

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE BAURU

FRANCINY QUEROBIM IONTA

Preventive measures for dental erosion

Estratégias preventivas para a erosão dentária

BAURU
2018

FRANCINY QUEROBIM IONTA

Preventive measures for dental erosion

Estratégias preventivas para a erosão dentária

Tese constituída por artigos apresentada à Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutora em Ciências no Programa de Ciências Odontológicas Aplicadas, na área de concentração de Odontopediatria.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Daniela Rios Honório

Versão corrigida

BAURU
2018

lo6p Ionta, Franciny Querobim
Preventive measures for dental erosion /
Franciny Querobim Ionta. – Bauru, 2018.

142 p. : il. ; 31cm.

Tese (Doutorado) – Faculdade de
Odontologia de Bauru. Universidade de São Paulo

Orientadora: Profa. Dra. Daniela Rios Honório

Nota: A versão original desta dissertação/tese encontra-se disponível no Serviço de Biblioteca e Documentação da Faculdade de Odontologia de Bauru – FOB/USP.

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação/tese, por processos fotocopiadores e outros meios eletrônicos.

Assinatura:

Data:

Comitê de Ética da FOB-USP

Protocolo nº: CAAE 48753115.0.0000.5417

Data: 24/11/2015

Protocolo nº: CAAE 48729115.0.0000.5417

Data: 24/11/2015

Protocolo nº: CAAE 45792415.8.0000.5417

Data:29/07/2015

(FOLHA DE APROVAÇÃO)

Franciny Querobim Ionta

DADOS CURRICULARES

- Nascimento** 27 de setembro de 1989 – Bauru, SP
- Filiação** Jose Antonio Ionta e Maria Ivone Querobim Ionta
- 2008-2011** Graduação em Odontologia pela Faculdade de Odontologia de Bauru – USP
- 2012-2014** Curso de pós-graduação em Odontopediatria, nível Especialização pela Fundação Bauruense de Estudos Odontológicos e Faculdade de Odontologia de Bauru – USP
- 2012-2014** Curso de pós-graduação em Odontopediatria, nível Mestrado pela Faculdade de Odontologia de Bauru – USP
- 2015-2015** Prática Profissionalizante de Odontologia em Oncologia
- 2015-2018** Curso de pós-graduação em Odontopediatria, nível Doutorado pela Faculdade de Odontologia de Bauru – USP
- 2017-2018** Curso de atualização em Cirurgia em dentes retidos e oral menor ambulatorial – APCD Bauru
- Associações** APCD - Associação Paulista de Cirurgiões-Dentistas
- SBPqO - Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica
- IADR - International Association for Dental Research

DEDICATÓRIA

Dedico essa tese aos que participaram intensamente no dia-a-dia de minha luta, me dando força e razões para seguir em frente. Sou uma pessoa muito rica, por possuir uma ótima família, um companheiro de vida incrível, amigos que são como irmãos e os melhores filhos de quatro patas que eu poderia ter.

A Deus,

Obrigada por guiar meus passos durante todo esse caminho, por me fortalecer e me amparar durante os momentos difíceis. Ele me fez enxergar mais longe quando tudo parecia embaçado. Obrigada por nem sempre fazer minhas vontades, mas sim atender as minhas necessidades! Sou infinitamente grata pela vida que tenho e pela pessoa que sou.



Á minha amada família,

Meus pais Jose Antonio Ionta e Maria Ivone Querobim Ionta,

Vocês sonharam junto comigo e me proporcionaram TUDO que era preciso para conquistar esse título. Obrigada pelo amor incondicional e pelo apoio em todos os momentos. Amo muito vocês! Não tenham dúvidas de que foi por vocês que consegui.

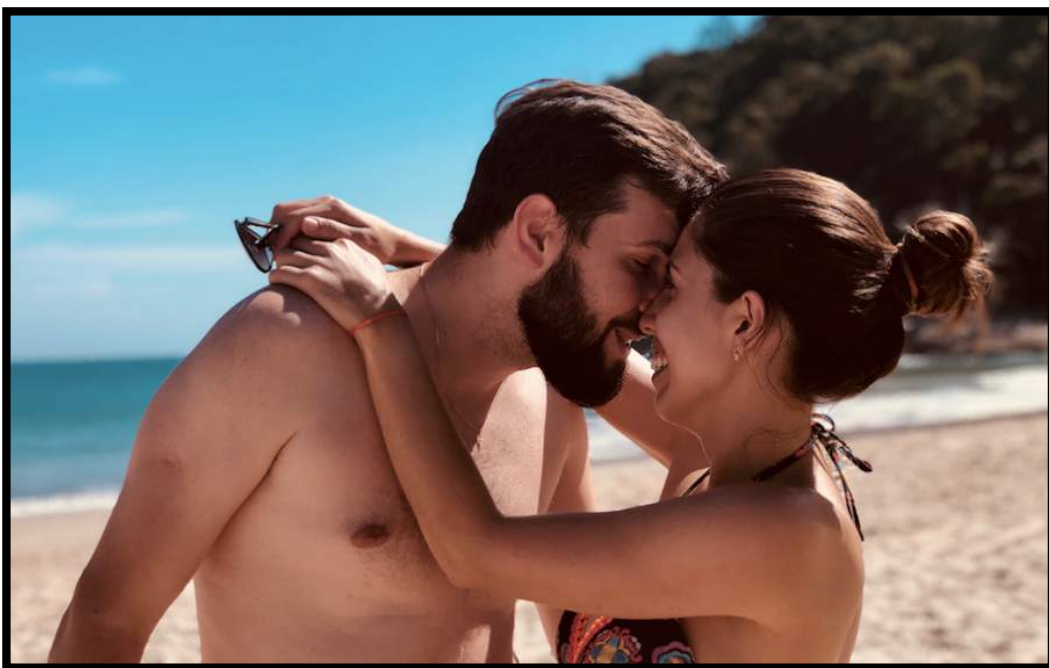
Meus irmãos Fabio Querobim Ionta e Emily Querobim Ionta Dacacch e minha sobrinha Sofia da Silva Ionta,

Ter vocês como irmãos é saber que nunca estou e nunca estarei sozinha na caminhada da vida. No final, sempre seremos nós, crescendo com nossas diferenças e acolhendo-nos em nossas semelhanças. Obrigada por me incentivarem durante todo o caminho. E a princesa Sofia, que trouxe muitas alegrias e momentos incríveis para nossa família. Amo vocês!



Ao meu companheiro de vida Bruno Moreno Nascimento,

Essa conquista também é sua, por ter vivido comigo cada momento desde os tempos de graduação e por hoje partilharmos nossas vidas e nossos mundos. Todas as vezes em que surgiam dificuldades, você estava lá para me apoiar e me mostrar que eu seria capaz de superá-la. Sempre muito amoroso e atencioso, você tornou esse caminho mais fácil e certamente mais prazeroso! Obrigada por todo apoio e incentivo. Te amo Vi!



Aos meus filhos de quatro patas, **minha cachorrinha Lady e meu gatão Snow,** agradeço por existirem e me completarem. Todos os dias me recebiam carinhosamente e alegremente em casa me fazendo esquecer dos problemas.



AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

O meu profundo agradecimento as pessoas que, desde o início do doutoramento, contribuíram para a concretização dessa tese. Sem aqueles contributos, este estudo não teria sido possível.

À minha professora e orientadora, **Profa. Dra. Daniela Rios Honório**, sou muito grata por todo o aprendizado desde 2010 durante minha graduação e especialmente a partir de 2012, durante todo o meu período de pós-graduação. Dani, poder observar de perto o quanto você é excelente profissional e o quanto amor coloca em tudo que faz foi a minha maior inspiração durante todos esses anos na Odontopediatria. Obrigada por insistir e lutar por minhas conquistas mesmo quando, algumas vezes, eu queria desistir. Você enxergou minha capacidade de ir além do que eu imaginava e sempre me impulsionou a lutar por isso. Agradeço pelas oportunidades que me forneceu, onde pude me doar ao máximo e crescer muito! Se hoje sou a profissional completa que você diz e eu custo a acreditar, é porque você me estimulou e me serviu de exemplo em todas as esferas: na clínica, na pesquisa e na docência. Saiba que algumas vezes, ao fim de uma aula ministrada por mim, alguns comentários de colegas como “sua aula me lembrou muito das aulas que tive com a Prof.^a Dani” ou mesmo, quando eu terminava algum artigo e você, que é uma pessoa extremamente exigente com a qualidade de tudo que faz, me dizia que estava ótimo, foram os maiores elogios que eu poderia receber. Meu profundo agradecimento!

