

Ricardo Augusto Tomaz Noschang

**AÇÃO DAS SOLUÇÕES DE BICARBONATO DE SÓDIO E
FLUORETOS FRENTE A DESAFIO EROSIVO E ABRASIVO,
*IN VITRO***

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Odontologia.

Orientadora: Professora Dra Izabel Cristina Santos Almeida.

Co-Orientadora: Professora Dra. Liliete Cannes de Souza Cordeiro.

FLORIANÓPOLIS
2015

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Noschang, Ricardo Augusto Tomaz

Ação das soluções de bicarbonato de sódio e Fluoretos frente a desafio erosivo e abrasivo, In vitro / Ricardo Augusto Tomaz Noschang ; orientadora, Dra Izabel Cristina Santos Almeida ; coorientadora, Dra. Liliete Cannes de Souza Cordeiro. - Florianópolis, SC, 2015.

65 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Odontologia.

Inclui referências

1. Odontologia. 2. Erosão dental. 3. bicarbonato de sódio. 4. tetra-fluoreto de titânio. 5. fluoreto de amina. I. Almeida, Dra Izabel Cristina Santos . II. Cordeiro, Dra. Liliete Cannes de Souza . III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. IV. Título.

Ricardo Augusto Tomaz Noschang

AÇÃO DAS SOLUÇÕES DE BICARBONATO DE SÓDIO E
FLUORETOS FRENTE A DESAFIO EROSIVO E ABRASIVO,
IN VITRO

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia.

Florianópolis, 25 de fevereiro de 2015.

Prof.^a Dr.^a Izabel Cristina Santos Almeida
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof.^a Dr.^a Izabel Cristina Santos Almeida
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Profa. Dra. Joecí de Oliveira
Universidade Federal de Santa Catarina

Profa. Dra. Maria Aparecida de Andrade Moreira Machado
Faculdade de Odontologia de Bauru/USP

Prof. Dr. Sylvio Monteiro Jr
Universidade Federal de Santa Catarina

Este trabalho é dedicado à minha esposa e
minha amada filha, que firmemente me
apoiaram.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a minha orientadora, Profa. Izabel, que soube me guiar sabiamente durante o percurso desta jornada, oferecendo suporte, direcionamento e um exemplo a ser seguido.

À doutoranda Ana Paula C A Beltrame, amiga com quem aprendi muito. Sempre prestativa e atuante no trabalho.

À Profa. Liliete, muito carinhosa e dedicada.

Gostaria de agradecer aos professores de Odontopediatria da Universidade Federal de Santa Catarina: Prof. Ricardo, Profa. Joecí, Profa. Mariane, Profa. Michele e Prof. Marcos pelo apoio e carinho.

Às colegas do mestrado, Loraine e Carla, com quem amadureci neste desafio.

Aos alunos da Pós-Graduação em Física, Zoldan e Bruna, que foram muito prestativos e atenciosos.

Aos meus pais e sogros, que são o apoio familiar sem o qual esse trabalho não seria possível.

Para os crentes, Deus está no princípio das coisas.
Para os cientistas, no final de toda reflexão.

(Max Planck, 1858-1947)

RESUMO

Objetivo: O objetivo deste estudo *in vitro* foi avaliar os efeitos da solução de bicarbonato de sódio, comparando-a à soluções fluoretadas frente a erosão e abrasão sobre esmalte dental bovino, imediatamente após exposição a um ácido.

Metodologia: Seis grupos de n=40, formados por blocos de esmalte bovino, foram separados em dois sub-grupos (n=20): somente erosão (GA) e erosão mais abrasão (GB). Todos os espécimes foram imersos em solução de ácido cítrico (0,5%, pH 2,4), 3X ao dia, durante 7 dias e em seguida, colocados em recipiente com uma das soluções, exceto o grupo controle (G1- nenhuma solução), sob agitação constante durante um minuto: (G2) água destilada; (G3) solução de tetra-fluoreto de titânio (TiF₄ 0,05%); (G4) solução de fluoreto de sódio (NaF 0,05%); (G5) Elmex Erosion®(GABA) dental rinse com solução de fluoreto de amina, fluoreto de sódio e cloreto de estanho (AmF/NaF:SnCl₂)/(0,05% F:0,08% Sn); (G6) solução de bicarbonato de sódio (20%). Na sequência, os espécimes do GB receberam escovação elétrica por 30s com creme dental sem flúor. Os espécimes foram analisados por meio de perfilometria (perda de estrutura) e microdureza (perda de dureza).

Resultados: No GA, a solução de AmF/NaF/SnCl₂ (G5) apresentou a menor perda de estrutura (2,70±0,61µm). A solução de bicarbonato de sódio (G6) mostrou média (12,30±1,41µm) mais favorável somente em relação à da água destilada (G2 12,37±1,32). Quanto à microdureza, a solução de bicarbonato de sódio apresentou a maior perda na dureza do esmalte (185,80±39,88hv), e as soluções TiF₄ (G3 77,35±51,86hv) e NaF (G4 87,95±44,94hv) perda menor que os demais grupos. No Grupo B a solução de AmF/NaF/SnCl₂ apresentou o menor degrau (3,90±1,68µm) dentre os produtos analisados e a solução de bicarbonato de sódio apresentou valor (11,55±2,53µm) mais favorável apenas na comparação com o grupo da água destilada (13,51±2,61µm), sem diferença na comparação entre seus desafios (GA e GB). Quanto à microdureza, a solução de bicarbonato de sódio (perda de 143,15±39,36hv) e a solução de AmF/NaF/SnCl₂ (perda de 143,57±33,01hv) apresentaram as maiores perdas de dureza entre os grupos estudados.

Conclusão: A solução de bicarbonato de sódio não se mostrou mais eficiente que as soluções fluoretadas para evitar a perda de estrutura no esmalte dental, e apresentou dureza final com valores mais baixos que as outras soluções estudadas.

Palavras-chave: Erosão dental, bicarbonato de sódio, tetra-fluoreto de titânio, fluoreto de amina.

ABSTRACT

Objective: The aim of the present *in vitro* study was to assess the effects of sodium bicarbonate solution, on the erosion and abrasion of the enamel of bovine teeth, immediately after exposure to an acid, and to compare them to the effects of fluoride solutions.

Methodology: Six groups (n=40) were created using blocks of bovine enamel. These were then separated into two sub-groups (n=20): erosion only (GA) and erosion plus abrasion (GB). All of the specimens were immersed in citric acid solution (0.5%, pH 2,4) three times a day for seven days. Subsequently, they were placed in a recipient with one of the solutions to be assessed, with the exception of the control group (G1 - no solution), and shaken constantly for one minute: (G2) distilled water; (G3) titanium tetrafluoride solution (TiF₄ 0.05%); (G4) sodium fluoride solution (NaF 0.05%); (G5) Elmex Erosion®(GABA) dental rinse with amine fluoride solution, sodium fluoride and tin chloride (AmF/NaF:SnCl₂)/(0.05% F:0.08% Sn); (G6) sodium bicarbonate solution (20%). Next, the specimens from GB were brushed electronically for 30 seconds using fluoride-free toothpaste. The specimens were analyzed based on profilometry (loss of structure) and microhardness (loss of hardness).

Results: In GA, the AmF/NaF/SnCl₂ solution (G5) exhibited the lowest loss of structure (2.70±0.61µm). The sodium bicarbonate solution (G6) only exhibited a more favorable mean value (12.30±1.41µm) when compared with the distilled water result (G2 12.37±1.32). With regards to microhardness, the sodium bicarbonate solution exhibited the greatest loss of hardness in enamel (185.80±39.88vh), whereas the TiF₄ (G3 77.35±51.86vh) and NaF (G4 87.95±44.94vh) solutions exhibited the lowest loss in the other groups. In Group B, the AmF/NaF/SnCl₂ solution exhibited the lowest degree (3.90±1.68µm) among the products analyzed. Sodium bicarbonate solution only exhibited the most favorable value (11.55±2.53µm) when compared with the distilled water group (13.51±2.61µm), with no difference recorded between the challenges (GA and GB). With regards to microhardness, sodium bicarbonate solution (loss of 143.15±39.36vh) and AmF/NaF/SnCl₂ solution (loss of 143.57±33.01vh) exhibited the greatest losses of hardness among the groups studied.

Conclusion: Sodium bicarbonate solution was not more effective than fluoride solutions in terms of preventing the loss of structure in dental enamel, and it provided one of the lower values obtained for final surface hardness.

Keywords: Dental erosion; sodium bicarbonate; titanium tetrafluoride; amine fluoride.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Tubo de PVC com quatro blocos de esmalte bovino embutidos em resina acrílica.....	25
Figura 2. (a), Blocos marcados em 2mm para aplicação de esmalte de unha. (b), Esmalte aplicado.	26
Figura 3. Espécimes preparados para o experimento.	28
Figura 4. Recipiente com espécimes imersos no ácido cítrico 0,5%.....	29
Figura 5. Aparato utilizado para escovação simultânea de 20 blocos. ...	30
Figura 6, Calibração da força de escovação em 50g (aprox. 5N).....	30
Figura 7. Desenho esquemático do bloco com indentações feitas pelo microdurômetro e traçado <i>da perfilometria</i>	31
Figure 01 – Mean, standard deviation (SD) and statistical difference for structure loss in the groups (GA and GB)	55
Figure 02 – Mean, standard deviation (SD) and statistical difference for the Vickers hardness (VH) loss between the groups (GA and GB).	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Descrição dos grupos.....	26
Tabela 1. Descrição dos grupos.....	41
Tabela 2 – Média, desvio-padrão (DP) e diferença estatística da rugosidade dos grupos submetidos à erosão e erosão mais abrasão.....	43
Tabela 3 – Média, desvio-padrão (DP) e diferença estatística da perda de dureza Vickers (ΔDV) entre os grupos submetidos ao desafio erosivo e erosivo e abrasivo.....	43

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	21
2.METODOLOGIA EXPANDIDA	25
3.ARTIGO CIENTIFICO.....	33
4.ARTIGO CIENTÍFICO (VERSÃO EM INGLÊS).....	45
5.CONSIDERAÇÕES FINAIS	61
6.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA INTRODUÇÃO E DA METODOLOGIA EXPANDIDA	63

INTRODUÇÃO

A erosão dental é a perda de estrutura dentária pela ação de ácidos (endógenos ou exógenos), sem o envolvimento de micro-organismos (LUSSI et al., 2011). Ocorre inicialmente o amolecimento do esmalte e este processo é acompanhado de contínua dissolução dos cristais, que provoca perda permanente de mineral e consequentemente de volume dental (SCHLUETER; JAEGGI; LUSI, 2012). Em estágios mais avançados a dentina é exposta e a sensibilidade, perda de anatomia e de dimensão vertical podem ocorrer (LUSSI et al., 2011). Enquanto defeitos iniciais podem ser tratados com procedimentos não ou minimamente invasivos, os mais severos quase sempre exigem estratégias complexas de tratamento e em algumas situações requerem perdas de estrutura dental ainda maiores para proporcionar preparos protéticos adequados (SCHLUETER; JAEGGI; LUSI, 2012).

Quanto à prevalência, McGuire et al. (2009) citam que 45,9% de crianças na faixa etária de 13-19 anos de idade, nos Estados Unidos da América, apresentaram pelo menos um dente com erosão dental. Pesquisa com crianças e adolescentes brasileiras de três a quatro anos de idade realizado por Murakami e Oliveira (2011), na cidade de Diadema (SP, Brasil), mostrou prevalência de 51,6% de erosão dental. Corrêa et al. (2011) observaram prevalência de 25,43% entre pacientes de clínica particular na cidade de São Paulo (SP, Brasil) com idade entre dois e vinte anos.

