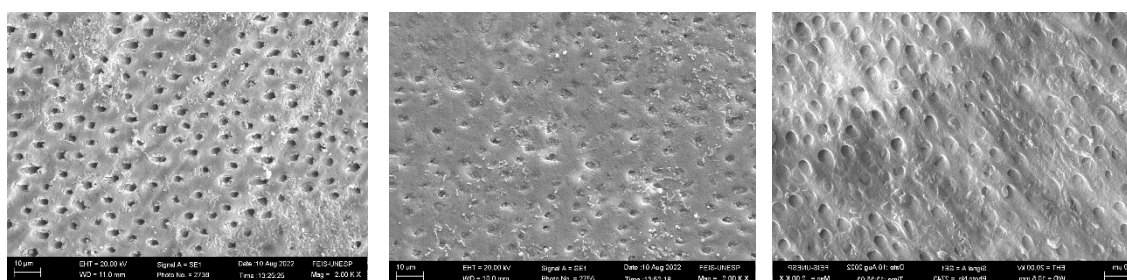


Figura 3: Imagem em microscopia eletrônica de varredura do Grupo 2 (5000x). Imagem da dentina antes da aplicação do biovidro 45S5, após aplicação do biovidro e após o ciclo erosivo, respectivamente.

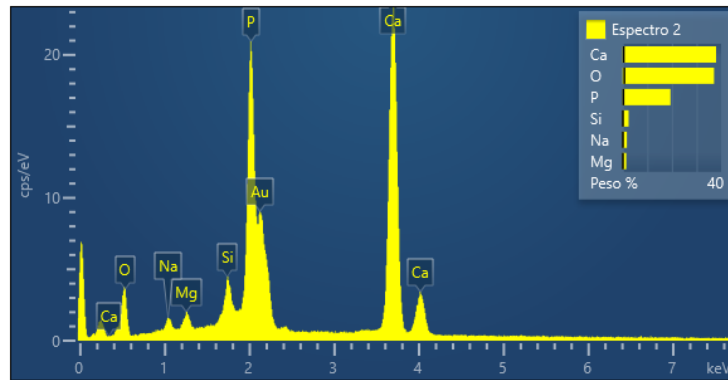


Figura 4: EDS da dentina tratada com biovidro 45S5, onde evidencia-se o alto conteúdo de cálcio e fósforo e a presença de sílcio na superfície.

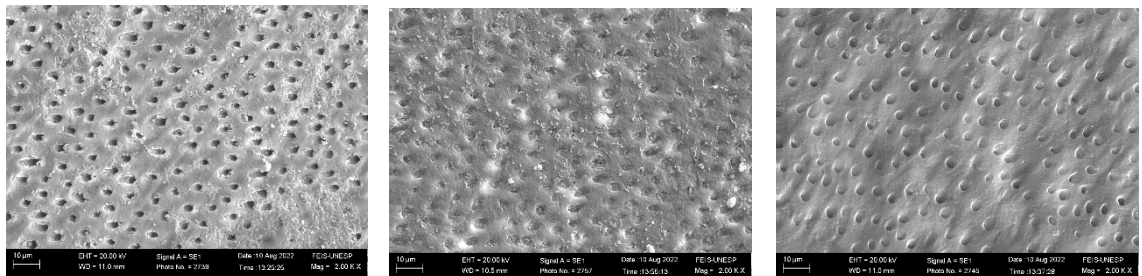


Figura 5: Imagem em microscopia eletrônica de varredura do Grupo 3 (5000x). Imagem da dentina antes da aplicação do biovidro F18, após aplicação do biovidro e após o ciclo erosivo, respectivamente.