À minha parceira de doutorado e amiga **Natália Mello dos Santos**, não tenho palavras para te agradecer por tudo que fez por mim e por essa pesquisa. Sua ajuda foi fundamental em três das quatro pesquisas que compuseram essa tese. Você doou seu tempo, energia e disposição para a realização desse trabalho. Nos momentos de desesperos, você me dava forças e me impulsionava a continuar mesmo sendo 2h da manhã morrendo de fome e de sono, com tudo dando errado no laboratório e sabendo dos afazeres das 8h da manhã. Sem sua ajuda, eu não teria conseguido! Nossa parceria de laboratório, aos poucos passou para clínica como duplinha e agora não tenho dúvidas de que é para a vida. Obrigada por entrar na minha vida e tomar parte de um lugar tão especial, onde coloco pouquíssimas pessoas, que são meus amigos irmãos.

Às queridas alunas de Iniciação Científica que tive o prazer de co-orientar, **Bianca Tozi Portaluppe, Isabela Maníglia Mesquita, Marcela de Azevedo Garcia Bassoto** e **Poliana Pacifico Val**, pois sem vocês a realização de todos esses projetos simultaneamente nunca seria possível. Tivemos dificuldades no caminho e superamos cada uma e depois fomos juntas de cada fase difícil. Ao lado de vocês, tudo foi mais leve, laboratório, corte, dureza, moldagens, fluxo, correria com os voluntários, aparelhos, análises, apresentação de trabalho, relatórios... E vocês fizeram isso tudo mesmo com pouco tempo disponível pois tinham aulas, clínicas, seminários, provas. Vocês deram conta do recado e me orgulharam muito do resultado final. Vocês, juntamente com a Nat, formaram o #teamfran e fizeram essa pesquisa acontecer! Obrigada pela parceria meninas e pela experiência única em ensinar e aprender com vocês! Vocês estão para sempre marcadas em meu coração.

Ao técnico de laboratório da Odontopediatria e amigo, **Evandro José Dionísio**, agradeço muito por toda ajuda durante a realização em meus experimentos. Você sempre teve boa vontade em ajudar, tornando mais fácil e mais rápido o desenvolvimento desta pesquisa. Tenho um grande carinho por você, pela pessoa extremamente educada, correta e calma. Obrigada por ser também um amigo durante esse processo.

À ex-colega de pós-graduação, hoje Prof.^a Dr.^a **Catarina Ribeiro Barros de Alencar**, por ser a mentora principal do projeto dos óleos vegetais, ao qual apenas teve a ideia lapidada por mim. Cat, obrigada por confiar e ceder a realização desse projeto ao qual tinha tanto apreço, juntamente com os espécimes que havia preparado para a realização do mesmo. Certamente, o resultado final foi maravilhoso porque pensamos juntas nesse processo. Você sempre foi um exemplo de dedicação e excelência profissional.

AGRADECIMENTOS

Agradeço também as pessoas que contribuíram direta ou indiretamente para a concretização dessa tese.

Aos meus cunhados, **Henrique Daccach Manoel** e **Livea da Silva Ionta**, agradeço pela amizade, momentos de descontração e ajuda em diversos momentos. Obrigada pelo carinho e por preencherem a família de maneira especial.

À família de Sorocaba, meus sogros **Daniel Nascimento** e **Claudete Moreno Nascimento**, minhas cunhadas e seus respectivos, **Karen Moreno Nascimento** e **Henri Korkes**, **Priscilla Moreno Nascimento** e **Augusto Fazoli** e meus sobrinhos, **Maria Laura Moreno Canineu**, **Miguel Moreno Fazoli** e **Julia Korkes**. Vocês sempre me receberam sempre tão bem e me acolheram como parte da família. Obrigada pelo apoio, pelos momentos de descontração e por me deixar considerá-los como minha segunda família.

Às minhas amigas-irmãs desde os tempos da adolescência, **Luiza do Amaral Virmond**, **Georgia Terra Lustre de Flora**, **Ana Carolina Zago** e **Thatiana Porto Martelli**, que estiveram disponíveis para meus desabafos e também torciam e comemoravam junto comigo minhas conquistas, mesmo que muitas vezes à distância. Obrigada pelos conselhos, pelos momentos de descontração e por ser, cada uma com seu jeitinho, exatamente o que a palavra AMIGA significa. Não posso imaginar minha vida sem vocês! Amo vocês!

Aos meus amigos sorocabanos, **Júlia Cacciatore**, **Guilherme Bissoli** e **Felipe Bissoli**, obrigada pelo carinho com o qual me acolheram nessa cidade e pelos momentos de descontração.

À **Faculdade de Odontologia de Bauru** da Universidade de São Paulo, na pessoa de seu Diretor, Prof. Dr. Carlos Ferreira dos Santos. A infraestrutura da FOB é algo incrível e o ensino fornecido é de alta qualidade. Agradeço a essa instituição, por viabilizar minha capacitação profissional durante 10 anos de minha vida, desde a época de minha graduação.

Aos professores do departamento de Odontopediatria da FOB-USP:

Prof.^a Dr.^a Maria Aparecida de Andrade Moreira Machado, um dos nomes mais consagrados da Odontopediatria brasileira em que tive o orgulho em aprender direto com a Mestre. Professora Cidinha, obrigada por todo conhecimento transmitido, principalmente quanto a prática clínica durante o meu período de especialização, quando pudemos conviver mais frequentemente. Durante sua vigência como Diretora da FOB, lutou e trouxe muitas melhorias para a estrutura e qualidade do ensino, como em especial pude acompanhar mais de perto na Odontopediatria.

Prof.^a Dr.^a Thais Marchini de Oliveira Valleri, a senhora foi meu maior exemplo durante minha graduação, o modo como tratava os alunos e como atendia os pacientes, sempre com seu jeito especial e seu bom humor, me trouxeram para a Odontopediatria. Durante toda minha pós-graduação estive presente transmitindo conhecimentos e conselhos, sempre com muito carinho e com sua marca especial, o seu sorriso contagiante. Querida professora Thais, se hoje sou Odontopediatra, sintase responsável por ter me estimulado como aluna.

Prof. Dr. Thiago Cruvinel da Silva, em que tive o prazer de tê-lo como professor durante o meu Doutorado. Além de ser um excelente professor, suas características de bondade e de acolhimento o fazem destacar. Além disso, coloca muito amor e carinho em tudo que faz. Agradeço por ter sido banca de meu exame de qualificação de doutorado, e de forma crítica, porém atenciosa e gentil, conseguiu me estimular e contribuir para a melhora na qualidade técnica meu projeto.

Prof.^a Dr.^a Cleide Felício de Carvalho Carrara, mesmo durante nossa breve convivência, se fez marcante como professora. Observar o seu atendimento clínico e sua orientação com os alunos de graduação foram enriquecedores no meu processo de aprendizado. Além disso, seu bom humor e suas conversas, mostram o quanto é uma pessoa simples e que se coloca disponível e acessível ao aluno. Te admiro muito como professora da FOB e também, devido ao belíssimo trabalho no Centrinho (HRAC-USP).

Prof. Dr. Natalino Lourenço Neto, ao qual tive oportunidade de conviver como colega de pós-graduação e hoje, tê-lo como professor. Agradeço pelos ensinamentos transmitidos, por ensinar e motivar o aprendizado por meio das novidades no mundo odontológico com muito entusiasmo e também pela relação de carinho.

Aos ex-professores do departamento de Odontopediatria da FOB-USP, **Prof.^a Dr.^a Salete Moura Bonifácio da Silva, Prof. Dr. José Eduardo de Oliveira Lima, Prof. Dr. Ruy César Camargo Abdo**, agradeço por toda paciência, conhecimento e experiência transmitidos durante minha graduação, especialização e mestrado.

Ao **Prof. Dr. Heitor Marques Honório**, agradeço por sempre se mostrar disponível para ajudar, quer seja na realização de análises estatísticas e fluxogramas em horários imprevistos, ou mesmo no compartilhamento de ideias. Agradeço também por me inspirar para sempre querer montar aulas didáticas e visualmente atraentes. O senhor é um excelente professor, admiro muito seu trabalho e sua dedicação.