O processo erosivo tem etiologia multifatorial, sendo dependente da interação de diversos fatores (LUSSI; SCHAFFNER; JAEGGI, 2007), característica que justifica as diferentes manifestações deste problema nos indivíduos.

Os principais fatores envolvidos são: os fatores químicos, que incluem o tipo de ácido e suas características como pH, capacidade tampão, adesão, quelação e concentração de Cálcio, Fosfato e Flúor; fatores biológicos, como saliva (quantidade e capacidade tampão), qualidade da película adquirida, anatomia e estrutura dentária e também fatores comportamentais relacionados à alimentação, como ingestão de bebidas ácidas, hábitos de escovação, bulimia, exposição ocupacional, entre outros (LUSSI; SCHAFFNER; JAEGGI, 2007).

O tipo de ácido, também é um fator que influencia no desenvolvimento do processo erosivo. Pode ser de origem intrínseca como o resultante de refluxo gastroesofágico (MARSICANO et al.,

2013) e extrínseca, originários de bebidas gaseificadas (LUSSI et al., 2012), sucos, alimentos e medicamentos (COSTA, ALMEIDA, COSTA FILHO, 2006). A alimentação é considerada o fator de risco mais importante para crianças, devido à frequência do consumo de sucos ácidos e refrigerantes (LUSSI et al., 2000). O efeito químico provocado na estrutura dental pelas bebidas ácidas, pode ser agravado pelo efeito abrasivo da escovação, que somado ao creme dental, pode exacerbar ainda mais a perda de estrutura dental (WIEGAND et al., 2008; WIEGAND et al., 2009; COMAR et al., 2012).

O princípio da perda dos tecidos dentais provocada pelos ácidos está parcialmente esclarecido, mas não há consenso sobre tratamentos que possam preveni-la. O fortalecimento da estrutura dentária para resistir à desmineralização gerada por ingestão de produtos com potencial erosivo, é o foco para prevenção e estabilização das lesões iniciais da erosão dental (SCHLUETER; KLIMEK; GANSS, 2009).

Produtos a base fluoreto de sódio e fluoreto de estanho tem sido utilizados com esta finalidade (CARVALHO et al., 2014) e o tetrafluoreto de titânio tem apresentado resultados promissores (MAGALHÃES et al., 2009).

O efeito dos fluoretos está relacionado à deposição de fluoreto de cálcio sobre a estrutura dental, que atua como um escudo contra o ataque ácido (SCHLUETER; KLIMEK; GANSS, 2009). Como a eficácia destes depósitos aumenta de acordo com o tempo de exposição e concentração dos fluoretos, estudos tem confirmado que concentrações maiores de fluoretos têm exibido resultados mais satisfatórios (GANSS et al., 2010; LUSSI et al., 2004; SCHLUETER; KLIMEK; GANSS, 2009).

Uma das questões das altas concentrações de fluoretos é o aumento do custo do tratamento e a preocupação com o tempo da pesquisa devido a possível toxicidade do produto, quando usado de forma contínua (SCHLUETER; KLIMEK; GANSS, 2009).

Estudos de produtos e tratamentos que evitem ou que visem a diminuição dos efeitos causados pelo processo erosivo sobre os dentes, ao longo da vida, tem sido desenvolvidos. Por essa razão, o interesse em avaliar se a solução de bicarbonato de sódio teria efeito de neutralização do ácido cítrico e seus efeitos, sobre o esmalte exposto ao desafio erosivo e abrasivo provocado pela escovação.

O objetivo deste estudo foi o de avaliar *in vitro* a ação das soluções de bicarbonato de sódio 20%, fluoreto de sódio 0,05%, tetrafluoreto de titânio TiF₄ 0,05% e ELMEX® EROSION PROTECT

dental rinse sobre esmalte dental bovino exposto a ácido cítrico sozinho e com escovação.

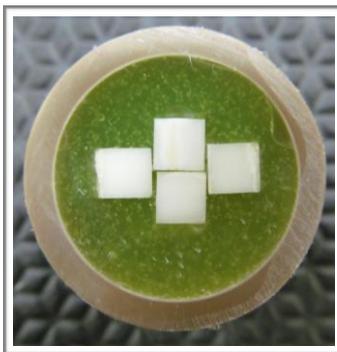
METODOLOGIA EXPANDIDA

Foram selecionados oitenta dentes bovinos com superfície vestibular plana e íntegra, sem trincas ou fissuras, avaliados com lupa de aumento de 10x. Esses dentes foram desinfetados em solução de timol a 1% por 72 horas. As raízes foram removidas e as coroas cortadas em cortadeira elétrica automática (Isomet 1000, Buehler, Illinois, USA) com disco diamantado de três polegadas em refrigeração com água, obtendo-se blocos de aproximadamente 4x4x4mm.

Os blocos foram inseridos em molde de acrílico autopolimerizável (Dentril, São Paulo, Brasil), dentro de base de tubo de PVC de 20 polegadas (Figura 1). As superfícies de esmalte foram aplainadas, alisadas e polidas com discos de papel impregnados com abrasivos (Lixa d'água granulação 600, 800, 1200; Wetordry, 3M, São Paulo, SP, Brasil) em poltriz metalográfica (DPU 10, Struers, Denmark), sob refrigeração abundante de água. O polimento fino foi realizado com panos de polimento metalográfico e pastas de polimento com suspensão de Alumina 1; 0,3 e 0,05 micras. Foi feita nova inspeção visual, para avaliar a integridade e lisura das superfícies, utilizando-se estereomicroscópio (Medilux, MDL-. DS4-BI, Biosystems, Curitiba, PR, Brasil) com aumento de 25X.

Foram incluídos os espécimes que não apresentassem trincas ou fissuras, tivessem superfície homogênea e dureza entre 380 – 450 Vickers.

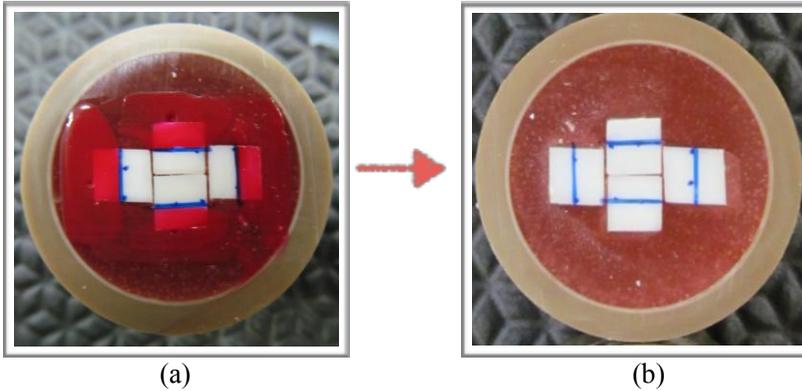
Figura 1. Tubo de PVC com quatro blocos de esmalte bovino embutidos em resina acrílica.



Fonte: Acervo do autor

Os blocos selecionados, tiveram metade de sua superfície coberta com três camadas de esmalte de unha (Figura 2) vermelho (Impala, Avamiller, Guarulhos, SP, Brasil) para protegê-la do contato com o ácido, mantê-la íntegra e servir como controle individual.

Figura 2. (a), Blocos marcados em 2mm para aplicação de esmalte de unha. (b), Esmalte aplicado.



Fonte: Acervo do autor

Os espécimes foram separados em seis grupos (Tabela 1) de $n=40$ (Figura 3) e estes foram subdivididos em dois, $n=20$ (GA e GB). Em ambos os grupos (GA e GB), os espécimes foram expostos ao ácido cítrico 0,5%. Além disso, os espécimes do GB passaram por processo de abrasão com escova elétrica e creme dental livre de flúor (Oralgift do Brasil, Curitiba, Brasil).

Tabela 1. Descrição dos grupos

Solução Teste	pH	Ingrediente Ativo	Escovação
G1A —	—	—	—
G1B —	—	—	Sim
G2A Água destilada	7,1	—	—
G2B Água destilada	7,1	—	Sim
G3A Solução de tetra-fluoreto de titânio (TiF4) 0,05% (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO)	6,5	305 ppm como TiF4	F —

Tabela 1. Descrição dos grupos

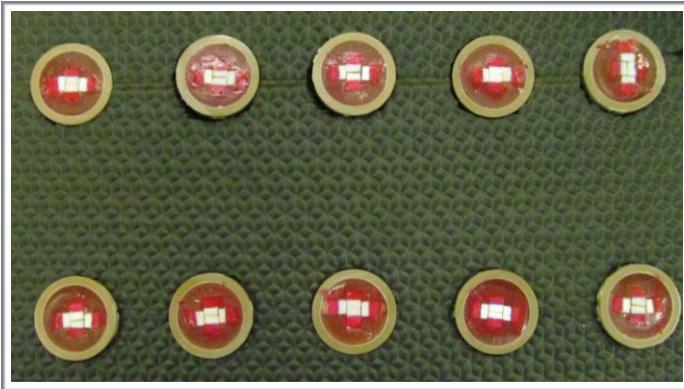
G3B	Solução de tetra-fluoreto de titânio (TiF ₄) 0,05% (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO)	6,5	305 ppm como TiF ₄	F	Sim
G4A	Solução de fluoreto de sódio (NaF) 0,05% (Fluorsol Clear, DENTISPLY Inc, Petrópolis, RJ, Brasil)	6,4	225 ppm como NaF	F	—
G4B	Solução de fluoreto de sódio (NaF) 0,05% (Fluorsol Clear, DENTISPLY Inc, Petrópolis, RJ, Brasil)	6,4	225 ppm como NaF	F	Sim
G5A	Solução de fluoreto de amina e fluoreto de sódio : cloreto de estanho (AmF/NaF:SnCl ₂):(0,05% F: 0,08% Sn) ,(ELMEX® EROSION PROTECTION dental rinse, GABA Int., Therwil, Switzerland)	4,7	500 ppm F como AmF e NaF 800 ppm Sn como SnCl ₂		—
G5B	Solução de fluoreto de amina e fluoreto de sódio : cloreto de estanho (AmF/NaF:SnCl ₂):(0,05% F: 0,08% Sn) ,(ELMEX® EROSION PROTECTION dental rinse, GABA Int., Therwil, Switzerland)	4,7	500 ppm F como AmF e NaF 800 ppm Sn como SnCl ₂		Sim
G6A	Solução de bicarbonato de sódio a 20%	8,2	54.500 ppm Na como NaHCO ₃		—
G6B	Solução de bicarbonato de sódio a 20%	8,2	54.500 ppm Na como NaHCO ₃		Sim

Fonte: Elaborado pelo autor

Na sequência, os espécimes foram imersos em saliva artificial [SÖDERHOLM et al, 1996] com a composição: 0,1 L com 25mM K₂HPO₄, 24mM Na₂HPO₄, 150mM KHCO₃, 100mM NaCl e 1,5 mM MgCl₂, mais 0.006L de ácido cítrico 25mM e 0,1 L de 15 mM CaCl₂ e acrescentado-se água destilada até completar 1L. Para evitar o crescimento bacteriano, adicionou-se 0,05% de timol (em peso) e o pH

ajustado em 7,0. Após 24 horas, iniciou-se o protocolo que foi executado três vezes por dia (8h-12h-17h) em temperatura de 24°C, durante sete dias. Nele, todos os espécimes foram secos delicadamente com papel absorvente, colocados em recipiente e expostos à ácido cítrico 0,5% (Lafan Química Fina Ltda, São Paulo, SP, Brasil), pH de 2,4 (Figura 4). Os espécimes foram deixados inertes em contato com o ácido por 3 minutos. Depois, foram retirados do recipiente, o excesso do ácido foi removido suavemente com papel absorvente e inseridos imediatamente em recipiente contendo a solução teste de acordo com o grupo, exceto o grupo controle (1GA e 1GB). O recipiente com os espécimes imersos nas soluções testes foi agitado manualmente com movimentos horários de 1 giro por segundo durante 60 segundos.