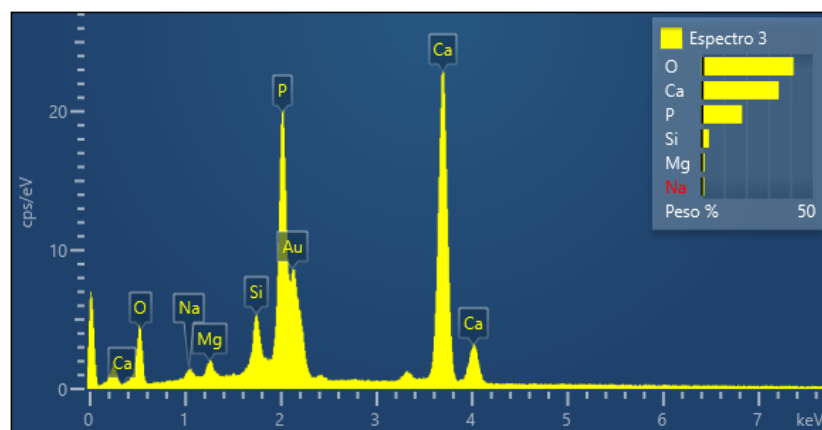


Figura 6: EDS da dentina tratada com biovidro F18, onde evidencia-se o alto conteúdo de cálcio e fósforo e a presença de sílcio na superfície.

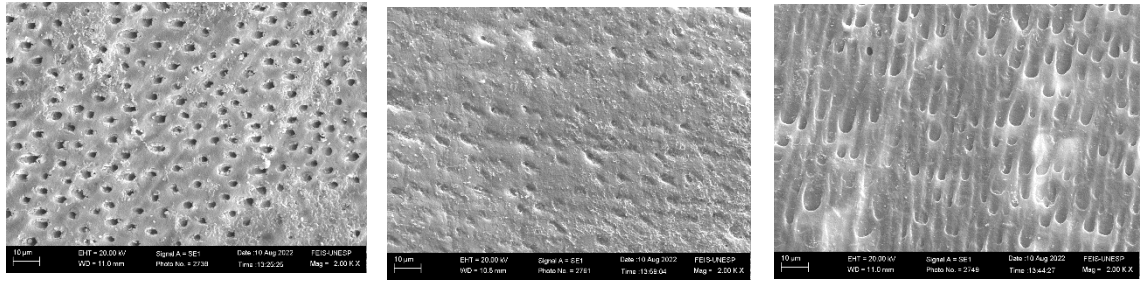


Figura 7: Imagem em microscopia eletrônica de varredura do Grupo 4 (5000x). Imagem da dentina antes da aplicação do Biossilicato Gel, após aplicação do biovidro e após o ciclo erosivo, respectivamente.

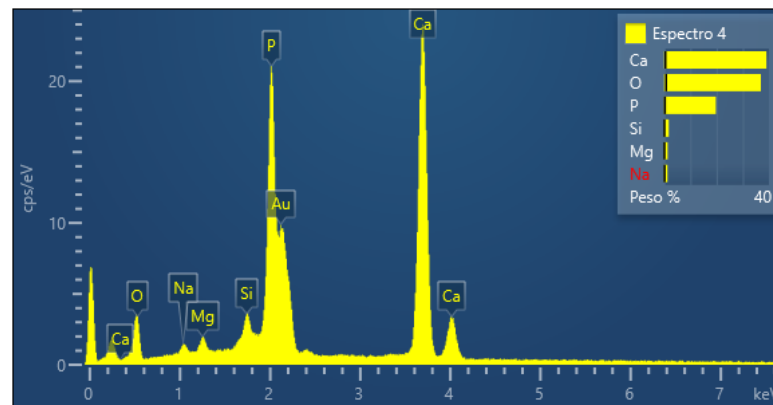


Figura 8: EDS da dentina tratada com Biossilicato Gel, onde evidencia-se o alto conteúdo de cálcio e fósforo na superfície.