À **Prof.^a Dr.^a Marília Afonso Rabelo Buzalaf**, agradeço por todos os ensinamentos desde a graduação. Para mim, a senhora é um exemplo profissional e pessoal, pois é muito boa no que faz, sendo reconhecida mundialmente pelo seu trabalho, e também é uma pessoa extremamente humilde e gentil. Tive o prazer de tê-la como banca em minha defesa de mestrado e em minha qualificação de doutorado, nas quais com sua vasta experiência nessa área de pesquisa, ressaltou os melhores aspectos dos trabalhos e contribuiu de forma significativa. Muito obrigada por disponibilizar seu tempo para leitura e participação de minha qualificação. Suas dicas e sugestões elevaram muito a qualidade dessa tese.

Ao **Prof. Dr. Paulo Sérgio da Silva Santos**, por me aceitar como aluna na prática profissionalizante de Odontologia em Oncologia e permitir meu crescimento profissional e pessoal. Querido professor, essas clínicas e seus ensinamentos significaram muito para mim. Poder conviver com uma equipe tão capacitada e prestativa, foi um imenso prazer. O carinho e atenção demandado aos pacientes oncológicos são características que sempre busquei em todos os meus atendimentos e pude encontrar e aprender com maestria. Admiro muito seu trabalho e o ser humano que é. Agradeço também a toda equipe **Prof.^a Dr.^a Cassia Fischer Rubira, Anderson Prestes, Luciana Viti Betti, Marcelo Zanda, Poliane de Araújo, Sueli Ribeiro**, por todos os ensinamentos que vocês me forneceram e também pela incrível relação de trabalho que vocês criaram, tornando muito prazeroso participar do Centro de Pesquisas Clínicas.

À **Prof.^a Dr.^a Juliane Avansini Marsicano**, que guiou meus primeiros passos em minha vida acadêmica e me orientou durante minha iniciação científica de forma muito compreensiva e estimulante, sempre demonstrando empenho, dedicação e amor no que fazia. Obrigada por ser meu primeiro exemplo nessa caminhada.

Aos colegas atuais, **Natália Mello dos Santos, Bianca Tozi Portalupe Bergantin, Camila Di Leone**, e ex-colegas, **Fernanda Lyrio Mendonça, Maísa Camillo Jordão, Gabriela Cristina de Oliveira, Catarina Ribeiro Barros de Alencar e Priscilla Santana Pinto Gonçalves**, de pós-graduação orientados pela Prof.^a Dr.^a Daniela Rios, agradeço pela amizade, troca de conhecimento e pela grande oportunidade de aprender e conviver com vocês. Nat e Bi, muito obrigada pela grande ajuda durante a fase experimental do estudo. Ca, Maísa, Cat, Gabi e Pri, nossa convivência foi muito prazerosa e proveitosa, agradeço pelo companheirismo de vocês e por toda contribuição durante o doutorado. Ferzinha, nossa amizade se iniciou durante nossa especialização e se fortaleceu durante o mestrado, e hoje mesmo com a distância geográfica imensa entre a gente, sei que posso contar com minha baianinha arretada sempre; tenho muito orgulho da pessoa e profissional que você é, meu enorme carinho e consideração por você!

À minha primeira co-orientada de iniciação científica e hoje, colega de pós-graduação em Dentística, **Ana Paula Boteon**. Obrigada pela disponibilidade e prontidão ao ajudar-me em um dos projetos de meu doutorado, mesmo aos finais de semana, e ainda pelas ideias sugeridas que colaboraram para esse estudo. Agradeço também, a colega de pós-graduação em prótese, e Prof.^a **Brunna Mota Ferrairo** pelos conselhos e pela amizade. Meu carinho e admiração por vocês duas.

Às colegas de doutorado em Odontopediatria, **Daniela Cusicanqui Mendez, Estefania Ayala Aguirre, Luciana Lourenço Vitor, Paula Karine Jorge, Bianca Zeponi Mello, Mariel Prado Bergamo, Tássia Carina Stafuzza, e Eloá Ambrosio**, pelo aprendizado e pelo carinho durante o período de convivência. Em especial, agradeço a Dani, Esteff, Lu e Paulinha, com as quais tive oportunidade de conviver mais intensamente por meio de conversas, conselhos e momentos de descontração, e que possuo muito carinho por tudo que vivemos.

Às alunas e ao aluno de mestrado em Odontopediatria, **Maiara Falzoni, Anna Paola Strieder, Giuliana Campos Chaves, Camila de Leone, Bianca Bergantin, Bianca Zalaf e Kim Tanabe**. Vocês são pessoas muito especiais e fizeram essa turma ser única! Agradeço pelo ótimo convívio e pelos momentos de descontração. Não tenho palavras para agradecer tanto carinho que tiveram por mim em tão pouco tempo, por meio da organização, juntamente com os alunos de doutorado, de uma festa surpresa de despedida tão linda e emocionante. Todos esses momentos estarão para sempre guardados em meu coração.

Aos funcionários do departamento de Odontopediatria FOB-USP:

Estela Ferrari e Lilian Rosana Cândida, pela organização da clínica, agendamento de pacientes, disponibilidade e prontidão em ajudar. Obrigada também pela amizade desenvolvida ao longo desses anos. Agradeço também a **Cleonice Selmo**, que mesmo sendo funcionária da Ortodontia, sempre nos ajudou com muita boa vontade.

Alexandre Montilha, obrigada pela disponibilidade e pela paciência ao me ajudar a resolver burocracias e problemas sempre rapidamente e com boa vontade.

Lourivalda Celestino, obrigada pela convivência agradável durante esse processo.

Ao departamento de Ciências Biológicas, disciplina de Bioquímica da FOB- USP, em nome da **Prof.^a Dr.^a Marília Afonso Rabelo Buzalaf**, por permitir a utilização dos equipamentos necessários do laboratório para a realização desse estudo. Aos funcionários do laboratório de Bioquímica da FOB-USP, em especial à **Larissa Grizzo**, pela disponibilidade e prontidão em ajudar.

Aos funcionários da biblioteca, especialmente ao **José Roberto Plácido Amadei**, pelo auxílio e atenção principalmente referente à normativa desse trabalho.

Aos funcionários da pós-graduação da FOB-USP, em especial à **Fatima Cassador Carvalho e Leila Regina da Silva Yerga Sanchez**, pela atenção e auxílio durante a resolução de questões burocráticas. Agradeço também a auxiliar de consultório da clínica de pós-graduação, **Hebe de Freitas Pereira**, que apesar de não ter convivido tão frequentemente, estava sempre disposta a ajudar esbanjando bom humor e amor no que faz.

Aos **pacientes Odontopediátricos** e seus responsáveis, obrigada pela confiança, disposição na realização de fotografias intra-buciais e pelo carinho, contribuindo para o meu crescimento pessoal e profissional.

Aos **voluntários** de meus 4 estudos, sem vocês a realização do protocolo experimental não seria possível. Obrigada por confiarem em meu trabalho e doarem tempo e disposição para realizarem essas pesquisas com tanto zelo.

À **Central de Esterilização ACECIL**, agradeço pela esterilização dos blocos de dentes utilizados neste estudo.

À agência financiadoras de pesquisa **CAPES**, agradeço pela concessão de bolsa de doutorado durante o início de meu doutorado.

À agência financiadoras de pesquisa **FAPESP**, agradeço pela concessão de bolsa de doutorado, por meio do processo **2015/21552-7**.

À **banca avaliadora**, agradeço aos professores por aceitarem o convite para participar da banca avaliadora dessa tese, e por contribuírem para o enriquecimento da mesma.

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, ou que me impulsionaram de alguma forma para conquistar esse título.

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.

