

EFEITO PROTETOR DE ENXAGUATÓRIOS COM DIFERENTES FLUORETOS UTILIZADOS PREVIAMENTE AOS DESAFIOS EROSIVOS/ABRASIVOS EM ESMALTE E DENTINA

Protective effect of solutions with different fluorides used
previously to erosive/abrasive challenges in enamel and dentin

 Matheus de Paula Costa^a

 Letícia de Andrade Balardini^b

 Ítallo Emídio Lira Viana^c

 Letícia Oba Sakae^d

 Tais Scaramucci^d

 Daniele Mara da Silva Ávila^a

 Rayssa Ferreira Zanatta^e

^aDepartment of Restorative Dentistry. School of Dentistry. Institute of Science and Technology. São Paulo State University, São Jose dos Campos, SP, Brazil.

^bDepartment of Dentistry, Taubate University, Taubate, SP, Brazil.

^cSchool of Dentistry, Cruzeiro do Sul University, São Paulo, SP, Brazil.

^dDepartament of Restorative Dentistry. São Paulo University. São Paulo, SP, Brazil.

^eDepartment of Dentistry, School of Health Sciences, University of Brasília, Brasília, DF, Brazil.

Autora correspondente: Rayssa F. Zanatta – E-mail: rayssa.zanatta@unb.br

Data de envio: 07/06/2023 **Data de aceite:** 16/10/2023



RESUMO

Objetivo: Avaliar a proteção oferecida por soluções para bochecho de fluoreto de sódio ou cloreto de estanho associado ao fluoreto de sódio ao esmalte e à dentina, previamente à ciclagem erosiva e abrasiva. **Materiais e Métodos:** Amostras de esmalte e dentina foram obtidas a partir de incisivos bovinos e subdivididas em 3 grupos (n=10), de acordo com o princípio ativo fluoretado testado: FS (fluoreto de sódio - NaF (225 ppm)); FE (fluoreto de estanho - NaF + SnCl₂ (800 ppm Sn²⁺)); controle (água destilada). As amostras foram submetidas a um ciclo erosivo/abrasivo com imersão em ácido cítrico (refrigerante de limão por 5 min, 4×/dia, 5 dias, com intervalos de remineralização em saliva artificial por 60 min). A abrasão foi realizada com escova elétrica (200 g/força) após o primeiro e o último ciclos, 2×/dia, e logo em seguida imersos nas soluções testadas. A perda de estrutura foi obtida por perfilometria óptica. Os dados foram submetidos à análise de variância e comparação múltipla para cada substrato separadamente. **Resultados:** Para esmalte houve diferença entre os grupos (p = 0,027), tendo o FS apresentados menor perda de estrutura comparado ao controle 2,02 (±0,48). O grupo FE apresentou perda similar ao controle e ao FS 2,32 (±0,58)ab. Para dentina houve diferença entre os grupos (p = 0,011), sendo que o FE apresentou menor perda de estrutura comparado aos demais grupos 0,82 (25% - 0,34; 75% - 0,95). **Discussão:** A proteção dos fluoretos em desafios erosivos/abrasivos depende do tipo e do substrato dental. **Conclusão:** O bochecho com fluoreto de sódio previamente aos desafios erosivos/abrasivos apresentou menor perda de superfície em esmalte, enquanto para dentina o fluoreto de sódio associado ao cloreto de estanho apresentou menor perda de estrutura. **Palavras-chave:** Erosão dentária. Fluoretos. Esmalte dentário. Dentina.

ABSTRACT

Aim: To evaluate the protection offered by commercial mouthwashes containing sodium fluoride or stannous chloride associated with sodium fluoride to enamel and dentin, prior to erosive and abrasive cycling. **Materials and Methods:** Enamel and dentin samples were obtained from bovine incisors and subdivided into 3 groups (n=10), according to the fluoridated ingredient tested: FS (sodium fluoride - NaF (225 ppm)); FE (tin fluoride - NaF + SnCl₂ (800 ppm Sn²⁺)); control (distilled water). The samples were submitted to an erosive/abrasive cycle with immersion in citric acid (lemon soda for 5 min, 4x/day, 5 days, with remineralization intervals in artificial saliva for 60 min). Abrasion was carried out with an electric brush (200 g/force) after the first and last cycles, 2x/day, and immediately afterward immersed in the tested solutions. Structure loss was obtained by optical profilometry. The data were subjected to analysis of variance and multiple comparison for each substrate separately. **Results:** For enamel there was a difference between the groups (p = 0.027), with the FS showing less loss of structure compared to the control 2.02 (±0.48). The FE group showed similar loss to the control and FS 2.32 (±0.58)ab. For dentin there was a difference between the groups (p = 0.011), with FE showing less loss of structure compared to the other groups, 0.82 (25% - 0.34; 75% - 0.95). **Discussion:** The protection of fluorides in erosive/abrasive challenges depends on the type and dental substrate. **Conclusion:** Mouthwash with sodium fluoride prior to erosive/abrasive challenges caused less loss of enamel surface, while for dentin, sodium fluoride associated with stannous chloride caused less loss of structure.

