

ISABELA VECCHIATTI VERI

**Efeito de vernizes fluoretados suplementados com nanopartículas
de Trimetafosfato de Sódio sobre o desgaste dental erosivo –
estudo *in vitro***

**Araçatuba – SP
2018**

ISABELA VECCHIATTI VERI

**Efeito de vernizes fluoretados suplementados com nanopartículas
de Trimetafosfato de Sódio sobre o desgaste dental erosivo –
estudo *in vitro***

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Faculdade de Odontologia
de Araçatuba, da Universidade Estadual
Paulista "Júlio de Mesquita Filho", como
parte dos requisitos para a obtenção do
título de Graduação em Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Juliano Pelim Pessan

**Araçatuba – SP
2018**

*A Deus, que sempre me encaminhou para os melhores lugares,
ao lado das melhores pessoas.*

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP, na pessoa de seu diretor, Prof. Tit. Wilson Roberto Poi,

Pelo ensino de excelência.

Ao PIBIC-CNPq,

Pelo apoio financeiro deste projeto.

Ao meu Orientador, Professor Juliano Pelim Pessam,

Obrigada por me aceitar como orientada e por confiar este projeto a mim. Obrigada por compartilhar seu conhecimento, sua bondade, tranquilidade e principalmente por toda paciência que teve comigo durante esse tempo. Registro aqui todo meu carinho, respeito e admiração.

À doutoranda, Mayra Frasson Paiva,

Que estava sempre disposta a me ensinar e me ajudar. Agradeço pelas conversas e ensinamentos. Por tornar as noites, os sábados e domingos no laboratório incríveis. Amo ouvir suas histórias. Admiro demais a pessoa que é, te tenho como inspiração. Foi uma honra também ser orientada por você.

À Professora Ticiane Cestari Fagundes Tozzi,

Por aceitar o convite, é uma honra ter a senhora como banca. Obrigada por ser tão cuidadosa e caprichosa com meu aprendizado quando fui da ala da senhora. Minha eterna gratidão.

À minha mãe, Sônia Margarida Vecchiatti Veri,

Agradeço por ter cuidado do que há de mais delicado em mim. Por todos os momentos de preocupações e vitórias compartilhados. Pelas inúmeras velas acesas a meu anjo da guarda. Por tirar de você para dar para mim. Por ser o real significado de “amor” nesse mundo. Por me enxergar um ser capaz, completo. E por se preocupar com cada pedacinho de mim. Eu não iria a lugar algum e não seria nada sem você. Estou de joelhos diante de você. Agradecendo.

À meu pai, Neideval Veri,

Por não medir esforços para que minha formação acadêmica fosse de excelência, superando as dificuldades financeiras, fazendo com que eu chegasse até aqui. Essa realização é nossa. Agradeço principalmente pela educação que me proporcionou em casa, me ajudando a tornar a mulher que eu queria ser. Te amo nos momentos de calma e de raiva, te amo de qualquer jeito.

À meus avós, tios e primos,

Obrigada pelos momentos felizes, pelos conselhos. Por fazerem meus finais de semanas acolhedores. Por me trazerem alegria. Por estarem comigo desde o início desta caminhada. Por se preocuparem comigo, me apoiarem. Por serem minha família, a família que se Deus me permitisse escolher pelas próximas dez vidas, escolheria vocês. Deixo aqui registrado todo meu amor, carinho e respeito por vocês.

À minha pequena Rafaela, eterna Niti,

Que por meio de pequenos áudios e fotos recarregavam toda minha força. Obrigada por ser tão doce, tão querida, por me fazer te amar tanto. Meu refúgio e minha calma, sou apaixonada por você. Obrigada por existir.

Aos amigos do laboratório,

Pela agradável e feliz convivência. Por toda ajuda que me proporcionaram e pelas palavras de calma e ensinamento que sempre trocávamos.

À minha companheira de casa e dupla, Hortência Pereira Castro,

Pelos segredos e risadas compartilhados no sofá de casa. Por ser uma irmã mais velha e mais responsável. Por prezar meu bem estar e cuidar de mim todos esses anos. Sou grata por sua presença em minha vida e por tudo que fez por mim.

Às amigas de faculdade, Caroline de Freitas Jorge e Yasmin Christi Siviero,

Pelos momentos de descontração, que tornaram cada passo mais leve e doce. Agradeço toda doçura, mesmo sendo as que mais conheceram meu lado amargo. Sem vocês não seria tão especial. Serei para sempre grata por me deixarem fazer parte da vida de vocês.

À querida amiga, Jéssica Freire,

Por acatar meus problemas como se fossem seus. Por não desistir de mim desde o primeiro ano de graduação até o último. Por ser tão meiga e amiga, mesmo com o contato tão precário. Serei eternamente grata por toda ajuda, preocupação e amizade. Você será para sempre querida. Obrigada.

A todas minhas amigas da faculdade,

Pela trajetória percorrida, pelo momento especial da minha vida passado ao lado de vocês. Meu coração vibrará e agradecerá para sempre, ao lembrar de cada palavra, ao rever cada foto.

À amiga do ensino médio, Sara Akabane,

Por estar comigo desde o início. Obrigada por todo apoio, carinho, conselhos, amizade e ajuda. Amiga de antes, durante e depois, guardada no coração. Muito Obrigada.