Figura 3. Espécimes preparados para o experimento.



Fonte: Acervo do autor

Para que houvesse a conformidade das características químicas entre as soluções fluoretadas, a solução de tetra-fluoreto de titânio teve o pH ajustado para 6,5 com a adição de alíquotas de NaOH.

Figura 4. Recipiente com espécimes imersos no ácido cítrico 0,5%.



Fonte: Acervo do autor

Após o desafio ácido, os espécimes do Grupo A (1A, 2A, 3A, 4A, 5A e 6A), foram colocados em saliva artificial sem passar por escovação. Os espécimes do Grupo B foram imediatamente escovados por 30 segundos com escova elétrica (Oral B® Pro-saúde, Procter&Gamble, Brasil), montados em equipamento desenvolvido para essa finalidade (Figura 5), com creme dental livre de flúor (Oralgift, Curitiba, PR, Brasil) e força padronizada (Figura 6) de 50g (5N). Em seguida, foram imersos em saliva artificial, que foi trocada diariamente para reduzir a possibilidade de interferência devido à alteração do produto.

Figura 5. Aparato utilizado para escovação simultânea de 20 blocos.



Fonte: Acervo do autor

Removeu-se delicadamente o esmalte de unha dos espécimes com instrumento metálico para avaliação da rugosidade e microdureza.

Figura 6, Calibração da força de escovação em 50g (aprox. 5N).



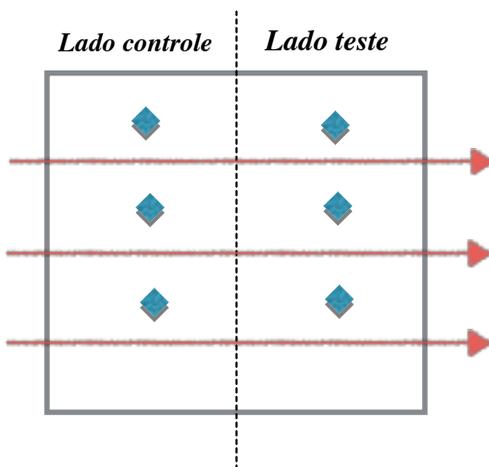
Fonte: Acervo do autor

A perda de estrutura foi avaliada por meio de um perfilômetro digital (DektakXT Entry System, Bruker, Mass, US), que determina o perfil 2D da superfície através de leitura da superfície analisada. Foram feitas três linhas e utilizadas as especificações: tempo de 20s do

percurso da agulha, leitura para vales e depressões com altura de até 520 micrômetros. O valor referente ao desgaste foi medido em software do perfilômetro (Vision64, Bruker, Mass, US), baseado no degrau formado entre a área controle e a área teste (GANSS et al., 2007).

A microdureza foi avaliada em microdurômetro automatizado (LM100AT, Leco®CORP, St. Joseph, MI, USA), fazendo-se três indentações Vickers, uma no centro e duas equidistantes a 1mm da inicial (uma acima e uma abaixo), com 50g durante 15 segundos, tanto no lado teste quanto no lado controle de cada bloco. Os valores foram apresentados pelo software Amh43 (Leco®CORP, St. Joseph, MI, USA).

Figura 7. Desenho esquemático do bloco com indentações feitas pelo microdurômetro e traçado da *perfilometria*.



 Impressões de Vickers.

 Linha do perfilômetro (referencia: bordo superior -> 1mm, 2mm, 3mm)

Fonte: Acervo do autor

Aplicou-se aos resultados da perfilometria os testes de Kruskal-Wallis e Mann Whitney, com o auxílio do software SPSS 21 (IBM, NY, USA), em virtude de não terem sido atendidas as suposições de homogeneidade dos dados e normalidade do erro.

Aos resultados da microdureza, os testes de ANOVA One Way e Games-Howell foram aplicados sobre o resultado da diferença da dureza entre o lado teste e o controle.

Na comparação dos Grupos A versus B, aplicou-se o Test t e Mann Whitney e nível de significância 0,05.

ARTIGO CIENTIFICO

Elaborado segundo as normas de submissão da revista Caries Research (Karger, Medical and Scientific Publishers; Basel, Switzerland).

TÍTULO

Bicarbonato de Sódio e Sua Ação Sobre a Erosão/Abrasão Dental

PALAVRAS CHAVE

Erosão dental, bicarbonato de sódio, tetra-fluoreto de titânio, fluoreto de amina.

AUTORES

Ricardo A. T. Noschang* (DDS)¹, Ana Paula C. A. Beltrame (DDS, MD)¹, Liliete C. S. Cordeiro (BSPS, MD, PhD)², Izabel C. S. Almeida (DDS, MD, PhD)¹.

¹Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Departamento de Odontologia. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil.

²Departamento de Farmácia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil.

Endereço de correspondência:

Ricardo Augusto Tomaz Noschang

Endereço: rua Elizeu di Bernardi, n. 200 lj. 06

CEP: 88101-050

Telefone: 055 48 3259-1276

ricardo.noschang@posgrad.ufsc.br

RESUMO

Objetivo: O objetivo deste estudo *in vitro* foi avaliar os efeitos da solução de bicarbonato de sódio frente a erosão e abrasão sobre esmalte dental bovino, comparando-a à soluções fluoretadas, imediatamente após a exposição a um ácido. **Metodologia:** Seis grupos de n=40, formados por blocos de esmalte bovino, foram separados em dois Grupos (n=20): somente erosão (GA) e erosão mais abrasão (GB). Todos os espécimes foram imersos em solução de ácido cítrico (0,5%),

3X ao dia, durante 7 dias e em seguida, colocados imediatamente em recipiente com uma das soluções avaliadas, exceto o grupo controle (G1- nenhuma solução), sob agitação constante durante um minuto: (G2) água destilada; (G3) solução de tetra-fluoreto de titânio (TiF₄ 0,05%); (G4) solução de fluoreto de sódio (NaF 0,05%); (G5) Elmex Erosion®(GABA) dental rinse com solução de fluoreto de amina, fluoreto de sódio e cloreto de estanho (AmF/NaF:SnCl₂)/(0,05% F:0,08% Sn); (G6) solução de bicarbonato de sódio (20%). Na sequência, os espécimes do GB receberam escovação elétrica por 30s com creme dental sem flúor. Os espécimes foram analisados por meio de perfilometria (perda de estrutura) e microdureza (perda de dureza). **Resultados:** No GA, a solução de AmF/NaF/SnCl₂ (G5) apresentou a menor perda de estrutura (2,70±0,61µm). A solução de bicarbonato de sódio (G6) mostrou média (12,30±1,41µm) favorável somente em relação à da água destilada (G2 12,37±1,32). A solução de bicarbonato de sódio apresentou a maior perda na dureza do esmalte (185,80±39,88hv), e as soluções TiF₄ (G3 77,35±51,86hv) e NaF (G4 87,95±44,94hv) perda menor que os demais grupos. No Grupo B a solução de AmF/NaF/SnCl₂ apresentou o menor degrau (3,90±1,68µm) dentre os produtos avaliados e a solução de bicarbonato de sódio apresentou valor (11,55±2,53µm) mais favorável apenas que o grupo da água destilada (13,51±2,61µm), não apresentando diferença na comparação dos desafios (GA e GB). Quanto a microdureza, a solução de bicarbonato de sódio (perda de 143,15±39,36hv) e a solução de AmF/NaF/SnCl₂ (perda de 143,57±33,01hv) apresentaram as maiores perdas de dureza entre os grupos estudados. **Conclusão:** A solução de bicarbonato de sódio não se mostrou mais eficiente que as soluções fluoretadas para evitar a perda de estrutura no esmalte dental, e apresentou dureza final de superfície entre os valores mais baixos observados.

INTRODUÇÃO

A erosão é um processo de destruição do tecido dental, provocado e intimamente relacionado com o contato de ácidos de origem intrínseca, como o proveniente de refluxo gastroesofágico [Marsicano et al, 2013]) e extrínseca, originários de medicamentos [Costa et al. 2006; Tupalli et al., 2014], mas principalmente de bebidas ácidas [Johansson et al.,2012; Lussi et al. 2012]. Esses produtos promovem o amolecimento do esmalte e da dentina que ficam mais suscetíveis à perda de minerais que, associada à abrasão, torna o

processo de desgaste mais acentuado [Attin et al., 1997, Wiegand et al., 2014]. A perda de tecido mineralizado pode levar à sensibilidade, perda de dimensão vertical e fratura. Além do fator estético envolvido, em decorrência do progressivo desgaste e alteração no formato dos dentes [Almeida e Silva et al, 2011]. A prevalência é expressiva principalmente devido ao aumento do consumo de produtos ácidos [Lussi e Schaffner, 2000; Schlueter e Tveit, 2014], mas também pela maior longevidade da dentição da população [Lussi, 2009], que expõe os dentes por mais tempo ao desgaste.

Na abordagem deste problema devem ser considerados o hábito alimentar, cuidados relacionados à escovação e o uso de produtos para fortalecimento da estrutura dental ou para neutralização de alimentos com potencial erosivo [Amaechi and Higham, 2005]. Evitar o consumo de produtos ácidos, ingeri-los com o mínimo contato com os dentes [Lussi et al, 2000; Lussi et al, 2008] ou diluí-los, são as principais orientações em relação à questão alimentar. A força empregada na escovação e a abrasividade do creme dental também podem influenciar na perda mineral [Wiegand et al. 2009; Lussi et al, 2009]. Por essa razão, havia a sugestão de aguardar uma hora após a ingestão de produtos ácidos antes da escovação, baseada na idéia de que a saliva poderia exercer ação remineralizadora [Jaeggi e Lussi, 1999; Attin et al., 2001]. Outras pesquisas contudo [Ganss et al., 2007; Lussi et al, 2014], concluem que aguardar um período previamente à escovação pode não trazer nenhum benefício.

Soluções fluoretadas em diversas concentrações tem sido utilizadas com o objetivo de fortalecer o esmalte e a dentina, e com isso favorecer a resistência aos desafios provocados pela exposição dos dentes aos alimentos com potencial erosivo. Dentre estas tem-se as soluções de fluoreto de sódio [Ganss et al, 2010; Stenhagen et al., 2013], fluoreto de amina [Vieira et al, 2005; Schlueter et al., 2009], fluoreto de estanho [Ganss et al., 2010; Carvalho et al., 2014] e o tetra-fluoreto de titânio [Wiegand et al., 2009; Magalhães et al, 2011]. Entretanto, os resultados vão de favoráveis, caso do fluoreto de estanho [Stenhagen et al, 2013] e tetra-fluoreto de titânio [Wiegand et al, 2009], à pouco expressivos, como em relação ao fluoreto de sódio [Huysmans et al 2011]. Além destas, a solução de bicarbonato de sódio, por apresentar um pH alcalino, foi recomendada como medida preventiva, após a ingestão de produto ácido, com objetivo de neutralização do ácido e consequente redução da possibilidade do processo erosivo [Amaechi and Higham, 2005].