Keywords: Tooth erosion. Fluorides. Dentin enamel. Dentin.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas tem sido observado o aumento na prevalência de lesões decorrentes do desgaste dental erosivo (DDE), com índices estimados de 25% a 30% em crianças e adolescentes, e 30% em adultos jovens até 30 anos em países desenvolvidos^{1,2}. Estas lesões têm como principal fator modulador a dissolução química das estruturas dentais duras por meio de ácidos não bacterianos, conhecido como erosão dental³, no entanto sua etiologia é multifatorial, sendo influenciada por estímulos físicos (fricção), mecânicos, biológicos e comportamentais^{4,5}.

Desafios erosivos constantes na cavidade oral promovem a dissolução de camadas consecutivas do esmalte, principalmente na bainha de prismas, seguida da dissociação dos seus núcleos, resultando no amolecimento superficial do esmalte, principalmente caracterizado pela redução da microdureza⁶. Esta camada amolecida, por sua vez, é mais susceptível ao desgaste por mecanismos de fricção, como atrição e abrasão^{7,8}. A dissolução constante do esmalte, leva à perda irreversível deste tecido até eventual exposição de dentina, resultando na exposição de uma camada externa de matriz orgânica totalmente desmineralizada, seguida por uma zona parcialmente desmineralizada até a dentina não atingida, que está sadia⁶. Muitas vezes, quando há essa exposição de dentina, ou fraturas no esmalte que permitem a comunicação com meio externo, sintomas como a hipersensibilidade dentinária (HD) são comumente relatados pelos pacientes⁹.

Além do controle dos fatores de risco, a adoção de estratégias de prevenção é importante para controlar e retardar o DDE. Nesse aspecto, o uso de substâncias fluoretadas, como dentifrícios ou enxaguatórios, são opções procuradas para tornar os tecidos dentais mais ácido-resistentes e melhorar a remineralização do tecido erodido¹⁰⁻¹². Desse modo a associação de dois agentes pode ser benéfico para a prevenção do DDE, porém a presença de diferentes formulações de enxaguatórios e dentifrícios contribuem para a dificuldade em se estabelecer um protocolo para a proteção do DDE¹³. O meio de entrega mais facilitado e que vem apresentando melhores resultados é a utilização de enxaguatórios, visto que, os dentifrícios apresentam em sua composição diferentes componentes, que dão a ele viscosidade, aroma, sabor, abrasividade e efeito protetor, esses componentes podem interferir na capacidade protetora de perda de estrutura mineral, do qual os enxaguatórios por serem formulações mais simples não apresentam^{13,14}.

O mecanismo de ação do flúor na prevenção do DDE se baseia na formação de uma camada globular de íons semelhante ao fluoreto de cálcio (CaF_2) sobre a superfície dental, funcionando como uma barreira mineral a ser removida durante os desafios ácidos; ou pela incorporação do fluoreto à hidroxiapatita formando uma camada mais ácido resistente¹⁰⁻¹². Dados recentes mostram que os fluoretos polivalentes com cátions metálicos, como o estanho, apresentam maior efeito protetor em eventos erosivos/abrasivos, no entanto, com baixo nível de evidência^{12,15,16}.