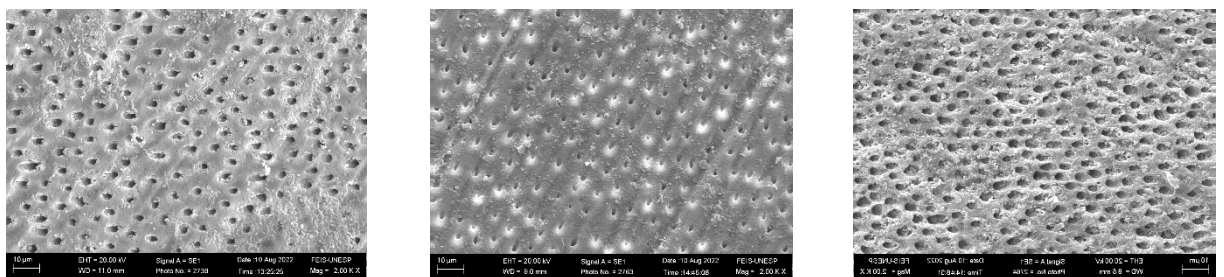


Figura 9: Imagem em microscopia eletrônica de varredura do Grupo 5 (5000x). Imagem da dentina antes da aplicação do Desensibilize NanoP, após aplicação do biovidro e após o ciclo erosivo, respectivamente.

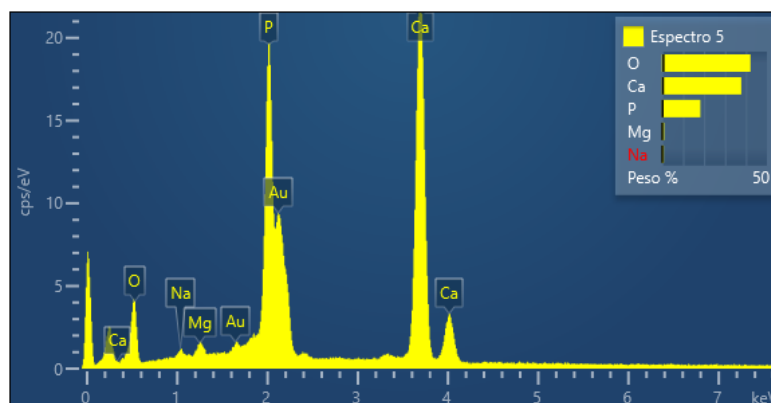


Figura 10: EDS da dentina tratada com Desensibilize NanoP, onde evidencia-se o alto conteúdo de cálcio e fósforo na superfície.

5 DISCUSSÃO

A hipersensibilidade dentinária é uma condição bucal comum, não existindo um produto ou protocolo ideal para seu tratamento³². A teoria melhor aceita sobre o mecanismo da hipersensibilidade dentinária foi proposta por Brännström^{1,5} e sugere que os estímulos provocantes da dor aumentariam o fluxo do fluido tubular dentário, ou alterariam a direção deste fluxo, estimulando os nervos ao redor dos odontoblastos, causando sensibilidade¹. Consequentemente, os produtos odontológicos propostos para tratar a hipersensibilidade dentinária buscam interromper a resposta neural pulpar à dor e/ou bloquear os mecanismos sensitivos por meio da oclusão do túbulo dentinário aberto³². Os materiais bioativos dessensibilizantes têm sido estudados devido à sua possível capacidade de reagir com fluidos corporais depositando hidroxycarbonato apatita dentro de fibrilas de colágeno desmineralizadas, ocluindo túbulos dentinários^{41,42}, princípio que diminuiria a sensibilidade dentinária.

O presente estudo analisou quatro agentes dessensibilizantes, que em geral reduziram a permeabilidade dentinária, como é esperado dos materiais bioativos¹, rejeitando-se, assim, a hipótese nula do estudo. O Biovidro 45S5 é composto por cálcio, fosfato de sódio e filossilicato bioativo, que estimula a formação de hidroxiapatita e a remineralização dos tecidos duros dentários, por meio da reação com os fluídos corporais³⁴. Este agente e o grupo controle apresentaram os maiores valores de condutância hidráulica nas leituras finais após o desafio ácido, em comparação as leituras realizadas após a aplicação dos tratamentos ($p < 0,05$),

rejeitando-se dessa forma, a segunda hipótese nula do estudo (Tabela 1). Em relação a permeabilidade dentinária, ele foi um dos grupos onde se encontrou os menores valores após a aplicação do produto.

