

Renata Nardy Ribeiro, Rosangela Maria Ferreira da Costa e Silva, Walison Arthuso Vasconcellos, João Pedro Vianna Braga, Andrea de Oliveira Barros Ribon e Ângela Leão Andrade. Preparação e caracterização de pasta dental contendo vidro bioativo e antimicrobiano para potencial uso na hipersensibilidade dentinária. In Propriedades e Aplicações dos Biomateriais, Editores Carlos Nelson Elias, Ana Karine Rocha de Andrade Nattrodt e Roberto Hirsch Monteiro. Edição digital 2022.

PREPARAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE PASTA DENTAL CONTENDO VIDRO BIOATIVO E ANTIMICROBIANO PARA POTENCIAL USO NA HIPERSENSIBILIDADE DENTINÁRIA

Renata Nardy Ribeiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0599-5097>

Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil

E-mail: renatanardyr@gmail.com

Rosangela Maria Ferreira da Costa e Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6792-2558>

Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, Brasil

E-mail: rosangela_ferreirafeliz@yahoo.com.br

Walison Arthuso Vasconcellos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6482-0946>

Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil

E-mail: vasconcelloswa@yahoo.com.br

João Pedro Vianna Braga

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8435-4727>

Universidade Federal de Viçosa, Brasil

E-mail: joao.p.braga@ufv.br

Andrea de Oliveira Barros Ribon

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-84853075>

Universidade Federal de Viçosa, Brasil

E-mail: abribon@ufv.br

Ângela Leão Andrade

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0888-5072>

Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil

E-mail: angelaleao@ufop.edu.br

RESUMO

A hipersensibilidade dentinária (HD) é caracterizada por dor de curta duração, bem localizada, exacerbada aos estímulos sensoriais térmicos, químicos, osmóticos e táteis, originada em dentina exposta ao meio bucal, e que não pode ser explicada por nenhuma outra patologia dental. Embora ela seja uma das queixas mais comuns de pacientes em clínicas odontológicas, não existem tratamentos confiáveis para essa condição. O objetivo desse trabalho foi desenvolver uma formulação de creme dental contendo extrato de ginseng brasileiro e de erva doce, e um compósito de vidro bioativo originado da planta *Equisetum hyemalle*. Esse creme dental, sem flúor, está sendo preparado para ser usado na redução da sensibilidade dentinária. Experimentos iniciais de estabilidade a temperatura ambiente e acelerada (em estufa a 50 °C) comprovaram a estabilidade físico-química das formulações desenvolvidas. Os extratos de ginseng e erva doce apresentaram atividade antimicrobiana contra o microrganismo *S. mutans*. Estudo preliminar de eficácia de tratamento da HD utilizando o creme dental preparado nesse trabalho foi feito. Imagens de microscopia eletrônica de varredura feita em dentes incisivos bovinos que apresentavam a dentina aberta, após ser utilizado o creme dental, mostraram resultados satisfatórios do creme dental no controle fechamento dos túbulos dentinários. Outros estudos serão feitos a fim de aumentar mais eficácia desse creme dental no tratamento da HD.

Palavras-chave: *Hipersensibilidade dentinária. Creme dental. Vidro bioativo.*

1. Introdução

A hipersensibilidade dentinária (HD) é caracterizada por dor de curta duração, bem localizada, exacerbada aos estímulos sensoriais térmicos, químicos, osmóticos e táteis, originada em dentina exposta ao meio bucal, e que não pode ser explicada por nenhuma outra patologia dental¹. Por este motivo, o portador de HD pode sentir dor durante as refeições, ao ingerir líquidos e escovar os dentes.

Apesar de ter etiologia multifatorial, é necessário que a dentina esteja exposta, o que faz com que seu sistema tubular fique aberto. Isso ocasiona um movimento do fluido e libera uma resposta neural na polpa², levando à dor. A exposição da dentina comumente ocorre devido a perda do esmalte ou pela recessão gengival que pode ser causada por diversos fatores como fricção (escovação com força excessiva), biocorrosão decorrente de ácidos endógenos e exógenos (devido a cremes dentais abrasivos, controle deficiente de placa bacteriana, *piercings* faciais e doença periodontal), oclusão traumática (predisposição anatômica, tratamento ortodôntico e apertamento dental), dentre outros^{1,3}.