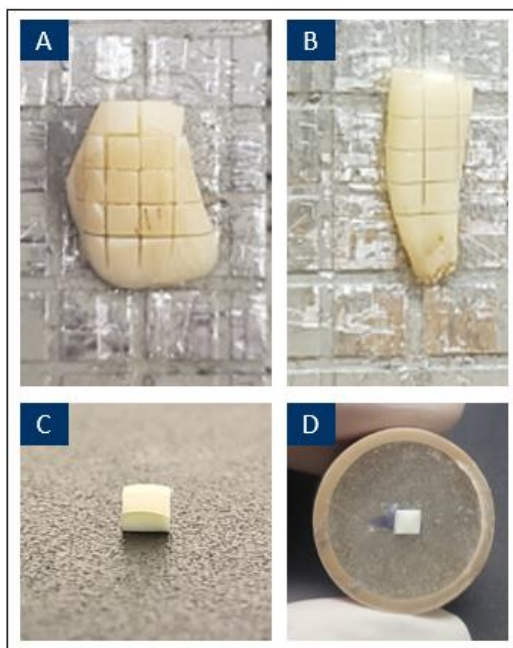
Muitas vezes o efeito protetor encontrado é decorrente do uso de produtos fluoretados após o desafio erosivo, e a ação de enxaguatórios como medida preventiva ainda não foi elucidada. Então, questiona-se se o uso de enxaguatórios contendo fluoretos polivalentes ou monovalente previamente a desafios erosivo/abrasivos poderia exercer algum nível de proteção ao esmalte ou à dentina. Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi estabelecer *in vitro* o potencial protetor de enxaguatórios fluoretados monovalentes e polivalentes utilizados previamente a desafios erosivos sobre o esmalte e a dentina. Estabelecendo como hipótese primária que soluções fluoretadas para bochecho influenciam na proteção dos tecidos minerais, influenciando na perda de tecido quando submetidos a desafios erosivos/abrasivos.

MATERIAIS E METODOS

Preparo das amostras

Sessenta espécimes quadrangulares de esmalte e de dentina medindo 3 mm de altura, 3 mm de largura e 2 mm de espessura foram obtidas a partir de coroas e raízes, respectivamente, de dentes incisivos bovinos, utilizando máquina de corte de precisão automática (Isomet, Buehler, Lake Bluff, IL, EUA) (Figura1). Todos os espécimes foram planificados e polidos em politriz circular (170 rpm - Aropol E, Arotec S/A Ind. Com., Cotia, SP, Brasil) com lixas abrasivas contendo Al_2O_3 , sob-refrigeração com água, seguindo a sequência de granulação de 600, 800 (Norton, Japão), 1200, 2000 e 2500 (Riken, Canada).

Figura 1 – Corte e Preparo das amostras



Legenda: A) Secção da coroa para obtenção das amostras de esmalte.
B) Secção da raiz para obtenção das amostras de dentina.
C) Exemplo de amostra de esmalte.
D) Amostras posicionada em anteparo de polimento para planificação.

Microdureza inicial e divisão dos grupos

Após o polimento e planificação, a microdureza inicial de todos os espécimes foi obtida em microdurômetro (HMV-G20, Shimadzu Corporation Analytical e Measuring Instruments Division, Quioto, Japão) com indentador Knoop acoplado e aplicação de carga de 50 g durante 15 s para o esmalte e 10g durante 15 s para dentina. Foram realizadas três indentações na parte inferior dos espécimes, com distância de 100 μ m entre elas, sendo o valor de dureza obtido pela média das três indentações. Após a determinação da dureza inicial de todos os espécimes, foi calculada a média de dureza (esmalte: $291,89 \pm 38,88$; dentina: $66,34 \pm 11,25$) e aqueles que apresentaram valor discrepante em 10% da média foram substituídos. Ao final, foram obtidos 30 espécimes de cada substrato, o cálculo amostral foi realizado após um estudo piloto e os espécimes foram estratificados em três grupos experimentais ($n = 10$) de acordo com a solução testada: água destilada (controle), FS - solução de fluoreto de sódio (NaF, 225ppm); ou FE - solução de cloreto de estanho associado ao fluoreto de sódio (SnCl_2/NaF , 800ppm Sn^{2+}).

Ciclo erosivo/abrasivo

Após as leituras de dureza, as amostras foram preparadas para o ciclo erosivo/abrasivo. Para tal, uma fita de cloreto de polivinila não plastificada (UPVC) foi posicionada em ambas as extremidades de cada amostra, em uma faixa de 1 mm, criando duas áreas de referência sem contato com o ácido para mensuração de perda de estrutura, conforme descrito por Lima et al.¹⁷.