As medidas quantitativas realizadas no estudo mostraram que após os tratamentos, os menores valores de permeabilidade dentinária foram encontrados nos grupos controle, Bioglass 45S5 e Biovidro F18, com diferença estatisticamente significativa para os demais grupos ($p < 0,05$). Após o desafio ácido, onde foram realizadas as leituras finais, não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p > 0,05$). Isso sugere eficácia semelhante para a oclusão tubular previamente relatada na literatura de produtos dessensibilizantes^{43,44} e vidros bioativos experimentais^{39,45}, conforme demonstrado também nas imagens em microscopia eletrônica de varredura (Figuras 3 e 5). Os mesmos são capazes de induzir a remineralização por meio da dissolução de íons e osteocondutividade, que cria precipitados de apatita de hidroxicarbonato e oclui mecanicamente os túbulos dentinários^{38,39,40}

O Biovidro F18 foi desenvolvido com a finalidade de expandir o uso dos vidros bioativos, com melhorias em suas propriedades mecânicas, propriedades angiogênicas, anti-inflamatórias e classificado como altamente bioativo³⁶, mostrou-se eficaz nos resultados da permeabilidade dentinária realizados no presente estudo, estando no grupo onde foram encontrados os menores valores, com diferença estatisticamente significativa para os demais grupos ($p < 0,05$).

Uma vitrocerâmica bioativa denominada Biosilicato gel³², foi proposto na literatura como um agente terapêutico para a regeneração do esmalte e da dentina devido à deposição mais rápida de uma camada de hidroxiapatita onde o produto é aplicado, suas partículas parecem reagir rapidamente com o tecido circundante dentro dos microcanais dentinários, promovendo sua oclusão³⁹ (Figura 7). No estudo o material apresentou maiores valores de condutância hidráulica após a sua aplicação, em comparação as leituras iniciais e finais ($p < 0,05$). Os mesmos resultados foram observados para o grupo do material Desensibilize Nano P, que apresenta em sua composição fluoreto de sódio, hidroxiapatita nanométrica e nitrato de potássio que age por difusão ao longo dos túbulos dentinários (Figura 9).³⁷

Ao comparar os tempos de avaliação “após o tratamento” e “após o desafio ácido”, todos os grupos apresentaram estabilidade à resistência ao ácido (Tabela 1). Resultados semelhantes foram descritos por Jung et al. (2019) e Garofalo et al. (2019), ao avaliar os efeitos dos produtos dessensibilizantes na oclusão do túbulo dentinário e no desgaste erosivo^{39,46}, no presente estudo, quando analisado os agentes dessensibilizantes após o desafio ácido, nas leituras finais, não foi constatado diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p>0,05$).

Embora os biovidros tenham sido aplicados dentro de uma padronização a fim de minimizar eventuais erros técnicos na aplicação, é importante destacar que não existem protocolos clínicos pré-estabelecidos que garantam a viabilidade clínica de sua aplicação. Dessa forma, estudos futuros são necessários para comprovar a eficácia do uso dos biovidros como agentes dessensibilizantes, seja através da complementação de estudos laboratoriais como testes de citotoxicidade, seja com estudos clínicos que comprovem *in vivo* e prevenção e/ou redução da sensibilidade dentinária.

6 CONCLUSÃO

Baseado na metodologia realizada, nos resultados obtidos e considerando as limitações do presente experimento *in vitro*, concluiu-se que a aplicação dentinária de um dessensibilizante à base de biovidro proporciona uma redução na condutância hidráulica, com eficácia semelhante ao produto comercialmente disponível.