Ao meu namorado, Ewerton Belido Neves,

Que esteve ao meu lado desde o início da minha graduação. Obrigada por sempre estar do meu lado, por sempre acreditar em mim. Por ser compreensível e nunca me deixar sozinha. Obrigada por prezar minha felicidade. Amo ter você.

E todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para minha formação,

Minha eterna gratidão.



“Aprender a partir de ontem, viver para hoje, esperança do amanhã. O mais importante é não parar de fazer perguntas.”

- Albert Einstein

VERI, I. V. **Efeito de vernizes fluoretados suplementados com nanopartículas de Trimetafosfato de Sódio sobre o desgaste dental erosivo – estudo *in vitro***. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Odontologia) – Faculdade de Odontologia de Araçatuba, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2018.

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito de vernizes fluoretados suplementados com nanopartículas de Trimetafosfato de Sódio (TMP) sobre o desgaste erosivo do esmalte dental bovino *in vitro*. Blocos de esmalte bovino (n=50) foram selecionados por microdureza de superfície (DS) e aleatoriamente divididos em 5 grupos experimentais (n=10/grupo), de acordo com os vernizes a serem testados: (a) Placebo (sem flúor ou TMP), (b) 5% NaF, (c) 5% NaF + 5% TMP microparticulado (TMPmicro), (d) 5% NaF + 2,5% TMP nanoparticulado (TMPnano) e (e) 5% NaF + 5% TMPnano. Metade da superfície dos blocos foi protegida com esmalte ácido-resistente (controle), expondo a outra metade ao tratamento com os vernizes e ao desafio erosivo (ERO). Os vernizes foram aplicados em uma fina camada e os blocos, imersos em saliva artificial por 6 h. Em seguida, os vernizes foram removidos e os blocos, submetidos a ERO, produzida por imersão em ácido cítrico (0,05 M, pH 3,2, por 1 minuto e 30 segundos). Na sequência, os blocos foram imersos em dentífrico placebo por 15 segundos. Esse processo foi realizado 4 vezes/dia, durante 5 dias. O desgaste erosivo foi avaliado por perfilometria. Os dados foram submetidos a ANOVA, seguida do teste de Student-Newman-Keuls ($p<0.05$). O maior desgaste da superfície do esmalte foi observado para o verniz placebo, seguido de 5% NaF + 2,5% TMPnano > 5% NaF > 5% NaF + 5% TMPmicro e 5% NaF + 5% TMPnano, sem diferença significativa entre os grupos 5% NaF e 5% NaF + 2,5% TMPnano. Concluiu-se que a adição de TMP a um verniz fluoretado aumenta significativamente seu efeito protetor contra erosão do esmalte, e o emprego de nanopartículas deste fosfato aumenta ainda mais este efeito.

Palavras-chave: Erosão dentária, Esmalte dentário, Fluoretos tópicos.

VERI, I. V. **Effect of fluoride varnishes supplemented with nanosized sodium trimetaphosphate on enamel erosive wear - in vitro study**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Odontologia) – Faculdade de Odontologia de Araçatuba, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2018.

ABSTRACT

The present study evaluated the effect of fluoride varnishes supplemented with nanosized sodium trimetaphosphate (TMP) on enamel erosive wear *in vitro*. Bovine enamel blocks (n = 50) were selected by surface microhardness (SH) and randomly divided into 5 experimental groups (n=10/group), according to the varnishes to be tested: (a) Placebo (without F or TMP), (b) 5% NaF, (c) 5% NaF + 5% micrometric TMP (TMPmicro), (d) 5% NaF + 2,5% nanosized TMP (TMPnano) and (e) 5% NaF + 5% TMPnano. Half of blocks' surface was protected with cosmetic enamel acid resistant (control), while other half was exposed to varnish treatment and erosive wear (ERO). Blocks received a single varnish application, being immersed in artificial saliva for 6 h. Following, varnishes were removed and all blocks, submitted to 4 daily erosion challenges (ERO, immersion in 0.05 M citric acid, pH 3.2, 90s/cycle, under agitation). Subsequently, blocks were immersed in placebo dentifrice for 15 seconds. The blocks were analyzed by profilometry. The data were submitted to ANOVA and Student-Newman-Keuls' test ($p<0.05$). The highest values of enamel wear was observed for the blocks treated with the Placebo, followed by 5% NaF + 2.5% TMPnano > 5% NaF > 5% NaF + 5% TMPmicro > 5% NaF + 5% TMPnano, without significant difference between 5% NaF and 5% NaF + 2.5% TMPnano. It was concluded that the addition of TMP to a fluoridated varnish significantly enhances its protective effect against enamel erosion, and that the use of nanoparticles of this phosphate further enhances such effect.

Key words: Dental erosion, Dental enamel, Fluorides Topics.