As teorias sobre os mecanismos de condução da dor dentro da dentina são diversas e controversas. A teoria hidrodinâmica, desenvolvida em 1962 por Brännström⁴, propõem a explicação mais comumente aceita para esse fenômeno⁵. Esse mecanismo preconiza que a sensação dolorosa é percebida após estímulo sensorial na dentina exposta. Isso leva a um movimento rápido do fluido em qualquer direção, para dentro ou para fora dos túbulos dentinários¹. Esse deslocamento do fluido determina uma variação na pressão intrapulpar, que estimula as terminações nervosas localizadas na interface polpa-dentina e, assim, resulta na geração de impulsos de dor¹.

Inúmeros agentes dessensibilizantes estão disponíveis comercialmente para uso caseiro ou em consultório. No entanto, não há um tratamento considerado ideal para todos os casos. Neste contexto diversos pesquisadores tem buscado alternativas para amenizar o desconforto devido a HD⁶. Os principais mecanismos de estudo de redução de HD são: (1) bloqueio da ativação neural ou (2) bloqueio da transmissão do estímulo doloroso. Para isso, existem substâncias que provocam oclusão química (precipitação de minerais na entrada dos túbulos), ou física (bloqueio do estímulo nervoso por meio de partículas ou nanopartículas depositadas nos túbulos) dos túbulos, ou ainda, dessensibilização nervosa. A obstrução faz com que não haja movimentação do fluido nos túbulos⁷.

2. Materiais e Métodos

2.1. Preparação do creme dental

As matérias primas utilizadas na formulação do creme dental foram adicionadas na sequência e fases descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Fases e matérias primas utilizadas na preparação do creme dental

Fase 1	%	Fase 2	%	Fase 3	%
Sorbitol	6,42	Sorbitol	2,58	Sorbitol	8,83
Glicerina	3,17	Glicerina	5,08	Sílica	5,00
				pirogênica	
CMC*	1,08	Dióxido de Titânio	1,31	Glicerina	16,67
Água a 55°C	16,67			Água a 55°C	22,92
Sorbato de potássio	0,18			Lauril sulfato de sódio	1,00
				Sucralose	0,33
				sol.1%	
				Lactato de mentila	0,50

CMC* - carboximetilcelulose

As fases foram preparadas separadamente, conforme procedimento a seguir:

Fase 1: Os componentes foram adicionados na sequência descrita, e homogeneizados até completa solubilização de cada matéria-prima, antes da adição do próximo componente. A mistura homogênea foi deixada em repouso por 12 h, até completa hidratação do gel.

Fase 2: Os componentes foram adicionados na sequência descrita e homogeneizados vigorosamente, até completa solubilização de cada matéria prima adicionado antes de adicionar a próxima. A mistura homogênea foi deixada em repouso por 12 h, até completa hidratação dos componentes.

Fase 3: Após a fase 1 ser adicionada sobre a fase 2, os componentes da fase 3 foram adicionados sobre a mistura das fases (1+2) na sequência descrita, e homogeneizados, vigorosamente, até completa solubilização de cada matéria-prima adicionada, antes da adição da próxima.

Após uma boa homogeneização, foi adicionado água até completar a massa total a ser obtida do creme dental. A formulação base foi colocada em repouso em um recipiente fechado e estéril, para posterior adição dos ativos BGCarb, extrato de ginseng e de erva doce nos testes iniciais de estabilidade da formulação e de tratamento da HD.

2.2. Preparação do extrato de erva doce e de ginseng (Tintura 20% m/v de planta)

Os extratos de erva doce e de ginseng foram preparados utilizando o mesmo procedimento. Para o extrato de Ginseng foram preparadas duas composições: a) da folha; e b) da raiz. Para o extrato de Erva doce foi utilizado semente.

Foram pesados 20 g de planta para cada 100 mL de solução etanólica. A preparação foi feita utilizando álcool de cereais 96° GL. A mistura (planta + etanol) foi mantida ao abrigo da luz, com agitação diária por 30 dias, em frasco âmbar. Para a utilização na formulação, a solução foi filtrada e armazenada em frasco âmbar.