Martin Luther King

ABSTRACT

Preventive measures for dental erosion and erosive tooth wear

In recent years, due to the high prevalence of dental erosion, therapies to prevent the occurrence or inhibit the progression of this condition have been searched. The purpose of this thesis was to present four articles that evaluated possible preventive measures for enamel erosion. Specifically, it was evaluated: article I - the effect of five types of vegetable oils against initial enamel erosion; article II - protective effect of palm oil alone or associated with a fluoride solution against erosive enamel wear (chemical-mechanical/toothbrushing); article III - the protective potential against erosive tooth wear of an aspartame solution, used as mouthwash prior to acid exposure; article IV - the effectiveness of a dentifrice with calcium silicate, phosphate and fluoride on the prevention of erosive wear (chemical-mechanical/toothbrushing). In all articles, deionized water (DW) was used as negative control and a solution (SS) or dentifrice (SD) containing fluoride and stannous as positive control. The response variable adopted was loss of surface hardness for article I and enamel loss in height for articles II, III and IV. In article I, two volunteers used the intraoral appliance for 2 hours to form the acquired pellicle and then the enamel blocks of each study group were treated *in vitro* by 5 different vegetable oils at 2 different concentrations (5 or 100%). Then, the blocks were immersed in artificial saliva for 2 minutes and subjected to 0.5% citric acid for 2 minutes. Data were analyzed by one-way ANOVA and Tukey's test ($p < 0.05$). Among the evaluated vegetable oils, palm oil was the only one that presented protective potential against initial enamel erosion, resulting in less hardness loss than DW and SS. In Article II, volunteers used intraoral appliances *in situ* for 5 days, in which 4 ex vivo erosive cycling with 0.5% citric acid for 2 minutes was carried out. Prior to the first and third erosive challenge, DW, SS and palm oil associated or not to SS were applied on enamel blocks by administration of one drop of the respective solution, followed by acid immersion. Then, the abrasive challenge was performed (brushing for 15 seconds). Data were submitted to 2-way ANOVA and Tukey's test ($p < 0.05$). For both, erosion and erosion + abrasion, palm oil alone or associated to SS resulted in less enamel loss than DW, but did not differ from SS. In article III, 4x/day volunteers performed *in situ* mouthwashes with DW, SS or 0.024% aspartame solution. Then half enamel blocks were immersed ex vivo in intrinsic (0.01M hydrochloric acid pH 2.3) and the other half in extrinsic (0.03 citric acid pH 2.4 for 2 minutes) acid challenge for 5 days. After statistical analysis (2-way ANOVA and Tukey's test, $p < 0.05$), it was observed that aspartame was similar to DW and resulted in greater loss of enamel than SS. Hydrochloric acid promoted higher enamel loss than citric acid. In article IV, volunteers used intraoral appliances *in situ* for 5 days and 4 erosive cycling with 0.5% citric acid for 2 minutes was carried out. Right after the first and third cycling of the day the dentifrices, including the one with addition of calcium silicate, phosphate and fluoride, were applied for 1 minute and then, half of the enamel specimens were brushed for 15 seconds (abrasion). Statistical analysis was performed by 2-way ANOVA and Fischer's exact test ($p < 0.05$). The dentifrice containing calcium silicate, sodium phosphate and fluoride protected the

enamel against erosion similar to SD; but when subjected to abrasion by brushing, it showed similar enamel loss than DW, demonstrating no protective effect. Among the tested preventive measures, palm oil presented promising results in the prevention of erosive tooth wear, similarly to a stannous-solution. Aspartame, however, did not present a preventive effect against erosive tooth wear caused by intrinsic or extrinsic acid. The dentifrice containing calcium silicate, sodium phosphate and fluoride only presented a preventive effect against erosion but it did not show a protective effect against erosive tooth wear.

Keywords: Dental erosion. Erosive enamel wear. Prevention. In situ.

RESUMO

Estratégias preventivas para erosão dentária e desgaste dentário erosivo

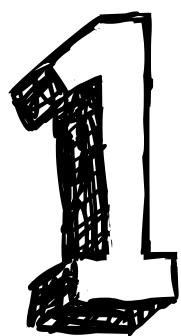
Devido à alta prevalência de erosão dentária encontrada nos últimos anos, tem se buscado terapias para prevenir a ocorrência ou inibir o avanço desta condição. O propósito deste estudo foi apresentar quatro artigos que avaliaram possíveis medidas preventivas para erosão dentária do esmalte. Especificamente, foram avaliados: artigo I - o efeito de cinco tipos de óleos vegetais contra a erosão inicial; artigo II - capacidade protetora do óleo de dendê sozinho ou associado uma solução fluoretada contra desgaste dentário erosivo (químico-mecânico/escovação); artigo III - o potencial protetor contra o desgaste dentário erosivo de uma solução com aspartame, utilizada como bochecho previamente a exposição ácida; artigo IV - a eficácia da aplicação do dentifrício com adição de silicato de cálcio, fosfato e flúor na prevenção do desgaste erosivo (químico-mecânico/escovação). Em todos os artigos adotou-se água deionizada (AD) como controle negativo e solução (SE) ou dentifrício (DE) contendo fluoreto e estanho como controle positivo. A variável de resposta adotada foi perda de dureza de superfície para o artigo I e perda de tecido dental duro em altura para os artigos II, III e IV. No artigo I, dois voluntários utilizaram o dispositivo intrabucal durante 2 horas para formação da película adquirida e em seguida, os blocos de esmalte de cada grupo em estudo foram tratados *in vitro* por 5 diferentes óleos vegetais em 2 concentrações distintas (5 ou 100%). A seguir, os blocos foram imersos em saliva artificial por 2 minutos e então, em ácido cítrico 0,5% por 2 minutos. Os dados foram analisados por ANOVA 1 critério e teste de Tukey ($p < 0,05$). Dentre os óleos vegetais avaliados, o óleo de dendê foi o único que apresentou potencial protetor contra erosão inicial do esmalte pois resultou em menor perda de dureza quando comparado a AD e SE. No artigo II, voluntários utilizaram aparelhos palatinos *in situ* por 5 dias, sendo realizadas 4 ciclagens erosivas *ex vivo* em ácido cítrico 0,5% por 2 minutos, anteriormente a primeira e a terceira ciclagem a AD, o SE e o óleo de dendê associado ou não à SE foram aplicados nos blocos de esmalte por meio da administração de uma gota da respectiva solução, seguida da imersão ácida e então, o desafio abrasivo foi realizado (escovação por 15 segundos). Os dados foram submetidos a ANOVA 2 critérios e teste de Tukey ($p < 0,05$). Tanto para erosão como para erosão+abrasão, o óleo de dendê sozinho ou associado à SE resultou em menor perda de esmalte do que AD, porém não diferiu da SE. No artigo III, os voluntários realizaram bochechos *in situ* 4x/dia com 0,024% de aspartame e então, metade dos blocos de esmalte foram submetidos *ex vivo* ao desafio com ácido intrínseco (ácido clorídrico a 0.01M pH 2.3) e a outra metade ao extrínseco (ácido cítrico 0.03M pH 2.4) durante 5 dias. Após análise estatística (ANOVA 2 critérios e teste de Tukey, $p < 0,05$), constatou-se que o aspartame foi similar à AD e resultou em maior perda de esmalte do que SE; sendo que o ácido clorídrico promoveu maior perda de esmalte do que o ácido cítrico. No artigo IV, voluntários utilizaram aparelhos palatinos *in situ* por 5 dias e foram realizadas 4 ciclagens erosivas em ácido cítrico 0,5% por 2 minutos, sendo que logo após a primeira e terceira ciclagem do dia, os dentifrícios, incluindo o com adição de silicato de cálcio, fosfato e flúor foram aplicados por 1 minuto e metade dos espécimes foram escovados por 15 segundos (abrasão). A análise estatística foi

realizada por ANOVA 2 critérios e teste exato de Fischer ($p < 0.05$). O dentifrício contendo silicato de cálcio, fosfato de sódio e flúor protegeu o esmalte contra a erosão semelhantemente ao DE. Porém quando a abrasão por escovação foi associada, o mesmo resultou em perda de esmalte semelhante a AD e portanto, não houve efeito protetor. Dentre as medidas preventivas testadas o óleo de dendê apresentou resultados promissores na prevenção do desgaste dentário erosivo, se assemelhando ao estanho. Já o aspartame, não apresentou efeito preventivo contra o desgaste dentário erosivo causado por ácido intrínseco ou extrínseco. O dentifrício contendo silicato de cálcio, fosfato de sódio e flúor, só apresentou efeito preventivo contra a erosão, mas não foi capaz de proteger o esmalte contra o desgaste dentário erosivo.

Palavras-chave: Erosão dentária. Desgaste erosivo do esmalte. Prevenção. In situ.