SUMÁRIO

1	Introdução	11
2	Objetivos	14
3	Metodologia	15
4	Resultados	19
5	Discussão	20
6	Conclusão	23
7	Referências	24
8	Anexos	27

1. INTRODUÇÃO

Com o declínio da prevalência da cárie dentária decorrente de políticas preventivas de saúde bucal observado nos últimos anos, outras alterações bucais têm se destacado (WHO, 2018). Dentre elas, destaca-se a erosão dentária, que consiste na dissolução química da estrutura dentária provocada pela ação de ácidos, sem envolvimento bacteriano (Wiegand e Attin, 2003). A exposição constante dos tecidos duros dentários aos desafios ácidos leva ao amolecimento e perda da superfície do esmalte, reduzindo sua resistência a impactos mecânicos (Lussi et al., 2011). A etiologia dessa desordem é multifatorial e envolve fatores intrínsecos, como distúrbios alimentares, e extrínsecos, relacionados à ingestão de alimentos e bebidas ácidas (Magalhães et al., 2009).

Algumas alternativas têm sido propostas com o intuito de prevenir ou minimizar a ocorrência e progressão da erosão, tais como a mudança de hábitos alimentares (redução do consumo de alimentos e bebidas ácidas) e a utilização de fluoretos (F) tópicos, como dentifrícios, géis, enxaguatórios e vernizes (Souza et al., 2011; Salas et al., 2015). Com relação aos produtos fluoretados, estes promovem a formação de CaF_2 na superfície do esmalte de forma dose-dependente, o qual é liberado lentamente diante dos desafios ácidos, reduzindo, assim, o processo de desmineralização dentária, contribuindo também para o processo de remineralização (Buzalaf et al., 2011). Apesar da sua eficácia clínica comprovada sobre o desenvolvimento da cárie dentária, os veículos fluoretados apresentam efeito limitado sobre a erosão (Lussi e Carvalho, 2015). Isso ocorre devido à fragilidade da superfície erodida, a qual é facilmente removida por fatores mecânicos, tais como a abrasão por escovação, prejudicando o processo de remineralização dentária. Sendo assim, o efeito de produtos fluoretados na erosão se dá essencialmente pela proteção da superfície contra a perda mineral ao invés da sua remineralização (Magalhães et al., 2011).

Diante dos benefícios apresentados pela aplicação tópica de F tanto na prevenção quanto no tratamento da cárie e erosão dentária, a busca por formulações que aumentem o efeito destes veículos tem se intensificado nos últimos anos. Neste sentido, resultados promissores foram encontrados em

produtos suplementados com sais de cálcio e/ou fosfatos orgânicos ou inorgânicos (Wiegand e Attin, 2003). Dentre as opções disponíveis, o trimetafosfato de sódio (TMP) demonstrou ser eficaz na redução do desgaste dental erosivo quando combinado com F em dentifrícios, géis e vernizes (Moretto et al., 2010; Manarelli et al., 2011; Delbem et al., 2012; Manarelli et al., 2013). O TMP é um polifosfato cíclico que se adsorve na superfície do esmalte dentário promovendo aumento na remineralização (Manarelli et al., 2015) e redução na desmineralização (Barbour et al., 2005) e solubilidade da hidroxiapatita (McGaughey & Stowell, 1977). O mecanismo de ação do TMP parece estar relacionado à retenção de íons CaF^+ e Ca^{2+} pela substituição de Na^+ em sua estrutura cíclica. Em pH ácido, estas ligações são quebradas, liberando Ca^{2+} e CaF^+ para o meio bucal, os quais, por sua vez, levariam à formação de espécies de carga neutra (CaHPO_4^0 e HF^0), cujo coeficiente de difusão em esmalte é muito mais elevado quando comparado com o cálcio iônico (Manarelli et al., 2013).

Dentre os produtos fluoretados de aplicação profissional, merecem destaque os vernizes, os quais são amplamente utilizados na prática clínica devido a sua facilidade de aplicação, segurança e eficácia (Shen et al., 2002; Manarelli et al., 2014). Os vernizes são produtos viscosos que endurecem quando em contato com a saliva, formando uma película que se adere ao esmalte por tempo prolongado, a qual libera F para a superfície dentária, biofilme e saliva (Pessan et al., 2011). Com relação à associação de F e TMP em vernizes, uma redução significativa no desgaste do esmalte dental submetido a desafios erosivos, seguidos ou não de abrasão, foi demonstrada em um estudo *in situ* (Moretto et al., 2013). Estudos subsequentes demonstraram melhora significativa na remineralização do esmalte, quando comparado a veículos fluoretados sem TMP, tanto *in vitro* (Manarelli et al., 2014) como *in situ* (Manarelli et al., 2015).

Os efeitos supracitados da associação entre F e TMP sobre a cárie e erosão podem ser aumentados quando da utilização de nanopartículas deste fosfato. Estudos *in vitro* e *in situ* demonstraram redução significativa na desmineralização do esmalte dental com adição de TMPnano a dentifrícios convencionais (1100 ppm de F), atingindo um nível de proteção similar ao

obtido após a utilização de um dentifrício com de 5000 ppm F (Danelon et al. 2015, 2017). Um trabalho recentemente concluído pelo nosso grupo de pesquisa, utilizando as mesmas concentrações de TMP e NaF do presente estudo, concluiu que a adição de TMP microparticulado a um verniz contendo 5% NaF reduziu significativamente a progressão de lesões erosivas iniciais no esmalte, com efeito adicional do uso de TMP nanoparticulado (Báez-Quintero, 2017). O estudo supramencionado, entretanto, utilizou um modelo de erosão inicial do esmalte (4 desafios ácidos, de 1 minuto cada) e uma única ferramenta para análise alisar da perda mineral decorrente da exposição ao desafio erosivo (microdureza de superfície). Embora este método seja adequado para o estudo de lesões erosivas iniciais (Schlueter et al., 2016), os resultados de perda mineral obtidos não podem ser diretamente extrapolados para dados de perda estrutural decorrente do efeito cumulativo de sucessivos desafios erosivos, associados ou não a abrasão do esmalte.