A proteção dos dentes contra os desafios erosivos é uma questão importante para a população, devido ao consumo regular de produtos ácidos e a prevalência expressiva da erosão dental [Jaeggi e Lussi, 2014]. Por essa razão, faz-se necessário pesquisas que aprimorem ou que busquem um produto que possa ser utilizado de forma contínua e segura, que tenha atuação no fortalecimento da estrutura dental ou na neutralização dos produtos com potencial erosivo. E dessa forma controlar ou reduzir as perdas causadas nos dentes e evitar comprometer a qualidade de vida dos indivíduos.

O objetivo deste estudo foi o de avaliar os possíveis efeitos da solução de bicarbonato de sódio na neutralização e compará-lo com soluções fluoretadas, frente a desafio erosivo individualmente e mais escovação dental padronizada.

MATERIAIS E MÉTODOS

Esse estudo *in vitro* avaliou a perda de estrutura, pela rugosidade e dureza, provocada pela erosão e erosão com abrasão em esmalte bovino, após exposição à solução de bicarbonato de sódio e soluções fluoretadas para uso diário, bem como à solução de tetra-fluoreto de titânio ajustada para uma concentração compatível com as demais.

Preparo dos espécimes

Foram selecionados incisivos bovinos com superfície vestibular plana e íntegra, armazenados previamente em solução de timol 0,1%. As coroas foram cortadas (Isomet 1000, Buehler, Illinois, USA), obtendo-se blocos de aproximadamente 4x4mm. Os blocos foram inseridos em molde de PVC e vertido acrílico auto-polimerizável (Dentril, São Paulo, Brasil). As superfícies foram aplainadas e polidas com discos de papel impregnados com abrasivos (Wetordry, 3M, São Paulo, SP, Brazil) de granulação 600, 800, 1200 e tecidos com suspensão de Alumina 1; 0,3 e 0,05 micras (Fortel Ltda, São Paulo, SP, Brasil) em politriz metalográfica (DPU 10, Struers, Denmark), sob refrigeração abundante com água. Após, foi realizada inspeção com estereomicroscópio (Medilux, MDL-. DS4-BI, Biosystems, Curitiba, PR, Brasil) em aumento de 25X, para confirmar a lisura e ausência de trincas ou fissuras na superfície obtida.

Desenho do estudo

Formou-se seis grupos com 40 blocos, que foram separados aleatoriamente em grupos GA e GB, com 20 blocos cada (TABELA 1).

Metade da superfície de cada bloco foi coberta com três camadas de esmalte de unha vermelho (Avamiller, Guarulhos, SP, Brasil) que serviu como controle individual. Na sequência, os espécimes foram imersos em solução de saliva artificial [Söderholm et al, 1996] com a composição: 0,1 L com 25mM K_2HPO_4 , 24mM Na_2HPO_4 , 150mM $KHCO_3$, 100mM NaCl e 1.5 mM $MgCl_2$, mais 0.006L de ácido cítrico 25mM e 0.1 L de 15 mM $CaCl_2$ e acrescentado-se água destilada até completar 1L. Para evitar o crescimento bacteriano, adicionou-se 0.05% de timol (em peso) e o pH ajustado em 7,0. Após 24h, iniciou-se o protocolo que foi executado três vezes por dia (8h-12h-17h) em temperatura de 24°C, por sete dias. Nele, todos os espécimes foram secos delicadamente com papel absorvente e colocados em recipiente contendo solução de ácido cítrico 0,5% (Lafan Química Fina Ltda, São Paulo, SP, Brazil) de pH de 2,4 e deixados inertes 3 minutos. Depois, foram retirados do recipiente, e o excesso do ácido foi removido suavemente com papel absorvente e inseridos imediatamente em recipiente contendo a solução teste de acordo com o grupo, sob agitação manual com movimentos horários de 1 giro por segundo durante 60 segundos, exceto o grupo controle (1GA e 1GB).

A solução de tetra-fluoreto de titânio teve o pH ajustado para 6,5 com a adição de alíquotas de NaOH, ficando com 0,05%, semelhante à concentração das demais, que tem indicação para uso diário.

Após o desafio ácido, os espécimes do Grupo A (1A, 2A, 3A, 4A, 5A e 6A), foram colocados em saliva artificial sem passar por escovação. Os espécimes do Grupo B foram imediatamente escovados por 30 segundos com escova elétrica (Oral B® Pro-saúde, Procter&Gamble, Brasil) com creme dental livre de flúor (Oralgift, Curitiba, PR, Brasil), montados em equipamento desenvolvido para essa finalidade e força padronizada de 50g (5N). Em seguida, também foram imersos em saliva artificial. A saliva artificial foi trocada diariamente para reduzir a possibilidade de interferência devido à alteração do produto.

Mensuração da Rugosidade e Microdureza

Removeu-se o esmalte de unha dos espécimes com instrumento metálico para avaliação da rugosidade e microdureza.

A rugosidade da superfície foi avaliada por meio de perfilômetro digital (DektakXT Entry System, Bruker, Mass, US). A agulha percorreu o espécime durante 20s, com leitura para vales e depressões com altura de até 520 micrômetros e forneceu análise quantitativa das alterações físicas dos espécimes. O valor referente ao desgaste foi

medido em software do perfilômetro (Vision64, Bruker, Mass, US), baseado no degrau formado entre a área controle e a área teste [Ganss et al., 2007].

A microdureza foi avaliada em microdurômetro automatizado (LM100AT, Leco®CORP, St. Joseph, MI, USA), fazendo-se 3 indentações Vickers, uma no centro do lado avaliado e duas equidistantes, com 50g durante 15 segundos no lado teste e 3 no lado controle de cada espécime. Os valores foram apresentados pelo software Amh43 (Leco®CORP, St. Joseph, MI, USA).

Análise Estatística

Aplicou-se aos resultados da perfilometria os testes de Kruskal-Wallis e Mann Whitney, com o auxílio do software SPSS 21 (IBM, NY, USA), em virtude de não terem sido atendidas as suposições de homogeneidade dos dados e normalidade do erro.

Aos resultados da microdureza, os testes de ANOVA One Way e Games-Howell foram aplicados sobre o resultado da diferença da dureza entre o lado teste e o controle.

Na comparação dos Grupos A versus B, aplicou-se o Test t e Mann Whitney e nível de significância 0,05.

RESULTADOS

Rugosidade de superfície:

Considerando-se somente a erosão (GA), o grupo 5 (G5) exibiu a menor perda de estrutura na comparação com todas as soluções estudadas. O G3 apresentou resultado semelhante ao G1 e G4. Entre o G3 e G4 a diferença média ($p > 0,05$) não ultrapassou 13%. O G6 apresentou perda expressiva, com valor próximo ao G2. Ambos apresentaram os piores resultados, mesmo quando comparado ao G1.

Quanto a erosão mais abrasão (GB), a escovação provocou um aumento médio de desgaste de $1,03\mu\text{m}$, exceto no grupo no G6 e no G4. O grupo do bicarbonato de sódio apresentou uma perda discretamente menor ($p > 0,05$) e o NaF, uma diminuição de quase 25%.

Na comparação entre os desafios de erosão (GA), com os de erosão mais abrasão (GB), O G3 e G6 foram os únicos que não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$).

Microdureza:

Considerando-se a erosão (GA), observou-se redução da dureza em todos os grupos, sendo essa perda menor no G3 e G4. Quanto a

erosão mais abrasão (GB), o G5 e G6 apresentaram resultados semelhantes entre si e as maiores médias de redução de dureza. Na comparação dos grupos da erosão (GA), com os da erosão mais abrasão (GB), somente o G4 apresentou diferença entre os desafios.

DISCUSSÃO

Formulações tem sido estudadas no sentido de controlar ou minimizar as perdas de estrutura dental provocadas por desafios ácidos e abrasivos [Magalhães et al., 2011; Magalhães et al., 2011(2); Alencar et al., 2014; Silveira et al., 2014]. O bicarbonato de sódio tem sido avaliado como uma alternativa, em virtude de seu pH alcalino [Messias et al, 2010].

Na presente pesquisa, a solução de bicarbonato de sódio, mostrou resultados pouco expressivos na redução da perda de estrutura e melhora da dureza do esmalte bovino exposto a desafio ácido e abrasivo. As soluções fluoretadas com íons metálicos mostraram resultados melhores frente a esses desafios. Contudo, nenhuma das soluções fluoretadas foi capaz de evitar a perda de estrutura após a exposição dos espécimes ao ácido cítrico e à escovação. Observou-se maior perda de estrutura e redução da dureza do esmalte bovino nos espécimes de todos os grupos. A escovação logo após desafio erosivo exacerbou a quantidade de perda de estrutura na maioria dos grupos.

Quanto à perda de estrutura observada pela perfilometria, a solução de AmF/NaF/SnCl₂ (G5) apresentou o melhor resultado frente ao desafio ácido e ao desafio ácido seguido de abrasão. Com redução de 60% da perda em relação ao grupo controle e 98% em relação ao bicarbonato de sódio. Resultados comparáveis aos de Ganss et al.[2010] que observaram redução de até 67% no grau de erosão em esmalte de humano, em estudo *in situ* e no estudo de Yu et al. [2010], que observaram redução de 24% com aplicação da solução de AmF/NaF/SnCl₂ por 30 segundos e de 93% após 6 minutos em esmalte bovino. Esses resultados podem ser atribuídos à presença de íons metálicos na composição deste produto [Stenhagen et al., 2013].

Nesta pesquisa a solução de TiF₄ apresentou resultados menos favoráveis que os estudos de Stenhagen et al. [2013] e Wiegand et al. [2009]. O uso desta solução na concentração de 0,05% e a correção do pH, com o intuito de aproximar a concentração dos outros fluoretos estudados, pode ter influenciado nesse resultado, visto que Wiegand et al.[2009] e Yu et al.[2012] observaram melhores resultados estudando essa solução com maior concentração e menor pH.

A solução de NaF apresentou resultado para erosão ($8,74\pm 2,14\mu\text{m}$) aquém dos outros fluoretos e perda mineral três vezes maior que a solução de AmF/NaF/SnCl₂. No desafio erosivo e abrasivo, esta solução apresentou resultado melhor ($6,57\pm 1,45\mu\text{m}$) que no desafio apenas erosivo (GA) e comportamento superior à solução de TiF₄ ($8,02\pm 2,12\mu\text{m}$). Esse resultado é semelhante, em parte, aos do estudo de Levy et al.[2014], no qual a solução de TiF₄ mostrou resultado melhor em ambos o desafios, e divergente aos de Stenhagen et al.[2013], com erosão mais abrasão, no qual a solução de TiF₄ foi mais efetiva.

Quanto à solução de bicarbonato de sódio, esperava-se que o seu pH básico pudesse neutralizar ou diluir o ácido cítrico, reduzindo seu poder erosivo [Amaechi and Higham, 2005]. No entanto, na perfilometria observou-se perda ($12,30\pm 1,41\mu\text{m}$) maior do que as soluções fluoretadas estudadas. Forças leves podem promover perda mineral em esmalte erodido [Vieira et al.,2005; Gregg et al., 2004], por essa razão, é possível que a agitação da solução sobre os espécimes possa ter ocasionado deslocamento dos íons do esmalte erodido para a solução, processo que explicaria parte da perda de estrutura. Messias et al. [2008], também não observaram diferença estatística entre a dureza dos espécimes tratados com a água destilada e com a solução de bicarbonato de sódio. Quanto a quantidade de desgaste, Messias et al. [2010], em estudo *in situ*, observaram diferença entre a solução de bicarbonato de sódio e a água destilada, sendo o bicarbonato superior, além de não constatarem diferença na dureza entre os dois grupos.