2.3. Preparação do compósito obtido das cinzas da planta *Equisetum hyemale* (BGCarb)

Amostras dessa planta foram depositadas no herbário UPCB da UFPR com o número 99428 (disponíveis para visualização no endereço <http://upcb.jbrj.gov.br/v2/consulta.php>).

O procedimento de obtenção do compósito de vidro bioativo foi realizado conforme descrito por Costa e Silva et al. (2022)⁸. Esse compósito sólido obtido foi denominado BGCarb.

2.4. Caracterização das cinzas da planta *Equisetum hyemale* e do compósito BGCarb

Os teores de minerais das cinzas da planta *Equisetum hyemale* e do BGCarb foram determinados por espectrometria de emissão atômica de plasma (ICP-OES). O carbono total, pelo método de perda por combustão. Espectroscopia de infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR) foi usada para detectar os grupos funcionais presentes nas cinzas das plantas, no compósito BGCarb.

2.5. Testes de estabilidade, em temperatura ambiente e estabilidade acelerada a 50 °C

Para estes testes foram analisados os parâmetros pH, cor, odor e viscosidade nos tempos de 0, 24h, 7 dias, 14 dias, 30 dias, 60 dias, 90 dias e 120 dias conforme adaptação de metodologia sugerida pela ANVISA⁹. As medidas da viscosidade foram realizadas utilizando-se o *spindle* 4 do viscosímetro de Brookfield. O *spindle* de escolha foi inserido até o nível recomendado, e efetuou-se a leitura após 3 min do acionamento do viscosímetro.

As amostras testadas continham creme base + 2% de extrato de erva doce e, ainda: i) 2% de extrato de ginseng, ou ii) 1% da amostra BGCarb.

2.6. Ensaio antimicrobiano das preparações de cremes dentais

A atividade antimicrobiana do: (i) creme dental base com extrato da raiz do ginseng, (ii) creme dental base com extrato da folha de ginseng, (iii) creme dental base com extrato da semente da erva doce, (iv) creme dental base com clorexidina, e dos controles (v) negativo (microrganismo em solução salina) e (vi) positivo (clorexidina) foi avaliada. Para isso, foram preparadas soluções das formulações recebidas em água destilada autoclavada, na concentração de 300 mg mL⁻¹. Paralelamente, colônias bacterianas isoladas foram adicionadas à solução salina 0,75% para o preparo de uma suspensão com turbidez correspondente a 0,5 da escala de McFarland. Em uma placa de 96 poços foram adicionados 20 µL da solução com a formulação, 180 µL da suspensão bacteriana em caldo Mueller Hinton (MH) na concentração de 10⁶ UFC/mL. Os controles negativo e positivo consistiram da suspensão bacteriana em caldo MH, e do antisséptico clorexidina, respectivamente. A microplaca foi incubada em estufa a 37 °C por 2 h. Após esse tempo foram retiradas alíquotas de 10 µL de cada poço e diluídas em 990 µL de solução salina. 5µL dessa suspensão foram colocadas em placas contendo meio ágar. Após incubação por 24 h em estufa a 37 °C, as colônias foram contadas e transformadas em unidades formadoras de colônias (UFC mL⁻¹).

2.7. Ensaios de eficácia no tratamento da hipersensibilidade dentinária

Para esta análise, um total de 30 incisivos bovinos, obtidos de animais com idade variando de 24 a 30 meses, foram selecionados. As raízes dos dentes foram removidas a 3 mm apical a junção amelo-cementária com disco diamantado de grão fino e dupla face total. A porção coronária referente ao terço médio-incisal, remanescente da porção do esmalte coronário da face vestibular também foi removida para exposição da dentina adjacente à superfície amelo-cementária, utilizando tira de lixa d'água de granulação 800,1200 e 2000.

Para remoção de *smear layer* e consequente abertura dos túbulos dentinários, as amostras foram colocadas em cuba ultrassônica, contendo água destilada por 30 s e, posteriormente, imersas em solução de EDTA 0,5 mol L⁻¹ por 2 min. Em seguida, os corpos de prova de dentina bovina foram lavados durante 30 s com *spray* de ar-água e armazenados em água destilada. Os corpos de prova foram secos em estufa a 40 °C e fixados com fita dupla face de carbono a *stubs*.