O ciclo de erosão/abrasão consistiu na imersão em solução carbonatada contendo ácido cítrico (Sprite, Coca Cola Company) com pH de 1,9, por 5 min, 4x/por ciclo por 5 dias, com intervalos para remineralização em saliva artificial por 30 ou 60 minutos (0.213 g/L $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; 0.738 g/L KH_2PO_4 ; 1.114 g/L KCl; 0.381 g/L NaCl; 12 g/L), pH ajustado em 7.0 com KOH, seguindo fórmula de Scaramucci et al.¹⁸, com a descrição dos reagentes na tabela 1. A abrasão foi realizada por meio de escova elétrica (Techline, EDA-01, São Paulo, Brasil), 2x/dia, com suspensão de dentifrício (Elmex, Anticáries com fluoreto de amina) diluído em saliva artificial (proporção 1:3) por 15 seg e 200 g/força. Sendo realizada após o primeiro ciclo ácido/saliva e antes da última imersão em solução, com escova elétrica, como descrito anteriormente, e disposto na figura 2. As imersões nas soluções de tratamento com enxaguatórios foram realizadas de forma estática, sendo respectivas de cada grupo e foram realizadas 2x/dia, após cada momento de abrasão, com volume padronizado em 20 mL por grupo, na tabela 2 estão descritas as informações das soluções utilizadas.

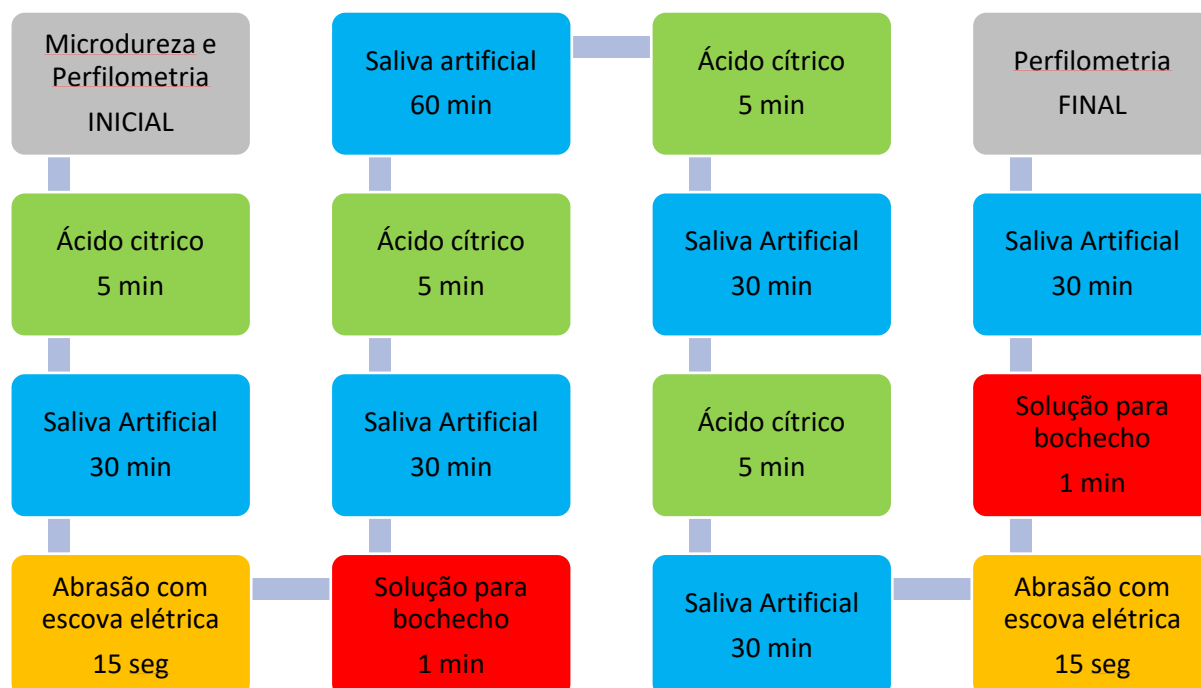
Tabela 1 – Reagentes utilizados no preparo da saliva artificial, com seus respectivos fabricantes, lotes e quantidade

Reagente	Fabricante	Lote	Quantidade (g/L)
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Sigma-Aldrich	MKBR7715V	0,213
KH_2PO_4	Sigma-Aldrich	SLBJ7157V	0,738
KCl	Sigma-Aldrich	SLBM2331V	1,114
NaCl	Sigma-Aldrich	SLBL4710V	0,381
Tris Buffer	Fisher Chemical	187772	12