Com relação à dureza, observou-se menor redução da dureza no grupo erosão mais abrasão, quando comparado com o grupo da erosão. A justificativa é que a escovação provoca abrasão do esmalte afetado pelo ácido [Lussi et al. ,2004; Ganss et al. 2011; Wiegand et al., 2014], e o resultado é a remoção da camada superficial de cristais afetados, expondo a camada mais cristalizada, abaixo da erodida, e com maior dureza. As formulações de fluoretos com íons metálicos foram pouco eficazes em manter a dureza do esmalte erodido e abrasionado, observando-se perdas maiores que 20%. Provavelmente porque estes íons foram removidos com a camada superficial erodida [Ganss et al., 2012], resultado que explica em parte a diferença entre erosão e erosão mais abrasão.

Como a presente pesquisa foi feita *in vitro*, não se pode extrapolar os resultados diretamente para uma situação clínica. Até o uso da saliva artificial pode ter alterado os valores de dureza e da perda de estrutura se comparada à saliva natural [Lippert et al.,2005].

Ainda que as soluções fluoretadas tenham mostrado resultados melhores que o grupo sem tratamento, mais pesquisas na busca de produtos que possam ser utilizados diariamente, como bochecho por exemplo, são necessárias, com o objetivo de preservação dos dentes frente ao expressivo consumo atual de produtos ácidos.

Com a metodologia empregada, pode-se concluir que a exposição à soluções imediatamente após o esmalte bovino ser exposto a ácido, influenciou na quantidade de perda de estrutura considerando-se tanto a erosão quanto a erosão mais brasão dental. A solução de bicarbonato de sódio não mostrou eficácia em diminuir a perda de estrutura dental ou aumentar a dureza. Somente a solução de fluoreto de amina/fluoreto de sódio/cloreto de estanho (Elmex®Erosion protection), apresentou resultado favorável. Nenhuma das soluções foi capaz de evitar completamente algum grau de perda de estrutura dental.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao Programa de Pós-Graduação em Física e ao de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina por ceder os equipamentos necessários à realização das medições de Rugosidade e Microdureza.

Tabela 1. Descrição dos grupos

Solução Teste	pH	Ingrediente Ativo	Escovação
G1A —	—	—	—
G1B —	—	—	Sim
G2A Água destilada	7,1	—	—
G2B Água destilada	7,1	—	Sim
G3A Solução de tetra-fluoreto de titânio (TiF ₄) 0,05% (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO)	6,5	305 ppm como TiF ₄	F —
G3B Solução de tetra-fluoreto de titânio (TiF ₄) 0,05% (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO)	6,5	305 ppm como TiF ₄	F Sim
G4A Solução de fluoreto de sódio (NaF) 0,05%	6,4	225 ppm como NaF	F —

Tabela 1. Descrição dos grupos

	(Fluorsol Clear, DENTISPLY Inc, Petrópolis, RJ, Brasil)				
G4B	Solução de fluoreto de sódio (NaF) 0,05% (Fluorsol Clear, DENTISPLY Inc, Petrópolis, RJ, Brasil)	6,4	225 ppm como NaF	F	Sim
G5A	Solução de fluoreto de amina e fluoreto de sódio : cloreto de estanho (AmF/NaF:SnCl ₂):(0,05% F: 0,08% Sn) ,(ELMEX® EROSION PROTECTION dental rinse, GABA Int., Therwil, Switzerland)	4,7	500 ppm F como AmF e NaF 800 ppm Sn como SnCl ₂		—
G5B	Solução de fluoreto de amina e fluoreto de sódio : cloreto de estanho (AmF/NaF:SnCl ₂):(0,05% F: 0,08% Sn) ,(ELMEX® EROSION PROTECTION dental rinse, GABA Int., Therwil, Switzerland)	4,7	500 ppm F como AmF e NaF 800 ppm Sn como SnCl ₂		Sim
G6A	Solução de bicarbonato de sódio a 20%	8,2	54.500 ppm Na como NaHCO ₃		—
G6B	Solução de bicarbonato de sódio a 20%	8,2	54.500 ppm Na como NaHCO ₃		Sim

Tabela 2 – Média, desvio-padrão (DP) e diferença estatística da rugosidade dos grupos submetidos à erosão e erosão mais abrasão

	Erosão (Grupo A) Média (μm) e DP	Erosão/Abrasão(Grupo B) Média (μm) e DP
(G1) Sem tratamento	6,91 ($\pm 1,68$) Aa	8,43 ($\pm 2,63$) Ba
(G2) Água destilada	12,37 ($\pm 1,32$) Ab	13,51 ($\pm 2,61$) Bb
(G3) TiF4	7,76 ($\pm 3,17$) Aac	8,02 ($\pm 2,12$) Aa
(G4) NaF	8,74 ($\pm 2,14$) Ac	6,57 ($\pm 1,45$) Bc
(G5) AmF/NaF/SnCl2	2,70 ($\pm 0,61$) Ad	3,90 ($\pm 1,68$) Bd
(G6) Bicarbonato de sódio	12,30 ($\pm 1,41$) Ae	11,55 ($\pm 2,53$) Ae

* médias seguidas por letras maiúsculas diferentes nas linhas indicam diferença estatística entre os desafios erosivos (erosão e erosão e abrasão);

* médias seguidas por letras minúsculas diferentes nas colunas indicam diferença estatística entre os produtos.

Tabela 3 – Média, desvio-padrão (DP) e diferença estatística da perda de dureza Vickers (ΔDV) entre os grupos submetidos ao desafio erosivo e erosivo e abrasivo.

	Erosão (Grupo A) Média (ΔDV) e DP	Erosão/Abrasão(Grupo B) Média (ΔDV) e DP
(G1) Sem tratamento	163,42 ($\pm 56,15$) Aa	109,25 ($\pm 21,96$) Ba
(G2) Água destilada	155,35 ($\pm 43,02$) Aa	124,45 ($\pm 50,74$) Bab
(G3) TiF4	77,35 ($\pm 51,86$) Ab	74,80 ($\pm 52,58$) Aac
(G4) NaF	87,95 ($\pm 44,94$) Ab	50,70 ($\pm 75,74$) Bc
(G5) AmF/NaF/SnCl2	177,10 ($\pm 46,25$) Aa	143,57 ($\pm 33,01$) Bb
(G6) Bicarbonato de sódio	185,80 ($\pm 39,88$) Aa	143,15 ($\pm 39,36$) Bb

* médias seguidas por letras maiúsculas diferentes nas linhas indicam diferença estatística entre os desafios erosivos (erosão e erosão e abrasão);

* médias seguidas por letras minúsculas diferentes nas colunas indicam diferença estatística entre os produtos.

* h_v =dureza Vickers

* $\Delta\text{DV} = h_v \text{ lado controle} - h_v \text{ lado teste}$

ARTIGO CIENTÍFICO (VERSÃO EM INGLÊS)

Prepared according to the journal submission standards - Caries Research (Karger, Medical and Scientific Publishers, Basel, Switzerland).

TITLE

Sodium Bicarbonate and its Influence on Dental Erosion /Abrasion

AUTHORS

Ricardo A. T. Noschang*¹, R A T Noschang;
Ana Paula C. A. Beltrame¹, A P C A Beltrame;
Liliete C. S. Cordeiro², L C S Cordeiro;
Izabel C. S. Almeida¹, I C S Almeida.

¹ Dentistry Post-graduate Program. Department of Dentistry, Federal University of Santa Catarina, Florianópolis, Brazil.

² Department of Pharmacy, Federal University of Santa Catarina, Florianópolis, Brazil.

SHORT TITLE

Sodium Bicarbonate on Dental Erosion /Abrasion

KEYWORDS

Dental erosion; sodium bicarbonate; titanium tetrafluoride; amine fluoride

CORRESPONDING AUTHOR

Ricardo Augusto Tomaz Noschang
Address: Rua Elizeu di Bernardi, n. 200 lj. 06
Zip Code: 88101-050
Telephone: 055 48 3259-1276
E-mail: ricardo.noschang@posgrad.ufsc.br

DECLARATION OF INTERESTS

The authors have no conflict of interest to declare.

ABSTRACT

Objective: The aim of the present *in vitro* study was to assess the effects of sodium bicarbonate solution on the erosion and abrasion of the enamel immediately after exposure to an acid, and to compare them to the effects of fluoride solutions. **Methodology:** Six groups (n=40) were created using blocks of bovine enamel. These were then separated into two Groups (n=20): only erosion (GA) and erosion/abrasion (GB). All of the specimens were immersed in citric acid solution (0.5%) three times a day for seven days. Subsequently, they were placed in a recipient with one of the solutions to be assessed, with the exception of the control group (G1- no solution), and shaken constantly for one minute: (G2) distilled water; (G3) titanium tetrafluoride solution (TiF₄ 0.05%); (G4) sodium fluoride solution (NaF 0.05%); (G5) Elmex Erosion®(GABA) dental rinse with amine fluoride solution, sodium fluoride and tin chloride (AmF/NaF:SnCl₂)/(0.05% F:0.08% Sn); (G6) sodium bicarbonate solution (20%). Next, the specimens from GB were brushed electronically for 30 seconds using fluoride-free toothpaste. The specimens were analyzed based on profilometry (loss of structure) and microhardness (loss of hardness). **Results:** In GA, the AmF/NaF/SnCl₂ solution (G5) exhibited the lowest loss of structure (2.70±0.61µm), based on the measurements of the profilometer. The sodium bicarbonate solution (G6) only exhibited a more favorable mean value (12.30±1.41µm) when compared with the distilled water result (G2 12.37±1.32). With regards to microhardness, the sodium bicarbonate solution exhibited the greatest loss of hardness in enamel (185.80±39.88vh), whereas the TiF₄ (G3 77.35±51.86vh) and NaF (G4 87.95±44.94vh) solutions exhibited the lowest loss in the other groups. In Group B, the AmF/NaF/SnCl₂ solution exhibited the lowest degree (3.90±1.68µm) among the products analyzed. Sodium bicarbonate solution only exhibited the most favorable value (11.55±2.53µm) when compared with the distilled water group (13.51±2.61µm), with no difference recorded between the challenges (GA and GB). With regards to microhardness, sodium bicarbonate solution (loss of 143.15±39.36vh) and AmF/NaF/SnCl₂ solution (loss of 143.57±33.01vh) exhibited the greatest losses of hardness among the groups studied. **Conclusion:** Sodium bicarbonate solution was not more effective than fluoride solutions in preventing the loss of structure in dental enamel, and it provided one of the lower values obtained for final surface hardness.

INTRODUCTION

Erosion is a process of destruction that is caused by and intimately related to contact between dental tissue and acids of an intrinsic origin, such as gastroesophageal reflux [Marsicano et al, 2013]) or an extrinsic origin, such as medication [Costa et al. 2006; Tupalli et al., 2014] and especially acidic drinks [Johansson et al.,2012; Lussi et al. 2012]. These products promote the softening of enamel and dentin, which become more susceptible to the loss of minerals, and when associated with abrasion, the erosive wear process becomes more accentuated [Attin et al., 1997, Wiegand et al., 2014]. The loss of mineralized tissue can lead to sensitivity, the loss of vertical dimension and fracture. There is also an esthetic factor involved, due to the progressive deterioration and alteration in the shape of teeth [Almeida e Silva et al, 2011]. The prevalence is expressive, particularly due to the increased consumption of acidic products [Lussi and Schaffner, 2000; Schlueter and Tveit, 2014] and the greater longevity of the dentition of the population [Lussi, 2009].