TABLE OF CONTENTS

1	INTRODUCTION	23
2	ARTICLES	29
2.1	ARTICLE 1 – Effect of vegetable oils applied over acquired enamel pellicle on initial erosion.....	32
2.2	ARTICLE 2 – Effect of palm oil alone or associated to stannous solution on enamel erosive-abrasive wear: a randomized in situ/ex vivo study.....	39
2.3	ARTICLE 3 – Effect of aspartame against erosive enamel wear by intrinsic and extrinsic acids: an in situ/ex vivo study	58
2.4	ARTICLE 4 – Is the dentifrice containing calcium silicate, sodium phosphate and fluoride able to protect enamel against chemical mechanical wear? an in situ/ ex vivo study.....	75
3	DISCUSSION	95
4	CONCLUSIONS	107
	REFERENCES	111
	APPENDIXES.....	121
	ANNEXES	127



1

Introduction



The high prevalence and severity of dental erosion (SALAS et al., 2015; TSCHAMMLER et al., 2016; BRUSIUS et al., 2018; SCHLUETER; LUKA, 2018) is a cause of concern to dental clinicians and researchers since this condition can interfere on patient's quality of life impairing aesthetics and chewing (PAPAGIANNI et al., 2013). At routine examination, erosive wear becomes clinically visible in later stages, when the appearance and shape of the teeth are compromised. Studies have been conducted to better understand the mechanisms involved in this condition and to seek for early preventive therapies (BUZALAF; MAGALHÃES; WIEGAND, 2014; HUYSMANS; YOUNG; GANSS, 2014; WEGEHAUPT; KUMMER; ATTIN, 2017; BUZALAF; MAGALHÃES; RIOS, 2018). Dental erosion is characterized by the loss of structure, with progressive surface softening and dissolution of the minerals, due to the exposure to intrinsic or extrinsic acids of non-bacterial origin (TENCATE; IMFELD, 1996; LUSSI et al., 2011). Currently, dental erosion has also been called as erosive tooth wear (ETW) since in clinical practice, the chemical action of the acids occurs in association of mechanical forces, such as attrition and abrasion (CARVALHO; LUSSI, 2015; SHELLIS; ADDY, 2014). The prevention of ETW can be complicated, since patient-related and nutritional factors are involved in the etiology (LUSSI; CARVALHO, 2014; BUZALAF; MAGALHÃES; RIOS, 2018).

Saliva is considered the one important patient-related protective factor on the etiology of ETW (HARA; LUSSI; ZERO, 2006; BAUMANN et al., 2016; BUZALAF; MAGALHÃES; RIOS, 2018). One key factor in the salivary mechanism for erosion protection is the formation of the acquired enamel pellicle (AEP) (HANNIG; JOINER, 2006; SIQUEIRA; CUSTODIO; MCDONALD, 2012; BUZALAF; HANNAS; KATO, 2012; HANNIG; HANNIG, 2014), which diminishes the direct contact between acids and enamel, reducing and retarding enamel softness and loss (AMAECHEI et al., 1999; HANNIG; JOINER, 2006; HANNIG; HANNIG, 2014). The AEP is a non-bacterial organic film formed by the adsorption of proteins, peptides, lipids and other macromolecules available in the saliva (HANNIG; JOINER, 2006; HANNIG; HANNIG,

.....

2009; SIQUEIRA; CUSTODIO; MCDONALD, 2012; BUZALAF; HANNAS; KATO, 2012; HANNIG; HANNIG, 2014). The protective capacity of the AEP against ETW depends on physical properties, including the thickness and time of maturation (VUKOSAVLJEVIC et al., 2014; HANNIG; HANNIG, 2014; MENDONÇA et al., 2017; MENDONÇA et al., 2017). In terms of protein adsorption, the formation of AEP begins within a few seconds after the exposure of dental surface to saliva (HANNIG et al., 2004) producing a dense basal layer (ERICSON et al., 1982). Studies have shown that acquired pellicle formed for 1 hour to 2 hours offers the maximum protection against demineralization without significantly improving with longer maturation periods (AMAECHEI et al., 1999; HANNIG et al., 2003; WETTON et al., 2006; MENDONÇA et al., 2017). After the consumption of erosive drinks, the outer layers of AEP are removed, however, the basal layer seems not to be affected (HANNIG et al., 2009). In order to delay its removal during the erosive challenge, a possible strategy could be modifying AEP composition. About 25% of the acquired pellicle dry weight is composed by lipids (HANNIG et al., 2003); lipophilic components can modulate the composition and ultrastructure of the pellicle (KENSCHKE et al., 2013). It has been speculated that lipid-enriched pellicles are more resistant to acids hampering dental erosion process (HANNIG et al., 2012; KENSCHKE et al., 2013).

Vegetable oils has been widely studied in preventive dentistry since they are a natural, edible, low-cost, and worldwide accessible source (BUCHALLA et al., 2003; HANNIG et al., 2012; KENSCHKE et al., 2013). Previous study showed that 2% olive oil and 2% olive oil associated to fluoride mouthwash had some preventive effect against dental erosion, but to a lower extent when compared with the positive control (acidulated fluoride solution, 250 ppm, pH 3.88) (WIEGAND; GUTSCHE; ATTIN, 2007). Considering the preventive potential of vegetable oils on dental erosion inhibition, it would be important to evaluate the use of different vegetable oils and its addition to a stannous(Sn)-containing solution, as a strategy to prevent ETW.

Nutritional related factors are determinant on the development of ETW. High consumption of soft drinks and specific diets with high consumption of acid fruits (e.g. vegan, vegetarian and raw food diets), can influence on the risk of development of dental erosion (SCHLUETER; TVEIT, 2014). In last decades, dietary habits have been changed with an increasing on the consumption of soft drinks (LUSSI; JAEGGI; ZERO, 2004; LUSSI; CARVALHO, 2014). In this way, researches have investigated the

erosive effects of different versions of soft drinks (GROBLER; SENEKAL; LAUBSCHER, 1990; LUSI; JAEGGI; ZERO, 2004). Light cola have demonstrated less erosive potential compared to its traditional version (RIOS et al., 2009; RIOS et al., 2011). The main chemical differences between the two version is the pH, 2.6 on the regular version and 3.0 on the light version (HANNIG et al., 2005; RIOS et al., 2009; RIOS et al., 2011), and the type of sweetener in the formulation, sugar in regular version and aspartame in light version (RIOS et al., 2009; RIOS et al., 2011). Aspartame in contact with saliva can undergoes hydrolysis producing phenylalanine - an aromatic amino acid with a carboxylic grouping - in which the acid protons could bind to, diminishing the dental enamel demineralization (RANGAN; BARCELOUX, 2009; ASHOK; SHEELADEVI, 2014). The anti-erosive potential of aspartame, regardless of its association with colas, has not been evaluated. Thus, it would be important to evaluate whether aspartame in situ regular mouthwash prior to immersion on acid would be able to prevent intrinsic and extrinsic erosive enamel wear.

Patient-related ETW etiological factor also involves the patients' behavior regarding to intraoral habits and products adopted to daily oral hygiene (WIEGAND; SCHLUETER, 2014; HELLWIG; LUSI, 2014; CARVALHO et al., 2015). Dentifrices could work as suitable delivery for preventive agents for dental erosion since it is routinely used once or twice a day by most individuals (FALLER; EVERSOLE; TZEZHAI, 2011; HORNBY et al., 2014; JOINER et al., 2014; JONES et al., 2014; FALLER; EVERSOLE; SAUNDERS-BURKHARDT, 2014). However, eroded enamel is more susceptible to toothbrush abrasion than sound enamel (JAEGGI; LUSI, 1999); thus, specific anti-erosive dentifrices must have a mechanism to compensate the impact of brushing forces. In vitro studies have demonstrated that specific types of calcium silicate – such as Ca_3SiO_5 – can induce the formation of hydroxyapatite in saliva, which could be deposited on acid-eroded enamel, suggesting a protective effect against erosive enamel wear (DONG et al., 2010; PARKER et al., 2014). However, the efficacy of calcium silicate seems to be similar to that of 1000 ppm sodium fluoride solution in a pH cycling erosive model and better results were obtained when Ca_3SiO_5 was associated with fluoride (WANG et al., 2012).