Para a análise de microscopia foi utilizado o microscópio eletrônico de varredura (Quanta 2000) em baixo vácuo. Foi realizada uma primeira leitura de todos os corpos de prova de forma a obter a condição inicial de pré-tratamento.

Para esta análise foram considerados:

- i) Controle positivo: dessensibilizante Sensodyne Original®;
- ii) Controle negativo: creme dental experimental base (controle negativo);
- iii) Amostra: creme dental base contendo o BGCarb a 3%.

Os dentes, com túbulos dentinários abertos, receberam a aplicação dos cremes dentais de forma ativa, (esfregaço suave) por 60 s. Após isso, as amostras foram lavadas em água corrente e secas com jato de ar, para, em seguida, proceder a nova análise de microscopia (T1). Os procedimentos de aplicação dos produtos, lavagem, secagem e novo exame microscópico foram repetidos para os tempos T2, T3 e T4, totalizando assim, 4 aplicações para todas as amostras. As imagens de microscopia foram obtidas com ampliação de 50 X, 250 X e 1000 X. Aumento de 2500 X e 5000 X foram feitos em alguns corpos de prova para detalhes específicos.

3. Resultados e Discussão

3.1. Caracterização do BGCarb

As composições elementares da cinza da planta *Equisetum hyemale*, e do compósito BGCarb são mostradas na Tabela 1. A composição das cinzas está de acordo com os dados relacionados descritos na literatura¹⁰. É interessante notar que a maioria desses componentes (Na, K, Mg, Ca, HCO_3^- , HPO_4^{2-} , SO_4^{2-}) também estão presentes na composição do plasma sanguíneo. Além disso, os elementos como Mg, Fe, B, Mn, Se, Zn, Co, Cr e Cu, são descritos na literatura com funções terapêuticas e regenerativas ao biomaterial resultante. Além de aumentar a resistência mecânica, elevar a compatibilidade da superfície do material, melhorar a bioatividade e o controle sobre a taxa de degradação, esses oligoelementos também podem fornecer ação antibacteriana e induzir a angiogênese¹¹.

Tabela 2. Concentrações (mg kg^{-1} , pó seco) dos elementos nas cinzas da planta *Equisetum hyemale* e no compósito BGCarb

Elemento	Concentração (mg kg^{-1})	
	Cinzas da planta	BGCarb
C	ND*	6.85×10^4 *
Ca	1.56×10^4	5.52×10^4
K	4.98×10^4	2.19×10^4
N	1.91×10^4	1.84×10^3
Si	2.19×10^3	1.18×10^4
Mg	6.6×10^3	1.73×10^4
P	6.66×10^3	7.20×10^3
S	4.88×10^3	1.39×10^3
Na	1.84×10^2	6.79×10^3
Fe	1.70×10^2	6.82×10^2
Zn	1.32×10^2	1.72×10^2
Al	8.44×10	5.89×10^2
Mn	3.04×10	1.67×10
B	1.48×10	5.92×10
Cu	1.71×10	2.52×10

* ND = não determinado

A Figura 1 compara os espectros de FTIR da cinza de *E. hyemale* e do compósito BGCarb. O espectro FTIR das cinzas (Figura 1a) apresenta bandas típicas de sílica amorfa e cristalina. A banda larga observada na faixa de $3100\text{--}3800 \text{ cm}^{-1}$ é devido às vibrações das ligações O–H, consequência de molécula de água adsorvida nas superfícies da sílica e do carvão ativado. A banda entre 1393 e 1097 cm^{-1} pode indicar o grupo N–H na forma de –CO–NH–, mostrando a existência de grupos funcionais com nitrogênio¹². O espectro BGCarb (Figura 1b) mostra bandas típicas das cinzas de *E. hyemale*, além de outras bandas. As bandas em 1630 e 1384 cm^{-1} correspondem aos modos de alongamento do grupo COO^- do ácido salicílico no carvão ativado¹³. As bandas na faixa de 1800 a 1650 cm^{-1} , e em 881 cm^{-1} , correspondem às vibrações de flexão e estiramento do CO_3^{2-} .¹⁴ Bandas em torno de 1108 cm^{-1} , 780 cm^{-1} e 460 cm^{-1} são características dos modos de alongamento, balanço e flexão de Si–O–Si, respectivamente¹⁵. O espectro FTIR do BGCarb também apresenta bandas em torno de 566 e 604 cm^{-1} , características de grupos PO_4 de HAp¹⁶.