REFERÊNCIAS

1. MA, Q.; WANG, T.; MENG, Q.; XU, X.; WU, H.; XU, D.; CHEN, Y. Comparison of *in vitro* dentinal tubule occluding efficacy of two different methods using a nano-scaled bioactive glass-containing desensitising agent. **J Dent**, v. 60, p. 63-69, 2017.
2. Canadian Advisory Board of Dentin Hypersensitivity. Consensus-based recommendations for the diagnosis and management of dentin hypersensitivity. **J Can Dent Assoc**, v. 69, p. 221-226, 2003.
3. ORCHARDSON, R.; GILLAM, D. G. Managing dentin hypersensitivity, **J Am Dent Assoc**, v. 137, p. 990-998, 2006.
4. ROSA, R. R.; CALAZANS, F. K.; NOGUEIRA R. D.; LANCELLOTTI, A. C.; GONÇALVES, L. S.; GERALDO-MARTINS, V. R. Effects of different desensitizing treatments on root dentin permeability. **Braz Oral Res**, v. 30, n. 1, e111, oct. 2016.
5. BRÄNNSTROM, M.; LINDEN, L. A.; JOHNSON, G. Movement of dentinal and pulpal fluid caused by clinical procedures, **J Dent Res**, v. 47, p. 679-682, 1968.
6. PALOMINO, K. P.; PEITL, O. F.; ZANOTTO, E. D.; TIRAPELLI, C. A clinical, randomized, controlled study on the use of desensitizing agents during tooth bleaching. **J Dent**, v. 34, p. 1099-1105, 2015.
7. BERKATHULLAH, M.; FAROOK, M. S.; MAHMOUD, O. The Effectiveness of Remineralizing Agents on Dentinal Permeability. **BioMed Research International**, 4072815, sep. 2018.
8. VARONI, E. M.; ZUCCHERI, T.; CARLETTA, A.; PALAZZO, B.; COCHIS, B.; COLONNA, M.; RIMONDINI, L. In vitro efficacy of a novel potassium oxalate hydrogel for dentin hypersensitivity. **Eur J Oral Sci**, v. 125, p. 151-159, 2017.
9. PORTO, I. C. C. M.; ANDRADE, A. K. M.; MONTES, M. A. J. R. Diagnosis and treatment of dentinal hypersensitivity. **J Oral Sci**, v. 51, p. 323-332, 2009.

10. CHU, C. H.; LAM, A.; LO, E. C, M. Dentin hypersensitivity and its management. **Gen Dent**, v. 59, p. 115-122-124, 2011.
11. PASHLEY, D. H. Dentine permeability and its role in the pathobiology of dentine sensitivity. **Arch Oral Biol**, v. 39, p. 73-80, 1994.
12. PASHLEY, D. M.; O'MEARA, J. A.; KEPLER, E. E.; GALLOWAY, S. E.; THOMPSON, S. M.; STEWART, F. P. Dentin permeability. Effects of desensitizing dentifrices in vitro. **J Periodontol**, v. 55, p. 522-525, 1984.
13. GREENHILL, J. D.; PASHLEY, D. H. The effects of desensitizing agents on the hydraulic conductance of human dentin in vitro. **J Dent Res**, v. 60, p. 686-698, 1981.
14. MUZZIN, K. B.; JOHNSON, R. Effects of potassium oxalate on dentin hypersensitivity in vivo. **J Periodontol**, v. 60, p. 151-158, 1989.
15. MARKOWITZ, K.; PASHLEY, D. H. Personal reflections on a sensitive subject, **J. Dent. Res.**, v. 86, p. 292–295, 2007.
16. WANG, T. D.; YANG, L.; WANG, H. L. Use of poly (amidoamine) dendrimer for dentinal tubule occlusion: a preliminary study. **PLoS One**, v. 10, n. 4, e0124735, apr. 2015.
17. MORRIS, M. F.; DAVIS, R. D.; RICHARDSON, B. W. Clinical efficacy of two dentin desensitizing agents. **Am J Dent**, v, 12, p. 72-76, 1999.
18. DAVIES, M.; PAICE, S. B.; JONES, S.; LEARY, A. R.; CURTIS, N. X. West, Efficacy of desensitizing dentifrices to occlude dentinal tubules. **Eur J Oral Sci**, v. 119, p. 497-503, 2011.
19. PILLON, F. L.; ROMANI, I. F.; SCHMIDT, E. R. Effect of a 3% potassium oxalate topical application on dentinal hypersensitivity after subgingival scaling and root planning. **J Periodontol**, v. 75, p. 1461–1464, 2004.