Com base no exposto, seria importante avaliar os efeitos de vernizes F suplementados com nanopartículas de TMP em comparação tanto a um verniz contendo micropartículas deste fosfato, como a um verniz contendo apenas NaF, avaliando o processo de erosão dental (efeito químico) utilizando métodos analíticos complementares. A análise do desgaste por perfilometria tem sido considerada como a mais adequada para esta finalidade.

2. OBJETIVO

O objetivo do presente estudo foi avaliar *in vitro* o efeito de vernizes fluoretados suplementados com nanopartículas de TMP sobre o desgaste erosivo do esmalte dental. A hipótese nula do estudo foi de que o desgaste erosivo do esmalte tratado com estes vernizes não seria significativamente diferente do observado para vernizes convencionais e vernizes suplementados com micropartículas de TMP.

3. METODOLOGIA

3.1. Delineamento Experimental

O estudo *in vitro* avaliou o efeito de vernizes convencionais (5% NaF), suplementados ou não com nanopartículas de TMP, sobre o desgaste dental erosivo. Blocos de esmalte dental bovino ($n=50$, 4×4 mm) foram sequencialmente polidos e selecionados através de microdureza de superfície (DS; 361,2 – 363,6) (Takeshita et al., 2009). O tamanho da amostra foi determinado por estudo piloto ($n=4$ /grupo). Os blocos foram divididos aleatoriamente em 5 grupos experimentais ($n=10$ /grupo), de acordo com os vernizes a serem testados: (a) Placebo (sem F ou TMP), (b) 5% NaF, (c) 5% NaF + 5% TMP microparticulado (TMPmicro), (d) 5% NaF + 2,5% TMP nanoparticulado (TMPnano) e (e) 5% + 5% TMPnano, seguindo um protocolo cego. Os blocos foram tratados uma única vez com os vernizes e submetidos a desafios erosivos durante 90 segundos. Em seguida, foram expostos a suspensão de um dentífrício placebo (sem F) por 15 segundos. Esse processo foi realizado 4x/dia por 5 dias. O desgaste erosivo foi avaliado por perfilometria.

3.2. Preparo dos blocos de esmalte

Foram utilizados dentes incisivos bovinos, mantidos em recipientes plásticos com solução de formol a 2%, em pH 7,0, durante 30 dias. Os blocos (4×4 mm) foram obtidos a partir da porção mais plana da superfície vestibular das coroas e fixados em discos de resina acrílica usando cera pegajosa, com a superfície dentinária voltada para cima. A seguir, a dentina foi planificada (Politriz Buehler, Lake Bluff, Illinois, USA) usando lixas de granulação 320 (CARBIMET Paper Discs, 30-5108-320, BUEHLER), peso de 2 lbs, durante 30 segundos sob baixa rotação e refrigeração, sendo lavados com água deionizada a cada troca de lixa (Vieira et al., 2005). Em seguida, os blocos foram fixados com a superfície do esmalte voltada para cima, e sequencialmente polidos com lixas de granulação 600, 800 e 1200 (4 lbs, 30 segundos cada), sobre refrigeração com água. A seguir, o esmalte foi polido com papel feltro para polimento (PolishingCloth BUEHLER 40-7618) e suspensão de diamante (METADI Diamond Suspension 1micron Blue Color

Polish Spray, Water Base 40-6530), 4 lbs, 1 minuto. Por fim, os blocos foram lavados com água deionizada durante 30 segundos e submetidas a um banho de ultra-som (BRANSON 2210) durante 2 minutos.

3.3. Preparo do Trimetafosfato de Sódio nanoparticulado

A nanopartícula de TMP foi obtida a partir da moagem do TMP microparticulado (Sigma-AldrichCo., St. Louis, MO, USA) foi realizada no Instituto de Química da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). O TMP foi primeiramente pesado na quantidade necessária para o estudo, e a seguir, armazenado em frascos de polietileno. Bolas de zircônia foram adicionadas ao TMP em associação com isopropanol até recobrir as bolas e os frascos foram vedados com veda rosca. Em seguida, os frascos foram levados ao moinho de bolas sendo submetidos à moagem por 48 horas. Após a moagem do TMP, o mesmo foi submetido à filtragem em peneiras granulométricas para a sua separação das bolas de zircônia. O frasco de polietileno contendo o TMP foi lavado com isopropanol e o material filtrado foi vedado com papel alumínio e submetido à secagem em estufa a 85° C para evaporação do solvente (isopropanol). Após a secagem do TMP, o mesmo foi submetido à trituração até atingir partículas com diâmetro médio de 38 nm, em almofariz de ágata, pesado e armazenado em frasco de polietileno. O pó resultante foi analisado por difração de raios-X (DRX), com a finalidade de se identificar a estrutura cristalina do mesmo, bem como para se estimar o tamanho médio das partículas.