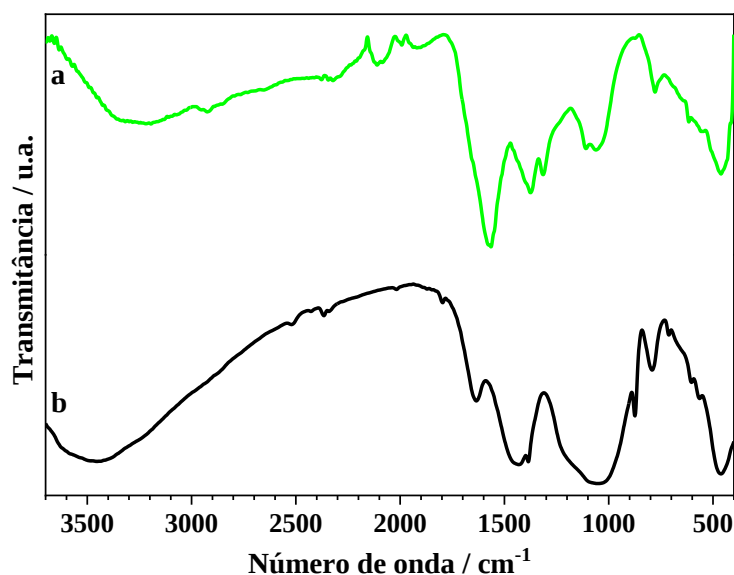


Figura 1. Espectro FTIR: (a) Cinzas da planta *Equisetum hyemale*, e (b) Compósito BGCarb.

3.2. Testes de estabilidade, em temperatura ambiente e estabilidade acelerada a 50 °C

Todas as amostras testadas não apresentaram variação nos parâmetros pH, cor e odor nos períodos entre 0 h a 120 dias. Já em relação à viscosidade, as amostras contendo creme base + 2% de extrato de erva doce e a amostra contendo creme base + 2% de extrato de erva doce + 2% de extrato de ginseng tiveram uma diminuição de cerca de 20% quando o teste foi realizado a temperatura ambiente, e cerca de 50% quando foi realizado a 50 °C, ambos após 120 dias. Esse resultado foi atribuído ao fato de os extratos possuírem saponinas e mucilagens. As saponinas são consideradas tensoativos naturais, com estrutura molecular consistindo de um arcabouço hidrofóbico e uma, ou várias, cadeias de oligossacarídeos hidrofílicas. O nome saponina é derivado de sapo, palavra em latim que significa sabão, uma vez que suas moléculas têm propriedades surfactante, produzindo espumas estáveis, semelhantes a sabão em solução aquosa¹⁷. O aumento da capacidade de formação de espuma leva a uma diminuição correspondente na viscosidade aparente da pasta dental, resultado também observado por Park, et al¹⁸. Já a mucilagem é capaz de formar redes moleculares e reter grandes quantidades de água, levando a um aumento da viscosidade e a formação de géis¹⁹.

A amostra contendo creme base + 2% de extrato de erva doce + 1% da amostra BGCarb apresentou aumento de viscosidade. Esse fato pode ser explicado pela basicidade do vidro, que pode ser verificado pelo valor do pH das amostras que o contém. Em pH básico, as mucilagens aumentam de viscosidade.

3.3. Ensaio antimicrobianos das preparações de cremes dentais

O cálculo para determinar a concentração de bactérias em UFC mL⁻¹ foi realizado por meio da seguinte fórmula:

$$\text{UFC/mL} = \left(\left(\frac{\text{Número de colônias} \times \text{fator de diluição}}{\text{Volume plaqueado (mL)}} \right) \right)$$

Após a realização do teste obteve-se os resultados mostrados na Tabela 3.

Após a realização do teste foi possível observar que houve a redução significativa do crescimento do *S. mutans* quando se analisava os cremes dentais contendo extrato de erva doce e extrato de ginseng, evidenciando que os extratos vegetais adicionados a formulação possuem efeito antimicrobiano para esse microrganismo.