20. GILLAM, D.G.; NEWMAN, H. N.; DAVIES, E. H.; BULMAN, J. S.; TROULLOS, E. S.; CURRO, F. A. Clinical evaluation of ferric oxalate in relieving dentine hypersensitivity. **J Oral Rehabil**, v. 31, p. 245–250, 2004.
21. LYNCH, E.; BRAUER, D. S.; KARPUKHINA, N.; GILLAM, D. G.; HILL, R. G. Multi-component bioactive glasses of varying fluoride content for treating dentin hypersensitivity. **Dent Mater**, v. 28, p. 168–178, 2002.
22. LOWE, B.; OTTENSMEYER, M. P.; XU, C.; HE, Y.; YE, Q.; TROULIS, M. J. The Regenerative Applicability of Bioactive Glass and Beta-Tricalcium Phosphate in Bone Tissue Engineering: A Transformation Perspective. **J Funct Biomater**, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30909518> v. 10, 2019.
23. WANG, Z; JIANG, T.; SAURO, S.; PASHLEY, D. H.; TOLEDANO, M.; OSORIO, R. The dentine remineralization activity of a desensitizing bioactive glass-containing toothpaste: an in vitro study. **Aust Dent J**, v. 56, p. 372–381, 2011.
24. TSCHOPPE, P.; ZANDIM, D. L.; MARTUS, P.; KIELBASSA, A. M. Enamel and dentine remineralization by nano-hydroxyapatite toothpastes. **J Dent**, v. 39, p. 430– 437, 2011.
25. FORSBACK, A.P.; AREVA, S.; SALONEN, J. I. Mineralization of dentin induced by treatment with bioactive glass S53P4 in vitro. **Acta Odontol Scand**, v. 62, p. 14–20, 2004.
26. VOLLENWEIDER, M.; BRUNNER, T. J.; KNECHT, S.; GRASS, R. N.; ZEHNDER, M.; IMFELD, T. Remineralization of human dentin using ultrafine bioactiveglass particles. **Acta Biomater**, v. 3, p. 936–943, 2007.
27. TIRAPELLI, C.; PANZERI, H.; SOARES, R. G.; PEITL, O.; ZANOTTO, E. D. A novel bioactive glass-ceramic for treating dentin hypersensitivity. **Braz Oral Res**, v. 24, p. 381–387, 2010.

28. RAHAMAN, M. N.; DAY, D. E.; BAL, B. S.; FU, Q.; JUNG, S. B.; BONEWALD, L. F. Bioactive glass in tissue engineering. **Acta Biomater**, v. 7, p. 2355–2373, 2011.

29. CURTIS, A. R.; WEST, N. X.; SU, B. Synthesis of nanobioglass and formation of apatite rods to occlude exposed dentine tubules and eliminate hypersensitivity. **Acta Biomater**, v. 6, p. 3740–3746, 2010.

30. BAKRY, A. S.; TAMURA, Y.; OTSUKI, M.; KASUGAI, S.; OHYA, K.; TAGAMI, J. Cytotoxicity of 45S5 bioglass paste used for dentine hypersensitivity treatment. **J Dent**, v. 39, p. 599–603, 2011.

31. JOÃO-SOUZA, S.H.; MACHADO, A.C.; LOPES, R.M.; ZAZELL, D.M.; SCARAMUCCI, T.; ARANHA, A.C.C. Effectiveness and acid/tooth brushing resistance of in-office desensitizing treatments - A hydraulic conductance study. **Arch Oral Biol**, v. 96, p. 130-136, 2018.