Greater rehardening capacity of eroded enamel have been demonstrated by dentifrices containing calcium silicate, sodium phosphate, and fluoride compared to conventional fluoride dentifrices (HORNBY et al., 2014; JOINER et al., 2014; JONES

.....
et al., 2014). However, the evidence about the mechanism and the protective capacity of calcium silicate is limited since only a few studies were reported and most of those studies have not assessed the impact of toothbrushing. In addition, only the enamel surface hardness or whether or not there was formation of hydroxyapatite on the tooth surface was measured. It would be also important to consider the amount of dental hard tissue lost when this product is applied under episodes of erosion associated to abrasion.

Based on these findings, the overall aim of this study was to investigate the effectiveness of possible preventive measures for dental erosion and erosive tooth wear. Each article had specifically evaluated:

- Article I: The effect of five different vegetable oils, in pure form or as emulsions, applied on AEP formed *in situ*, on the protection of enamel against initial erosive demineralization *in vitro*.

- Article II: The effect of palm oil alone or associated with a Sn-containing solution on ETW prevention (chemical and mechanical/abrasive challenge) using an *in situ* protocol.

- Article III: The protective potential against ETW of regular aspartame solution mouthwash prior to immersion on citric and hydrochloric acids using an *in situ* protocol.

- Article IV: The effect of a dentifrice that contains calcium silicate, sodium phosphate, and fluoride on the prevention of ETW (chemical and mechanical/abrasive challenge) using an *in situ* protocol.



4 Conclusions



Considering the hypothesis raised before, it is possible to conclude that:

- Article 1: Only pure palm oil demonstrated preventive effect against initial erosive demineralization among all types and concentrations of vegetable oils evaluated.
- Article 2: Palm oil and Sn-containing solution, alone or combined, presented a preventive effect against erosive and erosive plus abrasive challenge when compared to deionized water.
- Article 3: The aspartame solution did not inhibit enamel loss when used before erosive challenge by hydrochloric and citric acids. Sn-solution promoted less enamel loss than deionized water and aspartame solution. Higher enamel loss was induced by simulated intrinsic (hydrochloric) acid than extrinsic (citric) acid.
- Article 4: The dentifrice containing calcium silicate, sodium phosphate, and fluoride was able to reduce enamel loss after erosive acid challenge. Nevertheless, when toothbrushing abrasion was combined, the application of this dentifrice resulted in higher enamel wear than the other dentifrices and did not differ from water. The Sn-containing dentifrice had the best preventive potential against erosive and abrasive challenges.





References



REFERENCES

- Ahsan H, Ahad A, Siddiqui WA. A review of characterization of tocotrienols from plant oils and foods. *J Chem Biol.* 2015;8(2):45-59.
- Algarni AA, Mussi MC, Moffa EB, Lippert F, Zero DT, Siqueira WL, et al. The impact of stannous, fluoride ions and its combination on enamel pellicle proteome and dental erosion prevention. *PLoS One* 2015;10(6):e0128196.
- Amaechi BT, Higham SM, Edgar WM, Milosevic A. Thickness of acquired salivary pellicle as a determinant of the sites of dental erosion. *J Dent Res.* 1999;78(12):1821-8.
- Ashok I, Sheeladevi R. Biochemical responses and mitochondrial mediated activation of apoptosis on long-term effect of aspartame in rat brain. *Redox Biol.* 2014;2:820-31.
- Attin T, Zirkel C, Hellwig E. Brushing abrasion of eroded dentin after application of sodium fluoride solutions. *Caries Res.* 1998;32(5):344-50.
- Attin T, Wegehaupt F, Gries D, Wiegand A. The potential of deciduous and permanent bovine enamel as substitute for deciduous and permanent human enamel: erosion-abrasion experiments. *J Dent.* 2007;35:773-7.
- Attin T, Wegehaupt FJ. Methods for assessment of dental erosion. *Monogr Oral Sci* 2014;25:123-42.
- Bartlett DW, Evans DF, Smith BG. The relationship between gastro-esophageal reflux disease and dental erosion. *J Oral Rehabil.* 1996;23(5):289-97.
- Baumann T, Kozik J, Lussi A, Carvalho TS. Erosion protection conferred by whole human saliva, dialysed saliva, and artificial saliva. *Sci Rep.* 2016;6:34760.
- Brusius CD, Alves LS, Susin C, Maltz M. Dental erosion among South Brazilian adolescents: A 2.5-year longitudinal study. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2018;46(1):17-23.
- Buchalla W, Attin T, Roth P, Hellwig E. Influence of olive oil emulsions on dentin demineralization in vitro. *Caries Res.* 2003;37(2):100-7.
- Buzalaf MA, Hannas AR, Kato MT. Saliva and dental erosion. *J Appl Oral Sci.* 2012;20(5):493-502.
- Buzalaf MA, Magalhães AC, Wiegand A. Alternatives to fluoride in the prevention and treatment of dental erosion. *Monogr Oral Sci.* 2014;25:244-252.
- Buzalaf MAR, Magalhães AC, Rios D. Prevention of erosive tooth wear: targeting nutritional and patient-related risks factors. *Br Dent J.* 2018; 224(5):371-78.

-
- Carvalho TS, Lussi A. Combined effect of a fluoride-, stannous- and chitosan-containing toothpaste and stannous-containing rinse on the prevention of initial enamel erosion-abrasion. *J Dent*. 2014;42(4):450-9.
- Carvalho TS, Lussi A. Susceptibility of enamel to initial erosion in relation to tooth type, tooth surface and enamel depth. *Caries Res*. 2015;49(2):109-15.
- Carvalho TS, Colon P, Ganss C, Huysmans MC, Lussi A, Schlueter N, et al. Consensus report of the European Federation of Conservative Dentistry: erosive tooth wear--diagnosis and management. *Clin Oral Investig*. 2015;19(7):1557-61.
- Das SK, Adhikary PK, Bhattacharyya DK. Effects of dietary fats on the fatty acid composition of enamel and dentinal lipids of rabbit molars. *J Dent Res*. 1976;55(6):1061-6.
- Dong Z, Chang J, Deng Y, Joiner A. In vitro remineralization of acid-etched human enamel with Ca_3SiO_5 . *Appl Surf Sci*. 2010;256:2388–91.
- Ellingsen JE. Scanning electron microscope and electron microprobe study of reactions of stannous fluoride and stannous chloride with dental enamel. *Scand J Dent Res* 1986;94(4):299–305.
- Ericson T, Pruitt KM, Arwin H, Lundström I. Ellipsometric studies of film formation on tooth enamel and hydrophilic silicon surfaces. *Acta Odontol Scand*. 1982;40(4):197-201.
- Faller RV, Eversole SL, Tzeghai GE. Enamel protection: a comparison of marketed dentifrice performance against dental erosion. *Am J Dent*. 2011;24(4):205-10.
- Faller RV, Eversole SL, Saunders-Burkhardt K. Protective benefits of a stabilised stannous-containing fluoride dentifrice against erosive acid damage. *Int Dent J*. 2014;64(Suppl 1):29–34.
- Ganss C, Schlueter N, Hardt M, Schattenberg P, Klimek J. Effect of fluoride compounds on enamel erosion in vitro: a comparison of amine, sodium and stannous fluoride. *Caries Res*. 2008;42(1):2-7.
- Ganss C1, Schlueter N, Preiss S, Klimek J. Tooth brushing habits in uninstructed adults--frequency, technique, duration and force. *Clin Oral Investig*. 2009;13(2):203-8.
- 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(6):581-9.
- Ganss C, von Hinckeldey J, Tolle A, Schulze K, Klimek J, Schlueter N. Efficacy of the stannous ion and a biopolymer in toothpastes on enamel erosion/abrasion. *J Dent*. 2012;40(12):1036-43.
- Ganss C, Marten J, Hara AT, Schlueter N. Toothpastes and enamel erosion/abrasion - Impact of active ingredients and the particulate fraction. *J Dent*. 2016;54:62-7.