Tabela 3. Concentração de bactérias em UFC mL⁻¹ após incubação

Plaqueamento de microgota	<i>Streptococcus mutans</i> INCQS 00446
Bactéria	16,2 x 10 ⁶
Sensodyne	2,1 x 10 ⁶
Clorexidina	0
Creme dental base + clorexidina	5,6 x 10 ⁵
Creme dental base + extrato de Ginseng	1,3 x 10 ⁵
Creme dental base + extrato de erva doce	5,3 x 10 ⁴
Creme dental base + extrato de folha de Ginseng	3,1 x 10 ⁵

3.4. Ensaios de eficácia no tratamento da hipersensibilidade dentinária

Para avaliar a obliteração dos túbulos foram feitas imagens de microscopia eletrônica de varredura de baixo vácuo. Esse equipamento, sendo não destrutivo, permite a análise de uma mesma amostra antes e depois de determinado tratamento. Nesse trabalho, foram utilizados dentes bovinos, pois estudos mostraram que a partir de preparações padrão, a dentina coronária de incisivos bovinos se assemelha em relação ao número e diâmetro dos túbulos dentinários da dentina humana²⁰. O teste foi realizado utilizando o creme dental Sensodyne Original® como controle positivo, o creme dental em estudo sem a presença do BGCarb, denominado creme dental base, para controle negativo e o creme dental contendo o BGCarb a 3%.

A Figura 2 mostra os túbulos dentinários após as quatro aplicações, T1, T2, T3 e T4, respectivamente.

Após a quarta aplicação houve a deposição de material em grande número de túbulos dentinários, tanto nos dentes onde houve aplicação do creme dental controle, quanto nos dentes onde aplicou o creme dental estudado nesse trabalho, contendo o BGCarb. Em contrapartida, não foi evidenciado fechamento dos túbulos com o creme dental base até a quarta aplicação. Esses resultados indicam que o creme dental contendo o BGCarb pode ser eficaz na oclusão dos túbulos dentinários abertos que provocam a hipersensibilidade dentinária.