When addressing this problem, it is important to consider nutritional habits, care when brushing teeth and the use of products to strengthen the dental structure or neutralize food products with erosive potential [Amaechi and Higham, 2005]. The following are the main relevant nutritional guidelines: avoid the consumption of acidic products; if acidic products are to be ingested, do so with minimal contact with the teeth [Lussi et al, 2000; Lussi and Jaeggi, 2008]; or dilute them. The force employed while brushing teeth and the abrasiveness of the toothpaste used could also affect mineral loss [Wiegand et al. 2009; Lussi, 2009]. Consequently, it is suggested to wait one hour between ingesting acidic products and brushing teeth, since saliva could create a remineralizing action [Jaeggi and Lussi, 1999; Attin et al., 2001]. However, other studies have concluded that delaying brushing for a period may not provide any benefit [Ganss et al., 2007; Lussi et al, 2014].

Different concentrations of fluoride solutions have been used to strengthen enamel and dentin and thus, they could provide a favorable resistance in the challenges posed by exposing the teeth to potentially erosive food products. Examples of these solutions include sodium fluoride [Ganss et al, 2010; Stenhagen et al., 2013], amine fluoride [Vieira et al, 2005; Schlueter et al., 2009], stannous fluoride [Ganss et al., 2010; Carvalho and Lussi, 2014] and titanium tetrafluoride [Wiegand et al., 2009; Magalhães et al, 2011]. However, results range

from favorable, as is the case for stannous fluoride [Stenhagen et al, 2013] and titanium tetrafluoride [Wiegand et al, 2009], to inexpressive in the case of sodium fluoride [Huysmans et al 2011]. As well as these options, sodium bicarbonate solution, which has an alkaline pH, has been recommended as a preventive measure after the ingestion of acidic products, neutralizing the acid and consequently reducing the erosive process [Amaechi and Higham, 2005].

Protecting teeth against erosive challenges is an important issue for the general public, given their regular consumption of acidic products and the expressive prevalence of dental erosion [Jaeggi and Lussi, 2014]. Thus, studies are necessary to find or enhance products that could be used continuously and safely to strengthen the dental structure or to neutralize potentially erosive products. In this way, it will be possible to control or reduce the losses caused in the oral cavity and to avoid compromising the quality of life of the individuals affected.

The aim of the present study was to assess the effects of sodium bicarbonate solution to neutralize and compare it with fluoride solution in terms of their effectiveness in dealing with challenges of erosion and erosion plus abrasion.

MATERIALS AND METHODS

This *in vitro* study assessed the loss of structure and hardness caused by erosion and erosion plus abrasion using the enamel of bovine incisors. The enamel was exposed to sodium bicarbonate solution and fluoride solutions for daily use, as well as titanium tetrafluoride, which was adjusted to a concentration that was compatible with the others.

Preparation of the specimens

Bovine incisors with a full flat surface were selected and placed in thymol solution (0.1%). The crowns were cut (Isomet 1000, Buehler, Illinois, USA) to obtain blocks of approximately 4x4mm. The blocks were inserted in an acrylic self-curing mold (Dentril, São Paulo, Brazil) and the surfaces were flattened and polished using paper disks impregnated with abrasives (Wetordry, 3M, São Paulo, SP, Brazil) of granulation 600, 800, 1200. The following characteristics were also applied: tissue with alumina suspension of 1, 0.3 and 0.05 microns (Fortel Ltda, São Paulo, SP, Brazil); a metallographic polisher (DPU 10, Struers, Denmark); and abundant cooling with water. Next, the specimens were examined with a stereomicroscope (Medilux, MDL-DS4-BI, Biosystems, Curitiba, PR, Brazil) at a zoom level of 25X to

confirm the smoothness and the absence of cracks or fissures on the surface obtained.

Study design

Six groups were formed from 40 specimens, which were randomly separated into two groups (GA and GB), with 20 specimens in each (Table 1). Half of the surface of each specimen was covered with three layers of red nail polish (Avamiller, Guarulhos, SP, Brazil) for the individual control. Subsequently, the specimens were immersed in an artificial saliva solution [Söderholm et al, 1996] with the following composition: 0.1 L with 25mM K₂HPO₄, 24mM Na₂HPO₄, 150mM KHCO₃, 100mM NaCl and 1.5 mM MgCl₂, plus 0.006L of citric acid 25mM and 0.1 L of 15 mM CaCl₂. Distilled water was added to give a total volume of 1L. In order to avoid bacterial growth, was added 0.05% of thymol (weight) and adjusted the pH to 7.0. After 24h, began a protocol that was executed three times daily (8h-12h-17h) at a temperature of 24°C, for seven days. All of the specimens were delicately dried with paper towels and exposed to the erosive challenge. They were placed in a recipient containing citric acid solution 0.5% (Lafan Química Fina Ltda, São Paulo, SP, Brazil), with a pH value of 2.4. The specimens were left inert in contact with the acid for 3 minutes. Subsequently, they were withdrawn from the recipient and the excess acid was removed slowly with paper towels and immediately inserted into a recipient containing the test solution of each group, with the exception of the control group (1GA and 1GB).

The titanium tetrafluoride had its pH adjusted to 6.5 by adding aliquots of NaOH, thus obtaining 0.05%, which was similar to the concentration of the other solutions that are recommended for daily use. The test solutions with the specimens were agitated manually (1 turn per second for 60 seconds).

After the acid challenge, the specimens in Group A (1A, 2A, 3A, 4A, 5A and 6A) were placed in artificial saliva without brushing. The specimens in Group B were immediately brushed for 30 seconds with an electric brush (Oral B® Pro-saúde, Procter & Gamble, Brazil), which was held in equipment specifically designed for this task, using fluoride-free toothpaste (Oralgift, Curitiba, PR, Brazil) and a standardized force of 50g (5N). Subsequently, they were also immersed in artificial saliva, which was changed daily to reduce the possibility of interference caused by altering the product.

Measuring the Roughness and Microhardness

The nail polish was removed from the specimens using a instrument to assess the surface loss and microhardness.

The surface loss was assessed using a digital profilometer (DektakXT Entry System, Bruker, Mass, USA). The needle was passed along the specimen for 20 seconds, searching for valleys and depressions with a height of up to 520 micrometers, thereby providing the quantitative analysis of the physical alterations in the specimens. The value related to the erosive wear was measured using software within the profilometer (Vision64, Bruker, Mass, USA), based on the profile formed between the control area and the test area [Ganss et al., 2007].

Microhardness was assessed using an automatic microdurometer (LM100AT, Leco®CORP, St. Joseph, MI, USA). Three Vickers indentations were made in the following locations: one in the center of the studied side and two equidistant (50g for 15 seconds on the test side); with another three on the control side of each specimen. The values were presented using Amh43 software (Leco®CORP, St. Joseph, MI, USA).

Statistical Analysis

The Kruskal-Wallis and Mann-Whitney tests were applied to the profilometry results using SPSS 21 software (IBM, NY, USA). These tests were applied since the assumed homogeneity of the data and normality of the error were not accurate.

One way ANOVA was applied to the microhardness results and the Games-Howell test was applied to the result of the difference in hardness between the test side and the control side.

The t-test and Mann-Whitney test were used to compare Groups A and B, with the level of significance set at 0.05.

RESULTS

Roughness of the surface:

With regards to erosion (G1), G5 exhibited the lowest loss of structure among all of the solutions studied. G3 exhibited similar results to G1 and G4. The mean difference ($p > 0.05$) between G3 and G4 was subtle (not more than 13%). G6 exhibited expressive loss, with values similar to G2. Both exhibited the worst results, even when compared to G1 (Figure 1).

As for erosion plus abrasion (GB), brushing caused a mean increase of erosive wear of $1.03\mu\text{m}$, except in groups G6 and G4. The

sodium bicarbonate group exhibited a slightly lower loss ($p>0.05$) in GB and the NaF solution led to a decrease of 25%.

When comparing the erosion challenges (GA) with the erosion plus abrasion challenges (GB), G3 and G6 were the only groups that did not exhibit significant differences ($p>0.05$).

Microhardness

With regards to erosion (GA), a reduction in hardness was recorded in all groups, although this loss was lower in G3 and G4. In the case of erosion plus abrasion (GB), G5 and G6 exhibited similar results and the greatest mean values for reduced hardness. When comparing the erosion groups (GA) with the erosion plus abrasion groups (GB), only G4 exhibited a difference between the challenges (Figure 2).

DISCUSSION

Formulations have been studied in terms of their ability to control or minimize the loss of dental structure caused by acidic or abrasive challenges [Magalhães et al. 2011][Magalhães et al., 2011; Magalhães et al., 2011(2); Alencar et al., 2014; Silveira et al., 2014]. Sodium bicarbonate has been previously studied as one possible alternative, due to its alkaline pH [Messias et al, 2010].

In the present study, the sodium bicarbonate solution provided inexpressive results in terms of reducing the loss of structure and improving the hardness of bovine enamel that was challenged by acid and abrasion. Fluoride solutions with metallic ions provided better results when facing the same challenges. However, none of the fluoride solutions were capable of preventing the loss of structure after the specimens were exposed to citric acid and brushing. Enamel loss was increased and the hardness of bovine enamel was reduced in specimens from all groups. Brushing immediately after an erosive challenge increased the degree of loss of structure in most groups.

With regards to the loss of structure observed in the profilometry, the AmF/NaF/SnCl₂ solution (G5) exhibited the best result in the acid challenge and when acid was followed by abrasion. There was a 60% reduction in relation to the control group and 98% in relation to the sodium bicarbonate. These results are similar to those found by Ganss et al.[2010], who reported a reduction of up to 67% in the degree of erosion using human enamel. In an *in situ* study, Yu et al. [2010] recorded reductions of 24% (30 seconds) and 93% (after six minutes) when applying AmF/NaF/SnCl₂ solution to bovine enamel. These

results could be attributed to the presence of metallic ions in the composition of this product [Stenhagen et al., 2013].

In the present study, the TiF₄ solution provided less favorable results than those reported by Stenhagen et al. [2013] and Wiegand et al. [2009]. Using this solution at a concentration of 0.05% and correcting the pH to attain the concentration of the other fluorides studied may have influenced this result. Wiegand et al. [2009] and Yu et al. [2012] found better results using a greater concentration of this solution and a lower pH.

The NaF solution provided a lower result for erosion ($8.74 \pm 2.14 \mu\text{m}$) than the other fluorides, as well as mineral loss that was three times higher than the AmF/NaF/SnCl₂ solution. In the erosive and abrasive challenges, this solution exhibited a better result ($6.57 \pm 1.45 \mu\text{m}$) than in the erosive challenge alone (GA), while also better than the TiF₄ solution ($8.02 \pm 2.12 \mu\text{m}$). These results are partly similar to those reported by Levy et al. [2014], who found a better result for TiF₄ solution in both challenges. However, they are contrary to the findings of Stenhagen et al. [2013], in terms of erosion plus abrasion, for whom the TiF₄ solution was the most effective.

With regards to sodium bicarbonate solution, better results were expected. It was thought that its basic pH would neutralize or dilute the citric acid, thereby reducing its erosive power [Amaechi and Higham, 2005]. However, the profilometry confirmed a greater loss ($12.30 \pm 1.41 \mu\text{m}$) for this solution than for the fluoride solutions assessed. Mild forces can produce mineral loss in eroded enamel [Vieira et al., 2006; Gregg et al., 2004]. Thus, it is possible that the agitation of the specimen solution could have led to the displacement of ions of eroded enamel to the solution, which would explain the loss of structure. Messias et al. [2008] also reported no statistical difference between the hardness of specimens treated with distilled water and sodium bicarbonate solution. With regards to the quantity of erosive wear, Messias et al. [2010] performed an *in situ* study and recorded a difference between sodium bicarbonate solution and distilled water, with better results found for the bicarbonate and no difference in hardness between the two groups.