-
- Ganss C, Möllers M, Schlueter N. Do Abrasives Play a Role in Toothpaste Efficacy against Erosion/Abrasion? *Caries Res.* 2017;51(1):52-57.
- Graf E. Antioxidant potential of ferulic acid. *Free Radic Biol Med.* 1992;13(4):435-48.
- Gregg T, Mace S, West NX, Add M. A study in vitro of the abrasive effect of the tongue on enamel and dentine softened by acid erosion. *Caries Res.* 2004;38(6):557-60.
- Grobler SR, Senekal PJ, Laubscher JA. In vitro demineralization of enamel by orange juice, apple juice, Pepsi Cola and Diet Pepsi Cola. *Clin Prev Dent.* 1990;12(5):5-9.
- Hannig M, Balz M. Influence of in vivo formed salivary pellicle on enamel erosion. *Caries Res.* 1999;33(5):372-9.
- Hannig M, Hess NJ, Hoth-Hannig W, De Vrese M. Influence of salivary pellicle formation time on enamel demineralization--an in situ pilot study. *Clin Oral Investig.* 2003;7(3):158-61.
- Hannig M, Fiebiger M, Güntzer M, Döbert A, Zimehl R, Nekrashevych Y. Protective effect of the in situ formed short-term salivary pellicle. *Arch Oral Biol.* 2004;49(11):903-10.
- Hannig C, Hamkens A, Becker K. Erosive effects of different acids on bovine enamel: release of calcium and phosphate in vitro. *Arch Oral Biol.* 2005;50(6):541-52.
- Hannig M, Joiner A. The structure, function and properties of the acquired pellicle. *Monogr Oral Sci.* 2006;19:29-64.
- Hannig C, Hannig M. The oral cavity--a key system to understand substratum-dependent bioadhesion on solid surfaces in man. *Clin Oral Investig.* 2009;13(2):123-39.
- Hannig C, Berndt D, Hoth-Hannig W, Hannig M. The effect of acidic beverages on the ultrastructure of the acquired pellicle--an in situ study. *Arch Oral Biol.* 2009;54(6):518-26.
- Hannig C, Wagenschwanz C, Pötschke S, Kümmerer K, Kensche A, Hoth-Hannig W, et al. Effect of safflower oil on the protective properties of the in situ formed salivary pellicle. *Caries Res.* 2012;46(5):496-506.
- Hannig M, Hannig C. The pellicle and erosion. *Monogr Oral Sci.* 2014;25:206-14.
- Hara AT, Lussi A, Zero DT. Biological factors. *Monogr Oral Sci.* 2006;20:88-99.
- Hara AT, Zero DT. Analysis of the erosive potential of calcium-containing acidic beverages. *Eur J Oral Sci.* 2008;116(1):60-5.
- Hellwig E, Lussi A. Oral hygiene products, medications and drugs - hidden aetiological factors for dental erosion. *Monogr Oral Sci.* 2014;25:155-62.

-
- Hornby K, Ricketts SR, Philpotts CJ, Joiner A, Schemehorn B, Willson R. Enhanced enamel benefits from a novel toothpaste and dual phase gel containing calcium silicate and sodium phosphate salts. *J Dent.* 2014;42(Suppl 1):S39-45.
- Hove LH, Holme B, Øgaard B, Willumsen T, Tveit AB. The protective effect of TiF₄, SnF₂ and NaF on erosion of enamel by hydrochloric acid in vitro measured by white light interferometry. *Caries Res.* 2006;40(5):440–3.
- Hove LH, Holme B, Young A, Tveit AB. The erosion-inhibiting effect of TiF₄, SnF₂, and NaF solutions on pellicle-covered enamel in vitro. *Acta Odontol Scand.* 2007;65(5):259–64.
- Hove LH, Holme B, Young A, Tveit AB. The protective effect of TiF₄, SnF₂ and NaF against erosion-like lesions in situ. *Caries Res.* 2008;42(1):68–72.
- Hung CR, Hung PC. Protective effects of several amino acid-nutrients on gastric hemorrhagic erosions in acid-irrigated stomachs of septic rats. *Chin J Physiol.* 1999;42(3):161-9.
- Huysmans MC, Chew HP, Ellwood RP. Clinical studies of dental erosion and erosive wear. *Caries Res.* 2011;45(Suppl 1):60-8.
- Huysmans MC, Jager DH, Ruben JL, Unk DE, Klijn CP, Vieira AM. Reduction of erosive wear in situ by stannous fluoride-containing toothpaste. *Caries Res.* 2011;45(6):518-23.
- Huysmans MC, Young A, Ganss C. The role of fluoride in erosion therapy. *Monogr Oral Sci.* 2014;25:230-43.
- Jaeggi T, Lussi A. Toothbrush abrasion of erosively altered enamel after intraoral exposure to saliva: an in situ study. *Caries Res.* 1999;33(6):455-61.
- Joiner A, Schäfer F, Naeeni MM, Gupta AK, Zero DT. Remineralisation effect of a dual-phase calcium silicate/phosphate gel combined with calcium silicate/phosphate toothpaste on acid-challenged enamel in situ. *J Dent.* 2014;42(Suppl 1):S53-9.
- Jones SB, Davies M, Chapman N, Willson R, Hornby K, Joiner A, et al. Introduction of an interproximal mineralisation model to measure remineralisation caused by novel formulations containing calcium silicate, sodium phosphate salts and fluoride. *J Dent.* 2014;42(Suppl 1):S46-52.
- Jordão MC, Ionta FQ, Bergantin BT, Oliveira GC, Moretto MJ, Honório HM, et al. The effect of mucin in artificial saliva on erosive rehardening and demineralization. *Caries Res.* 2017;51(2):136-40.
- Kamat JP, Sarma HD, Devasagayam TP, Nesaretnam K, Basiron Y. Tocotrienols from palm oil as effective inhibitors of protein oxidation and lipid peroxidation in rat liver microsomes. *Mol Cell Biochem.* 1997;170(1-2):131-7.
- Kensche A, Reich M, Kümmerer K, Hannig M, Hannig C. Lipids in preventive dentistry. *Clin Oral Investig.* 2013;17(3):669-85.

-
- Lussi A, Jaeggi T, Zero D. The role of diet in the aetiology of dental erosion. *Caries Res.* 2004;38(Suppl 1):34-44.
- Lussi A, Megert B, Eggenberger D, Jaeggi T. Impact of different toothpastes on the prevention of erosion. *Caries Res.* 2008;42(1):62-7.
- Lussi A, Schlueter N, Rakhmatullina E, Ganss C. Dental erosion--an overview with emphasis on chemical and histopathological aspects. *Caries Res.* 2011;45 (Suppl 1):2-12.
- Lussi A, Carvalho TS. Erosive tooth wear: a multifactorial condition of growing concern and increasing knowledge. *Monogr Oral Sci.* 2014;25:1-15.
- Magalhães AC, Stancari FH, Rios D, Buzalaf MA. Effect of an experimental 4% titanium tetrafluoride varnish on dental erosion by a soft drink. *J Dent.* 2007;35(11):858-61.
- Mendonça FL, Ionta FQ, Alencar CRB, Oliveira GC, Gonçalves PSP, Oliveira TM, Honório HM, Rios D. Impact of Saliva and Intraoral Appliance on Erosion Lesions Rehardening Ability - A Pilot Study. *Braz Res Ped Dent Integ Clin.* 2016;16(1):51-8.
- Mendonça FL, Jordão MC, Ionta FQ, Buzalaf MA, Honório HM, Wang L, Rios D. In situ effect of enamel salivary exposure time and type of intraoral appliance before an erosive challenge. *Clin Oral Investig.* 2017;21(8):2465-71.
- Meurman JH, Frank RM. Progression and surface ultrastructure of in vitro caused erosive lesions in human and bovine enamel. *Caries Res.* 1991;25(2):81-7.
- Millward A, Shaw L, Harrington E, Smith AJ. Continuous monitoring of salivary flow rate and pH at the surface of the dentition following consumption of acidic beverages. *Caries Res.* 1997;31(1):44-9.
- Moazzez R, Bartlett D. Intrinsic causes of erosion. *Monogr Oral Sci* 2014;25:180-196.
- Oliveira GC, Boteon AP, Ionta FQ, Moretto MJ, Honório HM, Wang L, et al. In vitro effects of resin infiltration on enamel erosion inhibition. *Oper Dent.* 2015;40(5):492-502.
- Oliveira GC, Tereza GPG, Boteon AP, Ferrairo BM, Gonçalves PSP. Susceptibility of bovine dental enamel with initial erosion lesion to new erosive challenges. *PLoS One* 2017;12(8):e0182347.
- Oliveira TA, Scaramucci T, Nogueira FN, Simões A, Sobral MA. Effect of mouthrinses with different active agents in the prevention of initial dental erosion. *Indian J Dent Res.* 2015;26(5):508-13.
- Orr WC. Sleep issues in gastroesophageal reflux disease: beyond simple heartburn control. *Rev Gastroenterol Disord.* 2003;3(Suppl 4):S22-9.
- Ortiz-Ruiz AJ, Teruel-Fernández JD, Alcolea-Rubio LA, Hernández-Fernández A, Martínez-Beneyto Y, Gispert-Guirado F. Structural differences in enamel and dentin in human, bovine, porcine, and ovine teeth. *Ann Anat.* 2018;218:7-17.