Tabela 2 – Composição e informações complementares das soluções testadas e materiais utilizados

Solução	Composição	Fabricante	Lote	pH
Controle negativo	Água destilada	/	/	7,0
FS	225 ppm F ⁻ (NaF)	Experimental (NaF ⁻ : Sigma Aldrich, St. Louis, MO, EUA, CAS: 7681-49-4)	DCBC 4994	4,5
FE	225 ppm F ⁻ (NaF) 800 ppm Sn ²⁺ (SnCl ₂)	Experimental (NaF ⁻ : Sigma Aldrich, St. Louis, MO, EUA, CAS: 7783-47-3)	MKBD8062V	4,5
Sprite (Ácido cítrico)	H ₂ O (Água) + CO ₂ (Dióxido de carbono) + C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁ (Açúcar) + C ₆ H ₈ O ₇ (Ácido cítrico)	The Coca-Cola Company, Atlanta, GA, EUA	P130522	1,9
Elmex Anticaries	1400 ppm F ⁻ (AmF) Água, sílica hidratada, Sorbitol, Hidroxidocelulose, Olaflur, Aroma, Sacarina, Cl 77891, Limoneno.	Colgate-Palmolive Company, Park Avenue, Nova York, EUA	10180296	

Figura 2 – Esquema do ciclo abrasivo/erosivo realizado



Avaliação de perda de estrutura por perfilometria óptica

A perda de superfície foi calculada por perfilometria ótica. As fitas foram removidas dos espécimes e uma área de 2 mm de comprimento (X) × 1mm de largura (Y) foi digitalizada com um perfilômetro óptico (Proscan 2100 - Sensor Modelo S11 / 03) no centro da superfície dos espécimes de esmalte e de dentina, incluindo a superfície submetida à erosão/abrasão e as duas superfícies de referência. No eixo x, o tamanho do passo foi definido como 0,01 mm e o número de passos foi 200. No eixo y, esses valores foram 0,1 mm e 10, respectivamente. A profundidade da área erodida foi calculada em micrometros (μm), subtraindo a altura média da área de teste da altura média das duas áreas de referência, usando o *software* do sistema.

Análise estatística

A estatística descritiva consistiu no cálculo da média e desvio-padrão. Os resultados foram submetidos à análise de normalidade por meio do teste estatístico de Kolmogorov Smirnov. Os dados de esmalte foram submetidos ao teste de análise de variância em um fator, seguido do teste de Tukey, e os dados de dentina foram avaliados por meio do teste de Kruskal-Wallis, seguido do teste de Dunn. O nível de significância adotado em todas as análises foi o de 5%. Todas as análises foram feitas com *software* Jamovi v.1.8 (The jamovi project (2021)).

Cegamento do estudo

O estudo foi conduzido de forma triplo-cego, sendo que os tratamentos foram executados por um operador treinado e calibrado cego para as soluções testadas, a leitura da perda de estrutura foi feita por outro operador cego para os grupos avaliados, e a análise estatística foi conduzida por pesquisador também cego aos grupos. Ao final do estudo, após análise dos dados, o envelope contendo os códigos das soluções/grupos foi revelado.

RESULTADOS

Os dados de perda de estrutura para esmalte e dentina estão dispostos na Tabela 3. Para o esmalte os dados tiveram comportamento normal, e o resultado da análise de variância em um fator (Anova) revelou diferença entre os grupos ($p = 0,027$). O teste de Tukey indicou que o grupo tratado com fluoreto de sódio (FS) apresentou menor valor de perda comparado ao controle. O grupo tratado com estanho (FE) apresentou perda similar ao controle e ao fluoreto de sódio.

Para dentina os dados não se comportaram dentro do padrão de normalidade e foram analisados por meio do teste de Kruskal-Wallis. Houve diferença entre os grupos ($p = 0,011$) e o teste de Dunn, revelou que o fluoreto de estanho apresentou a menor perda de estrutura comparado aos demais grupos.

Tabela 3 – Valores de perda de estrutura (μm) para esmalte e dentina, e resultados da análise de comparação múltipla para cada substrato

	Esmalte		Dentina			
	Média	DP	Mediana	25%	75%	
Cont	2,87	($\pm 0,88$) a	2,16	1,48	3,48	a
FS (NaF)	2,02	($\pm 0,48$) b	1,79	1,06	2,35	a
FE (NaF+SnCl₂)	2,32	($\pm 0,58$) ab	0,82	0,34	0,95	b
Anova: $p = 0,027$			Kruskal-Wallis: $p = 0,011$			

Letras minúsculas mostram diferenças entre os grupos, separadamente para esmalte e dentina.