32. TIRAPELLI, C; PANZERI, H; SOARES, G. R; PEITL, O; ZANOTTO, D, E; A novel bioactive glass-ceramic for treating dentin hypersensitivity. **Braz Oral Res**. 2010 Oct-Dec;24(4):381-7

33. AARAI, G, A, C; CHAN, N, C,D; GIANNINP, M; Effects of desensitizing agentes on dentinal tubule occlusion. **J Appl Oral Sci** 2004; 12(2):144-8

34. FRAZÃO, A, C, M; SILVA, V, G; LINHARES, S, T; LAGO, N, D, A; LIMA, M, D; Biovidro 45S5: um avanço biotecnológico nos materiais restauradores da odontologia. Faculdade de Odontologia de Lins/Unimep 25(2) 47-55, jul.-dez. 2015
35. MIGLANI, S; AGGARWAL, V; AHUJA, B; Dentin hypersensitivity: Recent trends in management. J Conserv Dent. 2010 Oct;13(4):218-24. doi: 10.4103/0972-0707.73385. PMID: 21217949; PMCID: PMC3010026.
36. CAMPANINI, L, A; Avaliação da atividade bactericida do biovidro F18 e F18 com prata para aplicações médicas. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2015.
37. MARÍN, C; BOTTAN, R, E; DEGOBI, L, B; MAGNANI, N; Effectiveness of two desensitizing pastes in the control of dentin hypersensitivity in patients with gingival recession. 2013; 21(41-42): 47-54 <http://dx.doi.org/10.15603/2176-1000/odonto.v21n41-42p47-54>
38. CHIANG, Y, C; CHEN, H, J; LIU, H, C; KANG S, H; LEE, B, S; LIN, F, H; LIN, C, P A novel mesoporous biomaterial for treating dentin hypersensitivity, **J. Dent. Res.** 89 (2010) 236-240.
39. JUNG, J, H; KIM, D, H; YOO, K, H; YOON, S, Y; KIM, Y; BAE, M, K; CHUNG, J; KO, C, C; KWON, Y, H; KIM, Y, I; Dentin sealing and antibacterial effects of silver-doped bioactive glass/mesoporous silica nanocomposite: an in vitro study, **Clin. Oral. Investig.** 23 (2019) 253-266.
40. TIAN, L; PENG, C; SHI, Y; GUO, X; ZHONG, B; QI, J; WANG, G; CAI, Q; CUI, F; Effect of mesoporous silica nanoparticles on dentinal tubule occlusion: an in vitro study using SEM and image analysis, **Dent. Mater. J.** 33 (2014) 125-132.
41. HUANG, F, M; CHANG, Y, C; Cytotoxicity of dentine-bonding agents on human pulp cells treated with inorganic fluorides, **Int. Endod. J.** 35 (2002) 905-909.

42. FORSBACK, A, P; AREVA, S; SALONEN, J, I; Mineralization of dentin induced by treatment with bioactive glass S53P4 in vitro. **Acta. Odontol. Scand.** 62 (2004) 14-20.
43. DURAN, I; SENGUN, A; HADIMLI, H, H; ULKER, M; Evaluation of Antibacterial Effectiveness of Desensitizers against Oral Bacteria. **Eur. J. Dent.** 2 (2008) 43-47.
44. REIS, C; DE-DEUS, G; LEAL, F; AZEVEDO, E; COUTINHO-FILHO, T; PACIORNIK S; Strong effect on dentin after the use of high concentrations of citric acid: an assessment with co-site optical microscopy and ESEM. **Dent. Mater.** 24 (2008) 1608-1615.
45. MA, Q; WANG, T; MENG, Q; XU, X; WU, H; XU, D; CHEN, Y; Comparison of *in vitro* dentinal tubule occluding efficacy of two different methods using a nano-scaled bioactive glass-containing desensitizing agent. **J. Dent.** 60 (2017) 63-69.
46. COMAR, L, P; SOUZA, B, M; GRACINDO, L, F; BUZALAF, M, A; MAGALHÃES, A, C; Impact of experimental nano-HAP pastes on bovine enamel and dentin submitted to a pH cycling model, **Braz. Dent. J.** 24 (2013) 273-278.