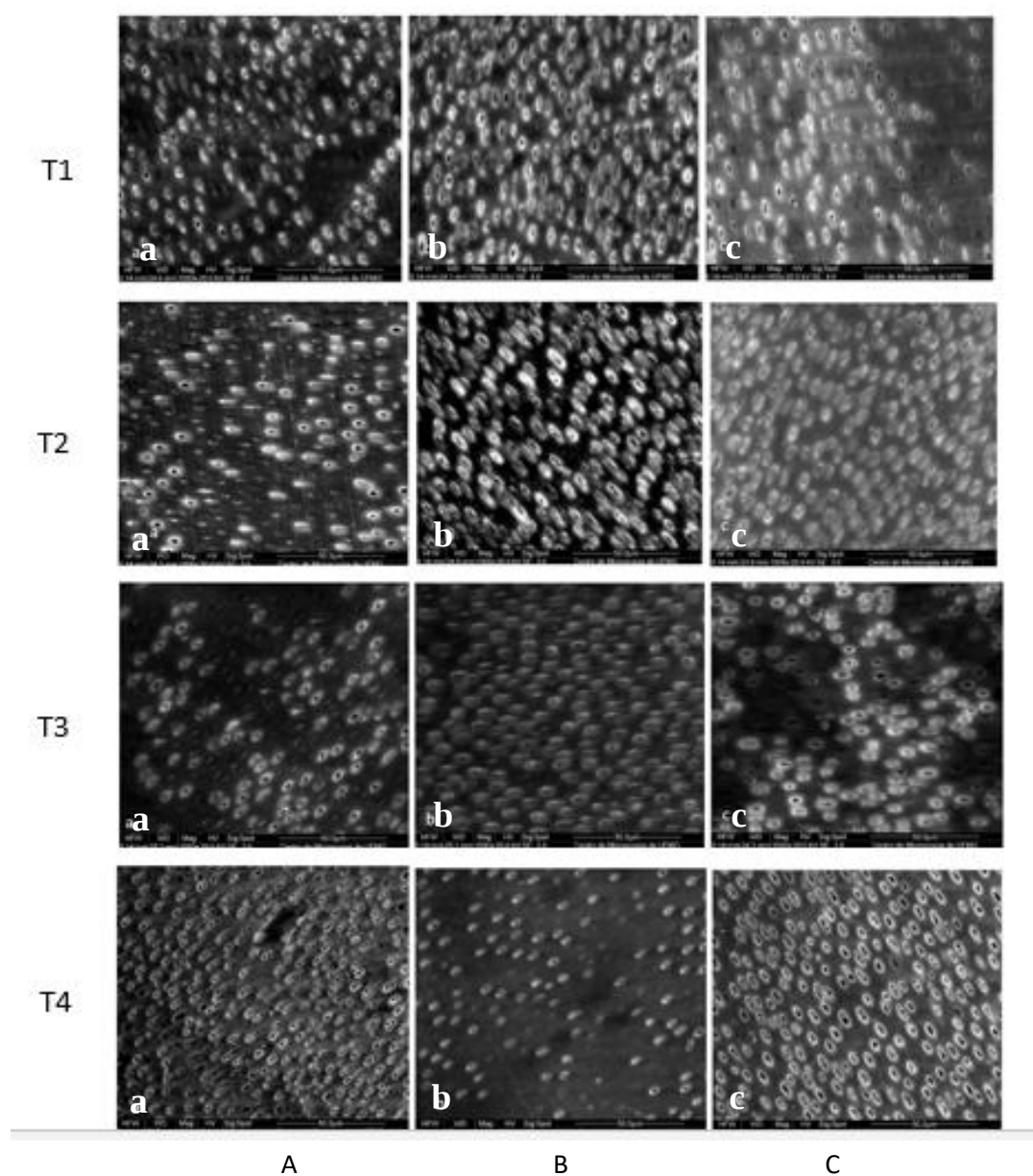


Figura 3. Fotomicrografia da abertura dos túbulos dentinários após as quatro aplicações dos produtos. (a) creme dental Sensodyne Original®; (b) creme dental base; (c) creme dental com BGCarb.

Esse resultado pode ser melhor evidenciado, na Figura 4, cuja resolução foi aumentada em 2500x:

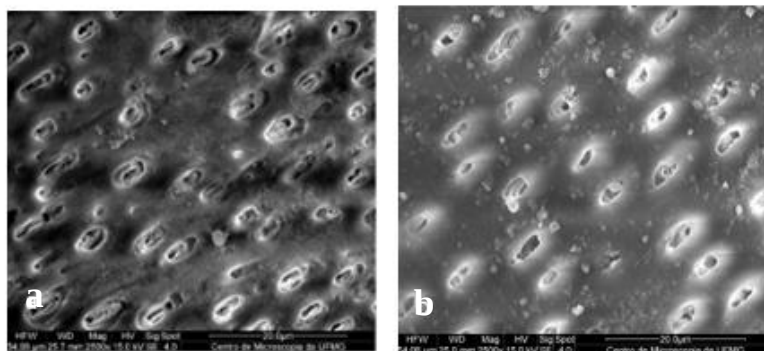


Figura 4. Fotomicrografia do fechamento dos túbulos dentinários após quarta aplicação do produto aumentada em 2500x (a) creme dental Sensodyne Original®; (b) creme dental com BGCarb.

4. Conclusão

Nesse trabalho foi proposto a preparação de um creme dental sem flúor, contendo extratos vegetais de erva doce e de ginseng brasileiro para controle antibacteriano e do compósito obtido das cinzas de *Equisetum hyemale* como agente ativo para tratamento da hipersensibilidade dentinária (HD). Neste estudo preliminar foi verificado que o compósito de vidro bioativo utilizado parece ser eficiente para obliterar os túbulos dentinários abertos. Esse estudo também indicou que os extratos vegetais presentes na formulação possuem potencial antimicrobiano para a *S. mutans*. Estudos referentes a outras cepas de bactérias ainda serão realizados.

Agradecimentos

Os autores desse trabalho agradecem o auxílio financeiro da CAPES, CNPq, FAPEMIG e UFOP, e a todos que contribuíram para a realização do mesmo.