DISCUSSÃO

O uso de fluoretos como opção preventiva ao desgaste erosivo do esmalte e da dentina ainda apresentam resultados controversos na literatura^{11,16}. Recentemente

algumas evidências surgiram apontando que os fluoretos polivalentes, derivados do estanho, têm maior potencial de prevenir o desgaste erosivo do esmalte comparado aos fluoretos monovalentes, como o fluoreto de sódio¹⁹, no entanto não há estudos atestando esse efeito sobre a dentina. O efeito protetor do estanho durante desafios erosivos é atribuído a incorporação deste íon no mineral dental, promovendo a formação de uma camada similar a estanhoapatita e, portanto, mais ácido resistente²⁰.

Os veículos mais comuns utilizados para entrega desses fluoretos são os dentifrícios e os enxaguatórios, sendo que os enxaguatórios podem ser responsáveis em aumentar a quantidade de fluoreto presente em meio bucal, sem a necessidade de associação abrasiva, e embora exista evidência de que sua combinação apresenta um efeito positivo na prevenção do desgaste erosivo²¹, a ordem de aplicação não é bem estabelecida. Um estudo recente, por exemplo, indicou que a escovação com dentifrício contendo fluoretos, estanho e quitosana é efetivo em reduzir o desgaste erosivo, no entanto este efeito não é melhorado pelo uso concomitante de um enxaguatórios, independente da ordem de aplicação²². Já o estudo de Machado et al.²¹ indicou que para o esmalte o uso prévio de uma solução de bochecho contendo fluoretos e estanho reduz o desgaste em esmalte. O presente estudo demonstrou que o uso da solução de bochecho previamente ao desafio erosivo não foi suficiente para promover este efeito protetor sobre o esmalte, apresentando valores de perda similares ao grupo controle (tabela 3), sendo que um dos fatores limitantes para a utilização de soluções fluoretadas para bochecho no estudo foi a não agitação dos grupos testados, fator que limita a renovação das soluções, aumentando o contato com a superfície dos substratos com os agentes testados, não reproduzindo o efeito de um bochecho. O resultado controverso pode ter se dado possivelmente em decorrência da composição do bochecho utilizado. No presente estudo foi testado o cloreto de estanho associado ao fluoreto de sódio, enquanto no estudo de Machado et al.²¹, a associação também continha fluoreto de amina e o dentifrício testado continha quitosana, sendo diferente do utilizado neste estudo, visto que foi utilizado um dentifrício fluoretado, contribuindo para a remineralização da superfície do substrato e conseqüentemente ter contribuído com a menor perda de superfície, até mesmo no grupo controle, explicando os resultados controversos desse grupo. A quitosana é um biopolímero encontrado em alguns dentifrícios, com efeito protetor evidenciado em alguns estudos *in vitro* prévios^{23,24}. Em um outro estudo, a utilização da solução de fluoreto de sódio mais cloreto de estanho semelhante à utilizada neste estudo foi

capaz de proteger o esmalte humano dos desafios erosivos, sem, contudo, submetê-lo à abrasão por escovação, indicando que esta associação pode ter efeito limitado quando o desafio mecânico é adicionado ao processo²⁵.

Para dentina, observou-se que a aplicação de bochecho contendo estanho previamente ao desafio erosivo/abrasivo apresentou efeito protetor frente ao desgaste. Estes resultados estão de acordo com um estudo prévio em que a utilização de produtos contendo estanho, independente do momento de aplicação, apresentaram resultados superiores para o substrato dentinário²¹. Ataques ácidos contínuos são conhecidos por resultar na exposição da camada de matriz orgânica da dentina, que se mostrou ser mais resistente às forças mecânicas da escovação²⁶. Assim, pode-se supor que o uso do enxaguatórios com estanho promoveu um aumento da resistência dessa camada, pela deposição mineral entre as fibras expostas, reduzindo a perda de superfície. Análises posteriores envolvendo técnicas de microscopia podem ajudar a evidenciar essa hipótese. Em um estudo prévio, não houve diferença entre a utilização de solução contendo fluoreto de sódio ou fluoreto de sódio mais cloreto de estanho em termos de proteção à dentina humana. Isso pode ser explicado pela ausência do desafio abrasivo no referido estudo²⁵. Esse resultado é bastante promissor em termos de indicação de bochecho contendo essa substância para pacientes que possuem exposição dentinária na cavidade oral, podendo retardar o aparecimento de sintomas como a hipersensibilidade dentinária, em especial naqueles que não conseguem controlar de imediato os múltiplos fatores etiológicos relacionados à formação das lesões não cariosas.