-
- Paepegaey AM, Barker ML, Bartlett DW, Mistry M, West NX, Hellin N, et al. Measuring enamel erosion: a comparative study of contact profilometry, non-contact profilometry and confocal laser scanning microscopy. *Dent Mater* 2013;29(12):1265-72.
- Papagianni CE, van der Meulen MJ, Naeije M, Lobbezoo F. Oral health-related quality of life in patients with tooth wear. *J Oral Rehabil*. 2013;40(3):185-90.
- Parker AS, Patel AN, Al Botros R, Snowden ME, McKelvey K, Unwin PR, et al. Measurement of the efficacy of calcium silicate for the protection and repair of dental enamel. *J Dent*. 2014;42(Suppl 1):S21-9.
- Rangan C, Barceloux DG. Food additives and sensitivities. *Dis Mon*. 2009;55(5):292–311.
- Rios D, Honório HM, Magalhães AC, Delbem AC, Machado MA, Silva SM, et al. Effect of salivary stimulation on erosion of human and bovine enamel subjected or not to subsequent abrasion: an in situ/ex vivo study. *Caries Res*. 2006;40:218-23.
- Rios D, Magalhães AC, Polo RO, Wiegand A, Attin T, Buzalaf MA. The efficacy of a highly concentrated fluoride dentifrice on bovine enamel subjected to erosion and abrasion. *J Am Dent Assoc*. 2008;139(12):1652-6.
- Rios D, Honório HM, Magalhães AC, Wiegand A, Machado MAAM, Buzalaf MA. Light cola drink is less erosive than the regular one: an in situ/ex vivo study. *J Dent*. 2009;37(2):163-6.
- Rios D, Santos FC, Honório HM, Magalhães AC, Wang L, Machado MAAM, Buzalaf MA. An in situ/ex vivo comparison of the ability of regular and light colas to induce enamel wear when erosion is combined with abrasion. *Quintessence Int*. 2011;42(3):e44-50.
- Salas MM, Nascimento GG, Huysmans MC, Demarco FF. Estimated prevalence of erosive tooth wear in permanent teeth of children and adolescents: an epidemiological systematic review and meta-regression analysis. *J Dent*. 2015;43(1):42-50.
- Santos NM, Jordão MC, Ionta FQ, Mendonça FL, Leone C, Buzalaf MAR, Oliveira TM, Honório HM. Impact of simplified in situ protocol on enamel loss after erosive challenge. *PLoS ONE*. No prelo 2018.
- 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(12):944-8.
- Schlueter N, Hara A, Shellis RP, Ganns C. Methods for the measurement and characterization of erosion in enamel and dentine. *Caries Res* 2011;45(Suppl 1):13-23.
- Schlueter N, Klimek J, Ganss C. Randomised in situ study on the efficacy of a tin/chitosan toothpaste on erosive-abrasive enamel loss. *Caries Res*. 2013;47(6):574-81.

-
- Schlueter N, Tveit AB. Prevalence of erosive tooth wear in risk groups. *Monogr Oral Sci.* 2014;25:74-98.
- Schlueter N, Lussi A, Tolle A, Ganss C. Effects of Erosion Protocol Design on Erosion/Abrasion Study Outcome and on Active Agent (NaF and SnF₂) Efficacy. *Caries Res.* 2016;50(2):170-9.
- Schlueter N, Luka B. Erosive tooth wear - a review on global prevalence and on its prevalence in risk groups. *Br Dent J.* 2018;224(5):364-70.
- Shellis RP, Addy M. The interactions between attrition, abrasion and erosion in tooth wear. *Monogr Oral Sci.* 2014;25:32-45.
- da Silva CV, Nazello JL, de Freitas PM. Frequency of application of AmF/NaF/SnCl₂ solution and its potential in inhibiting the progression of erosion in human dental enamel - an in vitro study. *Oral Health Prev Dent.* 2017;15(4):365-370.
- da Silva CV, Ramos-Oliveira TM, Mantilla TF, de Freitas PM. Frequency of application of AmF/NaF/SnCl₂ solution and its potential in controlling human enamel erosion progression: an in situ study. *Caries Res.* 2017;51(2):141-8.
- Siqueira WL, Custodio W, McDonald EE. New insights into the composition and functions of the acquired enamel pellicle. *J Dent Res.* 2012;91:1110-8.
- Stenhagen KR, Hove LH, Holme B, Taxt-Lamolle S, Tveit AB. Comparing different methods to assess erosive lesion depths and progression in vitro. *Caries Res.* 2010;44(6):555-61.
- Sundram K, Sambanthamurthi R, Tan YA. Palm fruit chemistry and nutrition. *Asia Pac J Clin Nutr.* 2003;12(3):355-62.
- Ten Cate JM, Imfeld T. Dental Erosion, summary. *Eur J Oral Sci.* 1996; 104 (2(Pt 2):241-4.
- Tschammler C, Müller-Pflanz C, Attin T, Müller J, Wiegand A. Prevalence and risk factors of erosive tooth wear in 3-6 year old German kindergarten children-A comparison between 2004/05 and 2014/15. *J Dent.* 2016;52:45-9.
- Turssi CP, Faraoni JJ, Rodrigues Jr AL, Serra MC. An in situ investigation into the abrasion of eroded dental hard tissues by a whitening dentifrice. *Caries Res.* 2004;38(5):473-7.
- Turssi CP, Messias DF, Corona SM, Serra MC. Viability of using enamel and dentin from bovine origin as a substitute for human counterparts in an intraoral erosion model. *Braz Dent J.* 2010;21:332-6.
- Van der Mei HC, White DJ, Kamminga-Rasker HJ, Knight J, Baig AA, Smit J, et al. Influence of dentifrices and dietary components in saliva on wettability of pellicle-coated enamel in vitro and in vivo. *Eur J Oral Sci.* 2002;110(6):434-8.
- Vukosavljevic D, Custodio W, Buzalaf MA, Hara AT, Siqueira WL. Acquired pellicle as a modulator for dental erosion. *Arch Oral Biol.* 2014;59(6):631-8.

-
- Wang Y, Li X, Chang J, Wu C, Deng Y. Effect of tricalcium silicate (Ca₃SiO₅) bioactive material on reducing enamel demineralization: An in vitro pH-cycling study. *J Dent.* 2012;40(12):1119-26.
- Wegehaupt FJ, Kummer G, Attin T. Prevention of erosions by a surface sealant and adhesives under abrasive conditions. *Swiss Dent J.* 2017;127(9):740-7.
- Wetton S, Hughes J, West N, Addy M. Exposure time of enamel and dentine to saliva for protection against erosion: a study in vitro. *Caries Res.* 2006;40(3):213-7.
- Wiegand A, Gutsche M, Attin T. Effect of olive oil and an olive-oil- containing fluoridated mouthrinse on enamel and dentin erosion in vitro. *Acta Odontol Scand.* 2007;65(6):357-61.
- Wiegand A, Schlueter N. The role of oral hygiene: does toothbrushing harm? *Monogr Oral Sci.* 2014;25:215-9.
- Yassen GH, Platt JA, Hara AT. Bovine teeth as substitute for human teeth in dental research: a review of literature. *J Oral Sci.* 2011;53(3):273-82.
- Young A, Tenuta LM. Initial erosion models. *Caries Res.* 2011;45(Suppl 1):33-42.
- Yu H, Wegehaupt FJ, Zaruba M, Becker K, Roos M, Attin T, et al. Erosion-inhibiting potential of a stannous chloride-containing fluoride solution under acid flow conditions in vitro. *Arch Oral Biol.* 2010 Sep;55(9):702-5.
- Zero DT. In situ caries models. *Adv Dent Res.* 1995;9(3):214-30; discussion 231-4.