With regards to hardness, a decrease was noted in the reduction of hardness in the erosion plus abrasion group, when compared with the erosion group. Brushing causes the abrasion of enamel affected by acid [Lussi et al., 2004; Ganss et al. 2011; Wiegand et al., 2014] and leads to the removal of the surface layer of affected crystals and exposing the layer below, which is more crystallized and harder. The formulation of

fluorides with metallic ions was not very effective in terms of maintaining the hardness of eroded and abraded enamel, with losses of more than 20%. This is probably due to the fact that these ions were removed with the eroded surface layer [Ganss et al., 2012], which would partly explain the difference between the erosion and the erosion plus abrasion groups.

Since this was an *in vitro* study, it is not possible to extrapolate the results directly for a clinical situation. Even the use of artificial saliva could have altered the hardness values and the loss of structure, when compared with natural saliva [Lippert et al., 2004]. Although the fluoride solutions exhibited better results than the group without treatment, further studies are required to identify products that could be used daily, such as mouthwash, to preserve teeth and protect them against the current expressive consumption of acidic products.

Based on the methodology used, it is possible to conclude that exposure to solutions immediately after bovine enamel has been exposed to acid affects the significance of the loss of structure (dental erosion and abrasion). Sodium bicarbonate solution was not effective in terms of decreasing the loss of dental structure or increasing hardness. Only the amine fluoride/sodium fluoride/tin chloride solution (Elmex®Erosion protection) exhibited better results than the group that received no treatment. None of the solutions assessed could completely prevent the loss of dental structure and abrasion increased the final hardness of the dental enamel.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors of the present study would like to thank the Post-Graduate Courses of Physics and Mechanical Engineering in the Federal University of Santa Catarina for providing the equipment required to perform the measurements.

LEGENDS

Table 1 – Description of the groups.

Table 2 – Mean, standard deviation (SD) and statistical difference for roughness in the groups submitted to erosion and erosion plus abrasion.

Figure 2 – Mean, standard deviation (SD) and statistical difference for the loss of Vickers hardness (Δ VH) between the groups submitted to erosion and erosion plus abrasion.

Table 1 – Description of the groups.

Test Solution	pH	Active Ingredient	Brushing
G1A —	—	—	—
G1B —	—	—	Yes
G2A Distilled water	7.1	—	—
G2B Distilled water	7.1	—	Yes
G3A Titanium tetrafluoride solution (TiF ₄) 0.05% (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO)	6.5	305 ppm F as TiF ₄	—
G3B Titanium tetrafluoride solution (TiF ₄) 0.05% (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO)	6.5	305 ppm F as TiF ₄	Yes
G4A Sodium fluoride solution (NaF) 0.05% (Fluorsol Clear, DENTISPLY Inc, Petrópolis, RJ, Brazil)	6.4	225 ppm F as NaF	—
G4B Sodium fluoride solution (NaF) 0.05% (Fluorsol Clear, DENTISPLY Inc, Petrópolis, RJ, Brazil)	6.4	225 ppm F as NaF	Yes
G5A Amine fluoride and sodium fluoride solution: tin chloride; (AmF/NaF:SnCl ₂):(0.05% F: 0.08% Sn), (ELMEX® EROSION PROTECTION dental rinse, GABA Int., Therwil, Switzerland)	4.7	500 ppm F as AmF and NaF 800 ppm Sn as SnCl ₂	—
G5B Amine fluoride and sodium fluoride solution: tin chloride; (AmF/NaF:SnCl ₂):(0.05% F: 0.08% Sn), (ELMEX® EROSION PROTECTION dental rinse, GABA Int., Therwil, Switzerland)	4.7	500 ppm F as AmF and NaF 800 ppm Sn as SnCl ₂	Yes
G6A Sodium bicarbonate solution 20%	8.2	54.500 ppm Na as NaHCO ₃	—
G6B Sodium bicarbonate solution 20%	8.2	54.500 ppm Na as NaHCO ₃	Yes

Figure 01 – Mean, standard deviation (SD) and statistical difference for structure loss in the groups (GA and GB)

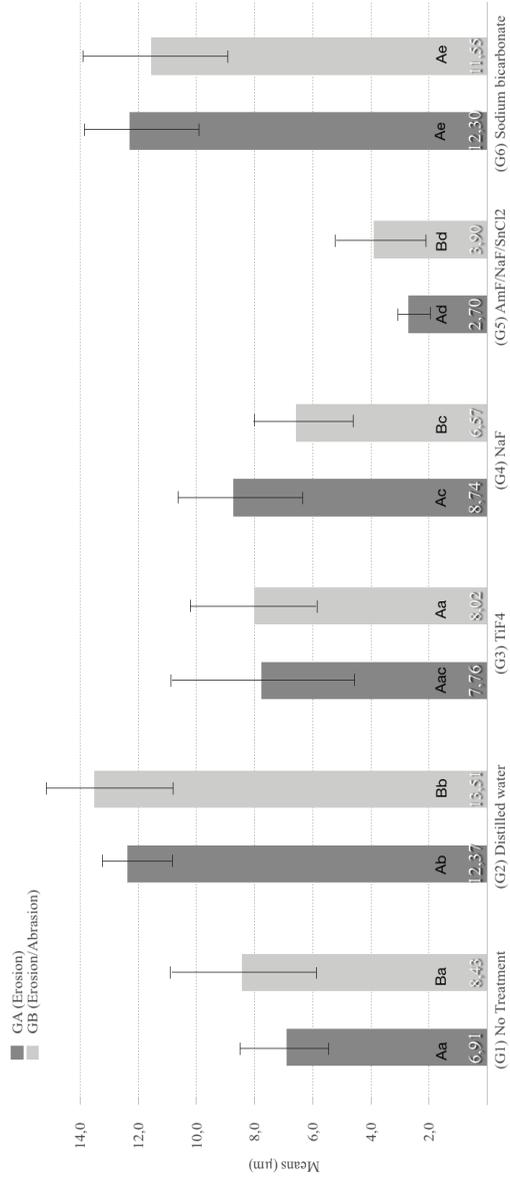
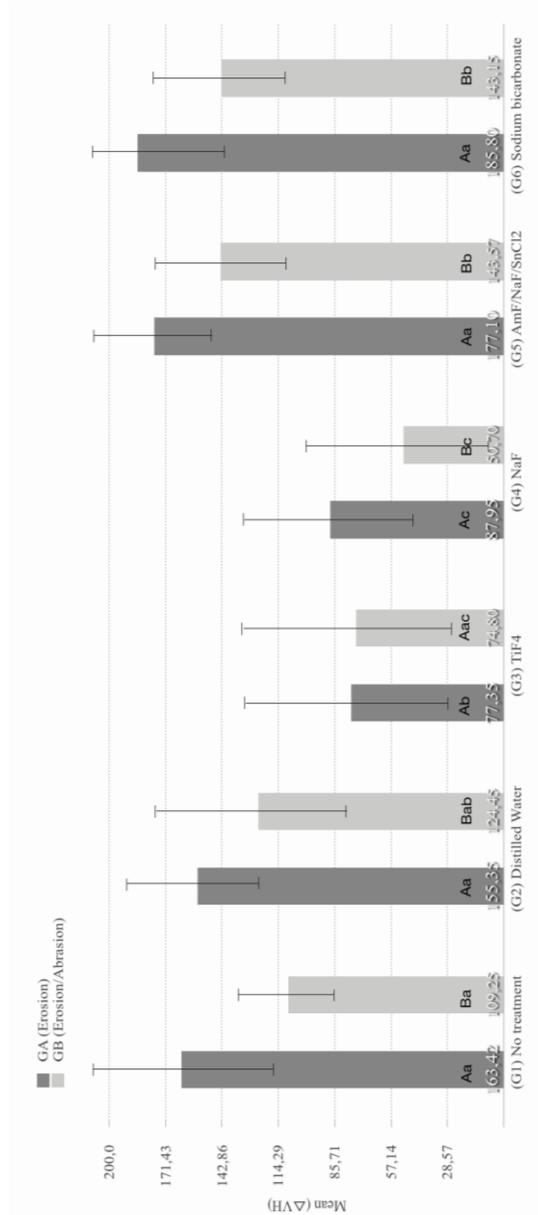


Figure 02 – Mean, standard deviation (SD) and statistical difference for the Vickers hardness (VH) loss between the groups (GA and GB).



- * Means followed by different capital letters in different sub-groups (GA/GB) of the same group, indicate statistical differences between the erosive challenges (erosion and erosion + abrasion);
- * Means followed by different small letters in the same sub-group, indicate statistical differences between the products.

REFERENCES

- Almeida e Silva J S, Baratieri L N, Araujo E, Widmer N: Dental Erosion: understanding this pervasive condition. *J Esthet Restor Dent* 2011; 23:205–218.
- Alencar CRB, Machado MAAM, Oliveira TM, Rios D. In situ effect of a commercial CPP-ACP chewing gum on the human enamel initial erosion. *J Dent* 2014; 42:1502-1507.
- Amaechi BT, Higham SM. Dental erosion possible approaches to prevention and control. *J Dent* 2005; 33:243-52.
- Attin T, Koidl U, Buchalla W, Schaller HG, Kiel-bassa AM, Hellwig E: Correlation of microhardness and wear in differently eroded bovine dental enamel. *Arch Oral Biol* 1997; 42:243–250.
- Attin T, Knofel S, Buchalla W, Tutuncu R: In situ evaluation of different remineralization periods to decrease brushing abrasion of demineralized enamel. *Caries Res* 2001; 35:216–222.
- 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; 42:450-459.
- Costa CC, Almeida ICS, Costa Filho LC. Erosive effect of an antihistamine-containing syrup on primary enamel and its reduction by fluoride dentifrice. *Int J Paediatric Dent* 2006; 16:174-180.
- Ganss C, Schlueter N, Friedrich D, Klimek J: Efficacy of waiting periods and topical fluoride treatment on toothbrush abrasion of eroded enamel in situ. *Caries Res* 2007; 41:146–151.
- Ganss C, Neutard L, von Hinckeldey J, Klimek J, Schlueter N.: Efficacy of a tin/fluoride rinse: a randomized in situ trial on erosion. *J Dent Res* 2010; 89:1214–1218.
- Ganss C, Lussi A, Grunau O, Klimek J, Schlueter N. Conventional and anti-erosion fluoride toothpastes: effect on enamel erosion and erosion-abrasion. *Caries Res* 2011; 45:581–589.
- 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: 1036–1043.