3.4. Formulação e dosagem de fluoreto dos vernizes experimentais

Os vernizes foram manipulados pela SS White Produtos Odontológicos (Rio de Janeiro, RJ, Brasil), contendo os seguintes componentes: polímero formador de película (resina artificial), solvente (etanol), essência (sacarina) e água desmineralizada (q.s.p.). A concentração de F nos vernizes foi de 5% de NaF, os quais foram produzidos com ou sem a adição de TMP convencional

(microparticulado) a 5%, ou TMPnano a 2,5% e 5%. Foi também manipulado um verniz placebo, sem a adição de NaF ou TMP (controle negativo). A concentração de TMP nos vernizes foi determinada a partir do estudo de Báez-Quintero (2017). Para a análise do F dos vernizes, foi pesada a quantidade de 0,015-0,020 g de cada amostra em um balão volumétrico de vidro de 200 mL e 10 mL de clorofórmio foram adicionados para dissolver o verniz. Após a dissolução completa do verniz, foram adicionados 190 mL de água destilada para recuperar o NaF. Os frascos foram agitados vigorosamente por 15 segundos para permitir a separação da água e clorofórmio. Após duas repetições do processo, a solução estava pronta para a determinação do F. Para cada produto foram realizadas 3 diluições. Posteriormente, 2 amostras de 0,5 mL foram retiradas e tamponadas com 0,5 mL de TISAB II. Foi utilizado um eletrodo específico para íon flúor (9609 BN - Orion) e analisador de íons (Orion 720 A+), previamente calibrado com 5 padrões: 2,0; 4,0; 8,0 e 16,0 e 32 µg F/mL. Os dados obtidos em mV foram convertidos em µg F/mL.

3.5. Tratamento dos blocos e desafios erosivos

Metade da superfície de cada bloco foi protegida com esmalte de unhas resistente ao ácido (área controle), de modo que a outra metade (área de teste) foi submetida ao tratamento com os vernizes e desafio erosivo (ERO). Os vernizes foram aplicados em uma fina camada com auxílio de microbrush (1/bloco), por um único pesquisador calibrado e os blocos imersos em saliva artificial (1,5 mmol.L⁻¹ Ca(NO₃)₂·4H₂O; 0,9 mmol.L⁻¹ NaH₂PO₄·2H₂O; 150 mmol.L⁻¹ KCl; 0,1 mol.L⁻¹ Tris; pH 7,0;) durante 6h. A seguir, os vernizes foram removidos dos blocos e submetidos a ERO, por imersão em ácido cítrico 0,05 M, pH 3,2, durante 90 segundos, 4 vezes/dia, durante 5 dias (Schlueter et al., 2016). Ao final do período experimental, o esmalte cosmético foi cuidadosamente removido da superfície de cada bloco, e em seguida, realizou-se a análise do desgaste superficial, utilizando um Rugosímetro Surf test rugosidade Tester SJ 401 - Mitutoyo (Mitutoyo American Corporation). O rugosímetro foi conectado a um microcomputador que processou e armazenou as informações pertinentes aos ensaios com o auxílio de um software

específico do equipamento (Surftest). A ponta do rugosímetro percorreu a distância de 0,8 μm da superfície hígida dos espécimes para a área afetada. Assim sendo, após a determinação do perfil, a medida do desgaste foi obtida pela distância da média da área erodida e a média da área protegida. O desgaste de cada bloco foi determinado pela média de 5 leituras.

3.8. Análise estatística

Os dados de perfilometria foram analisados utilizando o programa SigmaPlot, versão 12.0. Os dados apresentaram distribuição normal (Kolmogorov-Smirnov) e homogênea (Cochran), tendo sido submetidos a Análise de Variância a 1 critério, seguida do teste de Student-Newman-Keuls, assumindo-se um nível de significância de 5%.

4. RESULTADOS

O maior desgaste da superfície do esmalte foi observado para o verniz placebo, seguido de 5% NaF + 2,5% TMPnano, 5% NaF, 5% NaF + 5% TMPmicro e 5% NaF + 5% TMPnano, sem diferença estatisticamente significativa entre os grupos 5% NaF e 5% NaF + 2,5% TMPnano. A adição de 5% de TMPnano ao NaF levou à menor perda de desgaste superficial, diferindo significativamente dos demais grupos.