Um dos fatores de limitação do presente estudo recai sobre a não utilização de saliva humana para formação de película adquirida. A saliva humana possui várias proteínas importantes, que atuam nos processos de remineralização, bem como na deposição mineral sobre as estruturas dentais^{27,28}. Estudos futuros devem considerar essa limitação.

CONCLUSÃO

Conclui-se que o bochecho com fluoreto de sódio previamente a desafios erosivos/abrasivos apresentou menor perda de estrutura de esmalte, enquanto para dentina, o fluoreto de sódio associado com cloreto de estanho apresentou menor perda de estrutura.

REFERÊNCIAS

1. Martignon S, Bartlett D, Manton DJ, Martinez-Mier EA, Splieth C, Avila V. Epidemiology of erosive tooth wear, dental fluorosis and molar incisor hypomineralization in the American Continent. *Caries Res.* 2021;55(1):1-11. doi:10.1159/000512483.
2. Salas MMS, Nascimento GG, Huysmans MC, Demarco FF. Estimated prevalence of erosive tooth wear in permanent teeth of children and adolescents: an epidemiological systematic review and meta-regression analysis. *J Dent.* 2015;43(1):42-50. doi:10.1016/j.jdent.2014.10.012.
3. Lussi A. Erosive tooth wear – a multifactorial condition of growing concern and increasing knowledge. In: *Dental Erosion*. KARGER; 2006:1-8. doi:10.1159/000093343
4. Zanatta R, Ávila D, Torres C, Borges AB. *Fatores Moduladores Do Desgaste Dental Erosivo*. Vol 71.; 2017.
5. Pereira MLD, Silva RCB da, Augusto C de AF, Fort AC, Moura RM, Liporoni PCS, et al. Social, nutritional, and behavioral aspects associated with erosive tooth wear - considerations and preventive aspects. *Research, Society and Development.* 2021;10(1):e37310111897. doi:10.33448/rsd-v10i1.11897.
6. Featherstone JDB, Lussi A. Understanding the chemistry of dental erosion. In: *Dental Erosion*. KARGER; 2006:66-76. doi:10.1159/000093351
7. Lussi A, Schlueter N, Rakhmatullina E, Ganss C. Dental erosion: an overview with emphasis on chemical and histopathological aspects. *Caries Res.* 2011;45(Suppl. 1):2-12. doi:10.1159/000325915.
8. Shellis RP, Addy M. The interactions between attrition, abrasion and erosion in tooth wear. *Monogr Oral Sci.* 2014;25:32-45. doi:10.1159/000359936.
9. Favaro Zeola L, Soares PV, Cunha-Cruz J. Prevalence of dentin hypersensitivity: systematic review and meta-analysis. *J Dent.* 2019;81:1-6. doi:10.1016/j.jdent.2018.12.015.
10. Huysmans MC, Young A, Ganss C. The role of fluoride in erosion therapy. *Monogr Oral Sci.* 2014;25:230-43. doi:10.1159/000360555.
11. Magalhães AC, Wiegand A, Rios D, Afonso M, Buzalaf R, Lussi A. *Impact of Fluoride in the Prevention of Caries and Erosion Buzalaf MAR (Ed): Fluoride and the Oral Fluoride in Dental Erosion*. Vol 22.; 2011.
12. Zanatta RF, Caneppele TMF, Scaramucci T, El Dib R, Maia LC, Ferreira DMTP, et al. Protective effect of fluorides on erosion and erosion/abrasion in enamel: a systematic review and meta-analysis of randomized in situ trials. *Arch Oral Biol.* 2020;120. doi:10.1016/j.archoralbio.2020.104945.
13. Nolasco SC, Rocha LC, Silva PS, Auad SM, Ferreira F de M, Assunção CM. Effects of different toothpaste formulations on erosive tooth wear