- Gregg T, Mace S, West NX, Addy M: A study in vitro of the abrasive effect of the tongue on enamel and dentine softened by acid erosion. *Caries Res* 2004; 38: 557–560.
- Huysman MCDNJM, Jager DHL, Rubem JL, UnK DMF, Klijn CPAH, Vieira AM. Reduction of erosive wear in situ by stannous fluoride-containing toothpaste. *Caries Res* 2011;45:518–523.
- Jaeggi T, Lussi A. Toothbrush abrasion of erosively altered enamel after intraoral exposure to saliva: An in situ Study. *Caries Res* 1999; 33:455–461.
- Jaeggi T, Lussi A. Prevalence, incidence and distribution of erosion. *Monogr Oral Sci.* 2014; 25:55-73.
- Johansson AK, Omar R, Carlsson GE, Johansson A. Dental erosion and its growing importance in clinical practice: from past to present. *Int J Dent* 2012; 6:59-65.
- Lippert F, Parker DM, Jandt KD: Toothbrush abrasion of surface softened enamel studied with tapping mode AFM and AFM nanoindentation. *Caries Res* 2005; 38:464–472.
- Levy FM, Rios D, Buzalaf MAR, Magalhães AC. Efficacy of TiF₄ and NaF varnish and solution: a randomized in situ study on enamel erosive–abrasive wear. *Clin Oral Invest* 2014; 18:1097–1102.
- Lussi A, Kohler N, Zero D, Schaffner M, Megert B. A comparison of the erosive potential of different beverages in primary and permanente teeth using a in vitro model. *Eur J Oral Sci* 2000; 108:110-114.
- Lussi A, Schaffner M: Progression of and risk factors for dental erosion and wedge-shaped defects over a 6-year period. *Caries Res* 2000; 34: 182–187.
- Lussi A, Jaeggi T, Gerber C, Megert B: Effect of amine/sodium fluoride rinsing on toothbrush abrasion of softened enamel in situ. *Caries Res* 2004;38:567–571.
- Lussi A, Jaeggi T. Erosion—diagnosis and risk factors. *Clin Oral Invest* 2008; 12 (Suppl 1):S5–S13.
- Lussi A. Dental erosion—novel remineralizing agents in prevention or repair. *Adv Dent Res* 2009; 21:13-16.
- Lussi A, Megert B, Shellis R P, Wang X. Analysis of the erosive effect of different dietary substances and medications. *Br J Nut* 2012; 107: 252–262.
- Lussi A, Lussi J, Carvalho TS, Cvinkl B: Toothbrushing after an erosive attack: will waiting avoid tooth wear? *Eur J Oral Sci* 2014; 122:353–359.

- Magalhães AC, Pereira AFF, Silva TC, Machado MAAM, Buzalaf, MAR. Effects of experimental xylitol varnishes and solutions on bovine enamel erosion in vitro. *J Oral Sci* 2011; 52: 553-559.
- Magalhães AC (2), Wiegand A, Rios D, Buzalaf MA, Lussi A: Fluoride in dental erosion. *Monogr Oral Sci* 2011; 22: 158–170.
- Marsicano J A, Moura-Grec P G, Bonato R C S, Sales-Peres M C, Sales-Peres A, Sales-Peres S H C. Gastroesophageal reflux, dental erosion, and halitosis in epidemiological surveys: a systematic review. *Eur J Gastro & Hepato* 2013, 25: 135-141.
- Messias DCF, Martins MEN, Serra MC, Turssi CP. Feasibility of using sodium bicarbonate solution as a damage-limiting strategy for erosion lesions. *Oral Health Prev Dent* 2008; 6: 155-158.
- Messias DC, Turssi CP, Hara AT, Serra MC: Sodium bicarbonate solution as an anti-erosive agent against simulated endogenous erosion. *Eur J Oral Sci.* 2010;118:385–588.
- Schlueter N, Klimek J, Ganss C. In vitro efficacy of experimental tin- and fluoride-containing mouth rinses as anti-erosive agents in enamel. *J Dent.* 2009; 37:944-948.
- Schlueter N, Tveit AB. Prevalence of erosive tooth wear in risk groups. *Monogr Oral Sci.* 2014;25:74-98
- Silveira C, Oliveira FA, Santos ML, Freitas TV, Imparato JCP, Magalhães AC. Anacardic acids from Brazilian cashew nut trees reduce dentine erosion. *Caries Res* 2014; 48:549-556.
- Söderholm KJ, Mukherjee R, Longmate J. Filler leachability of composites stored in distilled water or artificial saliva. *J Dent Res.* 1996; 75:1692-1699.
- Stenhagen K R, Hove L H, Holme B, Tveit A B: The effect of daily fluoride mouth rinsing on enamel erosive/abrasive wear in situ. *Caries Res* 2013; 47:2–8.
- Tupalli AR, Satish B, Shetty BR, Battu S, Kumar JP, Nagaraju B. Evaluation of the erosive potential of various pediatric liquid medicaments: an in-vitro study. *J Int Oral Health.* 2014, 6:59-65.
- Vieira A, Ruben JL, Huysmans MC. Effect of titanium tetrafluoride, amine fluoride and fluoride varnish on enamel erosion in vitro. *Caries Res.* 2005; 39: 371-379.
- Wiegand A, Bichsel D, Magalhães AC, Becker K, Attin T. Effect of sodium, amine and stannous fluoride at the same concentration and different pH on in vitro erosion. *J Dent* 2009; 37:591-595.
- Wiegand A, Kuhn M, Sener B, Roos M, Attin T. Abrasion of eroded dentin caused by toothpaste slurries of different abrasivity and toothbrushes of different filament diameter. *J Dent* 2009; 37 : 480-484.

Wiegand A, Waldheim E, Sener B, Magalhães A C, Attin T. Comparison of the effects of TiF₄ and NaF solutions at pH 1.2 and 3.5 on enamel erosion in vitro. *Caries Res* 2009; 43:269-277.

Wiegand A, Schneider S, Sener B, Roos M, Attin T. Stability against brushing abrasion and the erosion-protective effect of different fluoride compounds. *Caries Res* 2014; 48:154-162

Yu H, Attin T, Wiegand A, Buchalla W: Effects of various fluoride solutions on enamel erosion in vitro. *Caries Res* 2010; 44: 390-401.

Yu H, Wegehaupt FJ, Zaruba M, Becker K, Roos M, Attin T, Wiegand A. Erosion-inhibiting potential of a stannous chloride-containing fluoride solution under acid flow conditions in vitro. *Arch Oral Biol* 2010; 55:702-705.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estudou-se nessa pesquisa a solução de bicarbonato de sódio, na expectativa de ser esta uma alternativa de produto para ser utilizado contra a erosão e abrasão dental. Imaginou-se que essa solução apresentasse resultados mais expressivos, em virtude da hipótese de estudo anterior de que seu pH básico pudesse exibir alguma reação contra o ácido cítrico, neutralizando-o pelo menos em parte e dessa forma, limitando o efeito erosivo.

Entretanto, mesmo não apresentando resultados regulares, algumas das soluções fluoretadas estudadas, mostraram-se mais efetivas. Esse resultado sugere que a penetração do ácido ocorreu e que o contato com o bicarbonato de sódio não interferiu no potencial erosivo deste.

Produtos fluoretados têm mostrado os melhores resultados, entre todos os estudados. A quitosana e o *casein phosphopeptide – amorphous calcium phosphate* (CCP-ACP), começam a mostrar resultados promissores. Contudo, ainda não existe tratamento padrão para esse problema.

Dada a importância da erosão na sociedade atual, em virtude do prejuízo sobre os tecidos dentais e na qualidade de vida dos indivíduos (estética e funcional), ressalta-se a importância de mais estudos sobre produtos que sejam eficazes para evitar as perdas resultantes da ação dos ácidos sobre os dentes e as consequências relacionadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DA INTRODUÇÃO E DA METODOLOGIA EXPANDIDA

CARVALHO, T. S.; LUSSI, A. Combined effect of a fluoride-, stannous- and chitosan-containing toothpaste and stannous-containing rinse on the prevention of initial enamel erosion-abrasion. **Journal of Dentistry**, v. 42, n. 2, p. 450-459, Apr. 2014.

COMAR, L. P. et al. Effect of NaF, SnF₂, and TiF₄ toothpastes on bovine enamel and dentin erosion-abrasion in vitro. *International Journal of Dentistry*, v. 2012, p. 1-6, Nov. 2012.

CORRÊA, M. S. N. P. et al. Prevalence and associated factors of dental erosions in children and adolescents of a private dental practice. **International Journal of Paediatric Dentistry**, v. 21, n. 6, p. 451-8, Nov. 2011.

COSTA C. C., ALMEIDA I.C.S., COSTA FILHO L. C. Erosive effect of an antihistamine-containing syrup on primary enamel and its reduction by fluoride dentifrice. **International Journal of Paediatric Dentistry**, v.16, p.174-180, Jan. 2006.

GANSS, C. et al. Efficacy of waiting periods and topical fluoride treatment on toothbrush abrasion of eroded enamel in situ. **Caries Research**, v. 41, n. 2, p. 146–151, fev. 2007.

GANSS, C. et al. Efficacy of fluoride compounds and stannous chloride as erosion inhibitors in dentine. **Caries Research**, v. 44, n. 3, p. 248-52, jan. 2010.

LUSSI, A et al. A comparison of the erosive potential of different beverages in primary and permanent teeth using an in vitro model. **European Journal of Oral Sciences**, v. 108, n. 2, p. 110-4, Apr. 2000.

LUSSI, A et al. Effect of amine/sodium fluoride rinsing on toothbrush abrasion of softened enamel in situ. **Caries Research**, v. 38, n. 6, p. 567-71, Nov. 2004.

LUSSI, A et al. Dental erosion - an overview with emphasis on chemical and histopathological aspects. **Caries Research**, v. 45 Suppl 1, n. suppl 1, p. 2-12, Jan. 2011.

- LUSSI, A. et al. Analysis of the erosive effect of different dietary substances and medications. **The British Journal of Nutrition**, v. 107, n. 2, p. 252-62, Jan. 2012.
- LUSSI, A.; SCHAFFNER, M.; JAEGGI, T. Dental erosion – diagnosis and prevention in children and adults. **International Dental Journal**, v.57, p. 385-398, Jun. 2007.
- MAGALHÃES, A. C. et al. Effect of 4% titanium tetrafluoride solution on the erosion of permanent and deciduous human enamel: an in situ/ex vivo study. **Journal of Applied Oral Science : revista FOB**, v. 17, n. 1, p. 56-60, Jan. 2009.
- MACGUIRE, J. et al. Erosive tooth wear among children in the United States: relationship to race/ethnicity and obesity. **International Journal of Paediatric Dentistry**, v.19, n. 2, p. 91-98, Mar 2009.
- MARSICANO J. A. et al. Gastroesophageal reflux, dental erosion, and halitosis in epidemiological surveys: a systematic review. **European Journal of Gastroenterology & Hepatology**, v. 25, n. 2 , p.135-141, Feb. 2013.
- MURAKAMI, C.; OLIVEIRA, B. Risk indicators for erosive tooth wear in Brazilian Preschool Children. **Caries Research**, v. 45, n.2, p. 121-129, Feb. 2011.
- SCHLUETER, N.; JAEGGI, T.; LUSSI, A. Is dental erosion really a problem? **Advances in Dental Research**, v. 24, n. 2, p. 68-71, Sept. 2012.
- SCHLUETER, N.; KLIMEK, J.; GANSS, C. In vitro efficacy of experimental tin- and fluoride-containing mouth rinses as anti-erosive agents in enamel. **Journal of Dentistry**, v. 37, n. 12, p. 944-8, Dec. 2009.
- WIEGAND, A et al. Impact of toothpaste slurry abrasivity and toothbrush filament stiffness on abrasion of eroded enamel — an in vitro study. **Acta Odontologica Scandinavica**, vol. 66, n. 4, p. 231–236, Apr. 2008.
- WIEGAND, A et al. Comparison of the effects of TiF₄ and NaF solutions at pH 1.2 and 3.5 on enamel erosion in vitro. **Caries Research**, v. 43, n. 4, p. 269-77, Jan. 2009.

WIEGAND, A. et al. Abrasion of eroded dentin caused by toothpaste slurries of different abrasivity and toothbrushes of different filament diameter. **Journal of Dentistry**, v. 37, n. 6, p. 480-4, Jun. 2009.