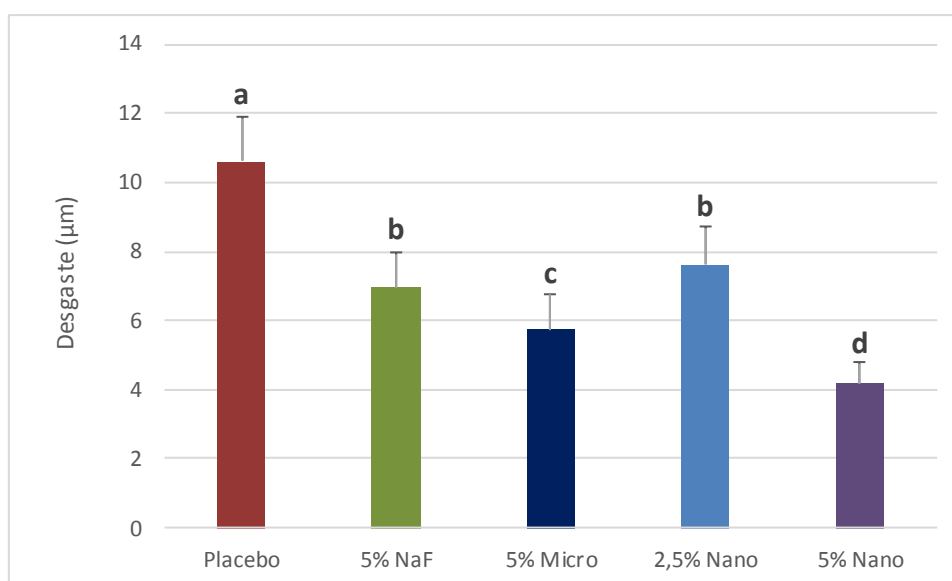


Gráfico 1. Desgaste superficial do esmalte de acordo com os vernizes experimentais testados. Letras distintas indicam diferença significativa entre os grupos de estudo (Student-Newman-Keuls, $p < 0.05$, $n = 10/\text{grupo}$).

“Placebo”: verniz sem flúor ou TMP;

“5% NaF”: verniz contendo 5% NaF, sem adição de TMP;

“5% Micro”: verniz contendo 5% NaF + 5% TMP microparticulado;

“2,5% Nano”: verniz contendo 5% NaF + 2,5% TMP nanoparticulado;

“5% Nano”: verniz contendo 5% NaF + 5% TMP nanoparticulado.

5. DISCUSSÃO

A adição de fosfatos a produtos fluoretados tem se mostrado como uma alternativa eficaz na proteção contra o desgaste dental erosivo (Moretto et al., 2013; Báez-Quintero, 2017). O presente estudo demonstrou que a suplementação de um verniz fluoretado com nanopartículas de TMP promoveu um aumento significativo no efeito protetor de vernizes fluoretados sobre a erosão dental em comparação ao TMP microparticulado, levando à rejeição da hipótese nula do estudo.

Uma série de estudos atesta a influência da suplementação de vernizes fluoretados com TMP sobre o esmalte dental. O efeito sinérgico deste fosfato associado ao F já demonstrou ser efetivo na redução da desmineralização (Manarelli et al., 2017) e no aumento da remineralização (Manarelli et al., 2014, 2015) do esmalte dental, bem como sobre a erosão do esmalte dental (Manarelli et al., 2013; Moretto et al., 2013). Em acréscimo, um estudo recente utilizando um modelo de análise de lesões erosivas iniciais, demonstrou que vernizes fluoretados suplementados com TMP apresentaram efeito protetor superior contra a erosão dentária em comparação a um verniz convencional (NaF 5%), com efeito adicional do TMP nano em comparação ao microparticulado (Báez-Quintero, 2017). Sabe-se que o F, especialmente em altas concentrações, promove a precipitação de fluoreto de cálcio (CaF_2) na superfície dental, formando uma barreira protetora contra a desmineralização do esmalte (Magalhães et al., 2009), de forma que era esperado que os efeitos superiores da associação entre F e TMP (em comparação ao F sozinho) fosse resultado de um aumento na deposição de CaF_2 sobre o esmalte. Entretanto, a formação desta barreira é significativamente reduzida na presença de TMP (Manarelli et al., 2014, 2015, 2017), o que parece ser justificado pelo fato de ambos os princípios ativos (F e TMP) competirem pelos mesmos sítios de ligação na superfície do esmalte. Assim, acredita-se que os efeitos superiores dos vernizes fluoretados contendo TMP sejam decorrentes da retenção de Ca^{2+} e F^- nas moléculas de TMP adsorvidas ao esmalte (Danelon et al., 2015), as quais resultam na formação de uma barreira física que limita a difusão de ácidos para o interior do esmalte, bem como favorece a remineralização de lesões existentes, conforme descrito a seguir.

Ao contrário do que se acreditava inicialmente, o mecanismo de ação do TMP não está relacionado a liberação de fosfatos à superfície do esmalte, mas sim a um mecanismo semelhante ao CPP-ACP (caseína fosfopeptídeo-amorfo fosfato de cálcio), no qual após o TMP estar carregado negativamente (por liberação dos íons sódio), favorece a adsorção na superfície do esmalte de íons Ca^{2+} e CaF^+ presentes em meio bucal, formando, subsequentemente, espécies de carga neutra (CaHPO_4^0 e HF^0), as quais apresentam um coeficiente de difusão em esmalte mais elevado, tornando-o mais resistente a dissoluções (Manarelli et al., 2014). Este mecanismo pode explicar o melhor desempenho obtido pelos vernizes contendo TMP em comparação ao verniz convencional (5% NaF) utilizados no presente estudo. O resultado também corrobora com os achados de Báez-Quintero (2017), que utilizou as mesmas concentrações de TMP do presente estudo, e observou melhora significativa no efeito protetor de vernizes F suplementados com TMP nanoparticulado em comparação ao microparticulado em lesões erosivas iniciais. Isto demonstra claramente a influência do tamanho das partículas no mecanismo de ação do produto. O tamanho nanométrico proporciona um maior contato superficial do composto, bem como alta porcentagem de átomos em sua superfície em comparação ao micrométrico, tornando-o mais reativo (Danelon et al., 2015). Um estudo concluído recentemente com géis F suplementados também encontrou o melhor resultado para formulações contendo TMP nanoparticulado, o que reforça o mecanismo proposto acima (Nagata, 2018).