- prevention: systematic review. *Braz Dent Sci.* 2023;26(1):e3688. doi:10.4322/bds.2023.e3688.
14. Assunção CM, Lussi A, Rodrigues JA, Carvalho TS. Efficacy of toothpastes in the prevention of erosive tooth wear in permanent and deciduous teeth. *Clin Oral Investig.* 2019;23(1):273-84. doi:10.1007/s00784-018-2434-x.
 15. Ganss C, Klimek J, Schäffer U, Spall T. Effectiveness of Two Fluoridation Measures on Erosion Progression in Human Enamel and Dentine in Vitro. 2001. doi:10.1159/000047470.
 16. Lussi A, Buzalaf MAR, Duangthip D, Anttonen V, Ganns C, João-Souza SH, et al. The use of fluoride for the prevention of dental erosion and erosive tooth wear in children and adolescents. *European Archives of Paediatric Dentistry.* 2019;20(6):517-27. doi:10.1007/s40368-019-00420-0.
 17. Lima LC de, Viana ÍEL, Paz SLP da, Bezerra SJC, João-Souza SH, Carvalho TS, et al. Role of desensitizing/whitening dentifrices in enamel wear. *J Dent.* 2020;99. doi:10.1016/j.jdent.2020.103390.
 18. Scaramucci T, Borges AB, Lippert F, Zero DT, Aoki I V, Hara AT. Anti-erosive properties of solutions containing fluoride and different film-forming agents. *J Dent.* 2015;43(4):458-65. doi:10.1016/j.jdent.2015.01.007.
 19. da Silva BM, Rios D, Foratori-Junior GA, Magalhães AC, Buzalaf MAR, Peres SCS, et al. Effect of fluoride group on dental erosion associated or not with abrasion in human enamel: a systematic review with network metanalysis. *Arch Oral Biol.* 2022;144:105568. doi:10.1016/j.archoralbio.2022.105568.
 20. Buzalaf MAR, Magalhães AC, Wiegand A. Alternatives to fluoride in the prevention and treatment of dental erosion. In: *Erosive Tooth Wear: From Diagnosis to Therapy.* S. Karger AG; 2014:244-252. doi:10.1159/000360557
 21. Machado AC, Bezerra SJC, João-Souza SH, Caetano TM, Russo LC, Carvalho TS, et al. Using fluoride mouthrinses before or after toothbrushing: effect on erosive tooth wear. *Arch Oral Biol.* 2019;108. doi:10.1016/j.archoralbio.2019.104520.
 22. Machado A, Sakae L, Niemeyer SH, Carvalho TS, Amaechi B, Scaramucci T. Anti-erosive effect of rinsing before or after toothbrushing with a Fluoride/Stannous Ions solution: an in situ investigation: Application order of Fluoride/Tin products for erosive tooth wear. *J Dent.* 2020;101. doi:10.1016/j.jdent.2020.103450.
 23. Ganss C, Von Hinckeldey J, Tolle A, Schulze K, Klimek J, Schlueter N. Efficacy of the stannous ion and a biopolymer in toothpastes on enamel erosion/abrasion. *J Dent.* 2012;40(12):1036-43. doi:10.1016/j.jdent.2012.08.005.
 24. Carvalho TS, Lussi A. Combined effect of a fluoride-, stannous- and chitosan-containing toothpaste and stannous-containing rinse on the

- prevention of initial enamel erosion-abrasion. *J Dent.* 2014;42(4):450-9. doi:10.1016/j.jdent.2014.01.004.
25. Viana ÍEL, Lopes RM, Silva FRO, Lima NB, Aranha ACC, Feitosa S, et al. Novel fluoride and stannous -functionalized β -tricalcium phosphate nanoparticles for the management of dental erosion. *J Dent.* 2020;92:103263. doi:10.1016/j.jdent.2019.103263.
26. Ganss C, Hardt M, Blazek D, Klimek J, Schlueter N. Effects of Toothbrushing Force on the Mineral Content and Demineralized Organic Matrix of Eroded Dentine. *Eur J Oral Sci.* 2009;117(3):255-60. doi:10.1111/j.1600-0722.2009.00617.x.
27. Schestakow A, Bauer C, Hannig M. Ultrastructure of the dentin pellicle and the impact of erosion. *Caries Res.* 2022;56(5-6):488-95. doi:10.1159/000527775.
28. Aljulayfi I, O'Toole S, Healy M, Sumaidaa S, Ali Z, Bartlett D, et al. The interplay of saliva, erosion and attrition on enamel and dentine. *Saudi Dent J.* 2022;34(3):232-6.