5. REFERÊNCIAS

- [1] SOARES, P.V. et al. Restauração de lesões cervicais não cariosas e controle da hipersensibilidade dentinária: protocolos e perspectivas. In: ALTO, R. M. Reabilitação estética anterior: o passo a passo da rotina clínica. **Nova Odessa**, SP. Napoleão. 8, 206-221, 2018.
- [2] WOLFF, M. S. Dentin hypersensitivity, the biofilm and remineralization: what is the connection? **Adv. Dent. Res.** v. 21, n. 1, p. 21-24, 2009.
- [3] FARIA, G.J.M.; VILLELA, L.C. Etiologia e tratamento da hipersensibilidade dentinária em dentes com lesões cervicais não cariosas. **Rev. Biociênc.** v. 6, n. 1, 2000.
- [4] BRAENNSTROEM M. A hydrodynamic mechanism in the transmission of pain producing stimuli through the dentine. In: **Sensory Mechanisms in Dentine**. p. 73–80, 1962.
- [5] BLAIZOT, A. et.al. Prevalence of sensitive teeth and associated factors: a multicentre, crosssectional questionnaire survey in France. **BMC Oral Health**, v. 20, n. 1, p. 1-10, 2020.
- [6] ARRAIS, C.A. et al. Occluding effect of dentifrices on dentinal tubules. **J. Dent.** v.31, n.8, p. 577-84, 2003.
- [7] SIQUEIRA, R.L.; ZANOTTO, E.D. Biosilicato: histórico de uma vitrocerâmica brasileira de elevada bioatividade. **Quim. Nova** Vol. 34, n. 7, p. 1231-1241, 2011.

- [8] COSTA e SILVA, R.M.F. et al. *Equisetum hyemale*-derived unprecedented bioactive composite for hard and soft tissues engineering. **Sci. Rep.** v. 12, p. 13425, 2022.
- [9] Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos / Agência Nacional de Vigilância Sanitária. -- 1. ed. -- Brasília: **ANVISA**, 2004. 52 p.
- [10] ZEMNUKHOVA, L.A. et al. Silicon-containing compounds in horsetail (*Equisetum Equisetaceae*) composition. **Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология**, v. 9, n. 2 (29), p. 159-169, 2019.
- [11] KIM, H.-M. et al. Composition and structure of the apatite formed on PET substrates in SBF modified with various ionic activity products. **J. Biomed. Mater. Res.** v. 46, n. 2, p. 228-235, 1999.
- [12] REID, A. et al. A review on diatom biosilicification and their adaptive ability to uptake other metals into their frustules for potential application in bone repair. **J. Mater. Chem. B** v. 9, n. 34, p. 6728-6737, 2021.
- [13] VIRAVADYIA, C. et al. Microemulsion-based synthesis of stacked calcium carbonate (calcite) superstructures. **Chem. Commun.** 2182-2183. 2004.
- [14] HOSSEINI M. et al. Nano silica extracted from horsetail plant as a natural silica support for the synthesis of H3PW12O40 immobilized on aminated magnetic nanoparticles (Fe₃O₄@SiO₂-EP-NH-HPA): a novel and efficient heterogeneous nanocatalyst for the green one-pot synthesis of pyrano [2, 3-c] pyrazole derivatives. **Res. Chem. Intermed.** v. 46, n. 6, p. 3037-3066, 2020.
- [15] JONES, J.R. et al. Optimising bioactive glass scaffolds for bone tissue engineering. **Biomaterials**, v. 27, n. 7, p. 964-973, 2006.
- [16] ONNA, D. et al. Hierarchical bioglass scaffolds: Introducing the “milky way” for templated bioceramics. **J. Mater. Chem. B**, v. 3, n. 15, p. 2971-2977, 2015.
- [17] SAURO, S.; et. al. Remineralisation properties of innovative light-curable resin-based dental materials containing bioactive micro-fillers. **J. Mater. Chem. B**, 1, 2624-2638. 2013.
- [18] PARK, Jin-Young et. al. Effect of saponins on the foam/flow properties of paste and physical characteristics of akara made from decorticated black-eyed cowpeas. **J Sci Food Agric** 85:1845–1851; 2005.
- [19] SEPULVEDA, E. et al. Extraction and characterization of mucilage in *Opuntia* spp. **J. Arid Environ.**, vol. 68, n. 4, pp. 534–545, 2007.
- [20] ROCHA, C.S. et al. Efeito de agentes dessensibilizantes na obliteração dos túbulos dentinários-estudo *in vitro*. **Rev. Bras. Odontol.**, v. 73, n. 4, p. 272, 2016.