O presente estudo apresenta algumas limitações metodológicas, as quais incluem o emprego de protocolo *in vitro*, cujos resultados não podem ser diretamente extrapolados para a realidade clínica. Em acréscimo, o estudo avaliou apenas o processo erosivo do esmalte, sem considerar o efeito adicional de forças mecânicas sobre a perda da estrutura dentária (desgaste dental erosivo), como aquelas decorrentes da abrasão por escovação. Por fim, o estudo não avaliou o efeito adicional da aplicação de vernizes em associação ao uso rotineiro de dentífrício fluoretado. Apesar dessas limitações, resultados promissores foram obtidos a partir dos vernizes testados, os quais apresentam grande potencial de aplicabilidade clínica. Assim, a execução de estudos

futuros que abordem adequadamente as limitações supracitadas poderia trazer informações relevantes para se avaliar o real benefício destas formulações.

6. CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos, concluiu-se que a adição de 5% TMP a um verniz fluoretado aumenta significativamente seu efeito protetor contra erosão do esmalte, e o emprego de nanopartículas deste fosfato na mesma concentração aumenta ainda mais este efeito.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Báez-Quintero LC. Efeito de vernizes fluoretados suplementados com nanopartículas de Trimetafosfato de Sódio sobre a remineralização de lesões de cárie e erosão de esmalte dental *in vitro*. Tese [Doutorado]. Faculdade de Odontologia de Araçatuba, Universidade Estadual Paulista, 2017, 104 p.

Barbour ME, Finke M, Parker DM, Hughes JA, Allen GC, Addy M. The relationship between enamel softening and erosion caused by soft drinks at a range of temperatures. *J Dent*. 2006;34(3):207-13.

Buzalaf MA, Pessan JP, Honório HM, Tem Cate JM. Mechanisms of action of fluoride for caries control. *Monogr Oral Sci* 2011; 22:97-114.

Danelon M, Pessan JP, Neto NS, Camargo ER, Delbem ACB. Effect of toothpaste with nano-sized trimetaphosphate on dental caries: In situ study. *J Dent* 2015;43:806-813.

Danelon M, Pessan JP, Souza-Neto FN, de Camargo, ER, Delbem, ACB. Effect of fluoride toothpaste with nano-sized trimetaphosphate on enamel demineralization: an in vitro study. *Archives of oral biology*, 2017;78,82-87.

Delbem AC, Bergamaschi M, Rodrigues E, Sassaki KT, Viera AE ME. Anticaries effect of dentifrices with calcium citrate and sodium trimetaphosphate on enamel de- and remineralization in vitro. *J Appl Oral Sci*. 2012;20:94–8.

Lussi A. Dental Erosion: from diagnosis to therapy. G. M. W, editor. *Monogr Oral Sci* . Karger; 2006;1:233.

Lussi A., Carvalho TS, The future of fluorides and other protective agents in erosion prevention. *Caries Res*. 2015; 49:18-29.

Magalhães AC, Wiegand A, Rios D, Buzalaf MA, Lussi A. Fluoride in dental erosion. *Monogr Oral Sci*. 2011;22:158-70.

Magalhães AC, Wiegand A, Rios D, Honório HM, Buzalaf MAR. Insights into preventive measures for dental erosion. *Journal of Applied Oral Science*. 2009; 17, 75-86.

Manarelli MM, Delbem AC, Binhardi TD, Pessan JP. In situ remineralizing effect of fluoride varnishes containing sodium trimetaphosphate. *Clin Oral Investig*. 2015; 19(8): 2141-6.

Manarelli MM, Delbem AC, Lima TM, Castilho FC, Pessan JP. In vitro remineralizing effect of fluoride varnishes containing sodium trimetaphosphate. *Caries Res*. 2014; 48(4):299-305.

Manarelli MM, Delbem ACB, Báez-Quintero LC, de Moraes FRN, Cunha RF, Pessan JP. Fluoride varnishes containing sodium trimetaphosphate reduce enamel demineralization in vitro. *Acta Odontol Scand*. 2017 Jul;75(5):376-378.

Manarelli MM, Moretto MJ, Sassaki KT, Martinhon CCR, Pessan JP, Delbem AC. Effect of fluoride varnish supplemented with sodium trimetaphosphate on enamel erosion and abrasion. In vitro study. *American Journal of Dentistry*. 2013; 26(6):307-12.

Manarelli MM, Viera AE, Matheus AA, Sassaki KT, Delbem AC. Effect of mouth rinses with fluoride and trimetaphosphate on enamel erosion: an in vitro study. *Caries Research*. 2011; 45: 506-9.

McGaughey C, Stowell EC. Effects of polyphosphates on the solubility and mineralization of HA: relevance to a rationale for anticaries activity. *Journal of Dental Research* 1977;56:579–587.

Moretto MJ, Delbem ACB, Manarelli MM, Pessan JP, Martinhon CCR. Effect of fluoride varnish supplemented with sodium trimetaphosphate on enamel erosion and abrasion: An in situ/ ex vivo study. *Journal of Dentistry*. 2013;41:1302-1306.

Moretto MJ, Magalhães AC, Sassaki KT, Delbem AC, Martinhon CC. Effect of different fluoride concentrations of experimental dentifrices on enamel erosion and abrasion. *Caries Research* 2010; 44:135-40.

Nagata ME. Efeito de géis fluoretados suplementados com nanopartículas de trimetafosfato de sódio sobre a remineralização de lesões de cárie e sobre o desgaste dental erosivo in vitro. Tese [Doutorado]. Faculdade de Odontologia de Araçatuba, Universidade Estadual Paulista, 2018, 106 p.

Pessan JP, Tumba KJ, Buzalaf MAR. Topical use of fluorides for caries control. In *Fluoride and the Oral Environment*. Karger Publishers. 2011; 22:115-132.

Salas MM, Nascimento GG, Vargas-Ferreira F, Tarquinio SB, Huysmans MC, Demarco FF. Diet influenced tooth erosion prevalence in children and adolescents: Results of a meta-analysis and meta-regression. *J Dent* 2015; 43:865-75.

Schlueter N, Jung K, Ganss C. Profilometric Quantification of Erosive Tissue Loss in Dentine: A Systematic Evaluation of the Method *Caries Res*. 2016;50(5):443-454.

Shen C, Autio-Gold J. Assessing fluoride concentration uniformity and fluoride release from three varnishes. *J Am Dent Assoc* 2002; 133:176–182.

Souza JAS. Efeito do Trimetafosfato de Sódio e do fluoreto sobre a solubilidade da hidroxiapatita: Estudo in vitro. 2014. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Odontologia de Araçatuba.

Takeshita EM, Castro LP, Sassaki KT, Delbem ACB. In vitro evaluation of dentifrice with low fluoride content supplemented with trimetaphosphate. *Caries Res* 2009;43:50-56.

Wiegand A, Attin T. Influence of fluoride on the prevention of erosive lesions – a review. *Oral Heal Prev Dent*. 2003;1(4):245–53.

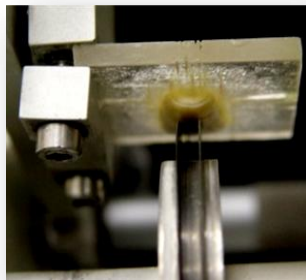
World Health Organization, 2018. Available in: <http://www.who.int>, accessed on July 15th, 2018.

ANEXO A

OBTENÇÃO E PREPARO DOS BLOCOS DE ESMALTE Confeção dos blocos de esmalte bovino (4 mm x 4 mm)



1. Secção coroa Raíz



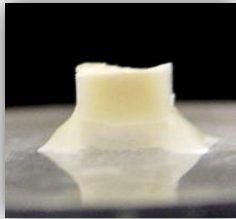
2. Secção da face vestibular em cortadeira.



5. Fragmento vestibular do dente bovino, fixado sobre placa de resina. Ao lado, bloco de esmalte dentário.

ANEXO B

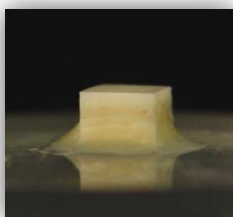
Planificação da dentina e polimento do esmalte



1. Superfície dentinária antes do polimento



2. Planificação da dentina e polimento do esmalte em politriz



3. Planificação da dentina e polimento do esmalte em politriz

ANEXO C

Desafio erosivo e tratamento com dentifrício placebo.



1. Esmalte recobrindo metade da superfície do esmalte e verniz sendo aplicado a outra metade



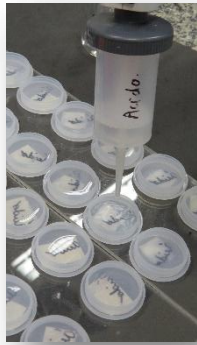
2. Adição de 4ml de saliva artificial



3. Placas em posição possibilitando o contato dos blocos com saliva artificial



4. Espécimes sob agitação (mesa agitadora orbital plana, por 6h, em velocidade 95-100 rpm)



5. Adição de 4ml de ácido cítrico 0,05M pH 3,2



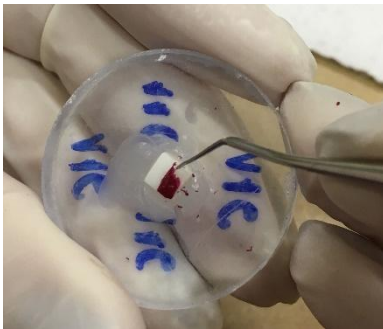
6. Espécimes sob agitação em mesa agitadora orbital plana, durante 90 segundos em contato com ácido cítrico



7. Adição de 4ml da suspensão de dentifrício placebo para retornar a mesa agitadora por 15 segundos

ANEXO D

Análise do desgaste superficial



1. Remoção do esmalte cosmético com hollemback para análise do desgaste



1. Ponta do rugosímetro percorrendo da área sadia à área erodida, 5 leituras em cada bloco