



**INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
EGAS MONIZ**

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**REMINERALIZAÇÃO DE ESMALTE ERODIDO COM CLORETO
DE ESTANHO E A SUA INFLUÊNCIA NA ADESÃO DE
RESTAURAÇÕES DIRECTAS EM RESINA COMPOSTA**

Trabalho submetido por
João Pedro Lopes Campos
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

outubro de 2017



**INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
EGAS MONIZ**

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**REMINERALIZAÇÃO DE ESMALTE ERODIDO COM CLORETO
DE ESTANHO E A SUA INFLUÊNCIA NA ADESÃO DE
RESTAURAÇÕES DIRECTAS EM RESINA COMPOSTA**

Trabalho submetido por
João Pedro Lopes Campos
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Doutora Ana Vieira

outubro de 2017

Dedicatória

Aos meus verdadeiros amigos
e fiéis conselheiros, mãe e pai.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer, à minha orientadora, Professora Doutora Ana Vieira, por me ter confiado este trabalho e pela sua disponibilidade e compreensão constantes, sem as quais não seria possível a sua realização.

Ao Instituto Superior de Saúde Egas Moniz, agradeço também, pelas excelentes condições que me proporcionou ao longo do curso, e pela sua abertura imediata em qualquer circunstância.

Gostava, também, de agradecer às minhas colegas, Rita Romeu e Ana Beirão, pela contribuição e apoio fundamentais para a realização deste projeto.

Gostaria de agradecer aos meus pais, António e Ana Maria, por todo apoio incondicional, nos bons e nos maus momentos, e por tornarem possível a realização deste curso. À minha Irmã, Joana Campos, por todos os conselhos que me deu nos momentos mais difíceis, assim como, a toda a minha família que de uma maneira ou de outra acompanharam o meu crescimento.

Não poderia deixar de agradecer à pessoa que mais esteve presente neste percurso académico, à Rita Afonso, por toda a dedicação e carinho que por mim teve. Agradeço também à Rita Almeida e à Ana Carracho, pela sua amizade verdadeira pela colaboração nos projetos da faculdade.

Agradeço a todos os professores que contribuíram para os conhecimentos que adquiri durante este trajeto escolar, e em especial Professora Maria João Barreto, pela confiança que depositou em mim e ter permitido o desenvolvimento as minhas capacidades clínicas.

Por fim, gostava de agradecer a todos os meus amigos que fizeram parte da minha vida académica, e em especial lugar àqueles que me acompanharam na Tuna por terem partilhado comigo momentos que levarei para vida.

RESUMO

Objetivos: Avaliar a capacidade de remineralização do esmalte erodido com um dentífrico contendo cloreto de estanho (SnCl_2), e a influência da remineralização nas forças de adesão de restaurações em resina composta.

Materiais e Métodos: Foram utilizados 40 incisivos bovinos cujas raízes foram seccionadas e a câmara pulpar preenchida com resina composta. As amostras foram divididas aleatoriamente e 4 grupos: o grupo erodido - (Er), o grupo não erodido e remineralizado com um dentífrico convencional com fluoreto de sódio - (nEr-NaF); o grupo erodido e remineralizado com um dentífrico convencional com fluoreto de sódio - (Er-NaF), e por fim, o grupo-teste, erodido e remineralizado com um dentífrico com cloreto de estanho - (Er- SnCl_2). No protocolo erosivo foi utilizada a bebida Sprite[®], sendo as amostras armazenadas em saliva artificial após cada ciclo erosivo. Mediu-se a microdureza de Vickers no início do estudo, após 1 dia de ciclos erosivos e no final dos ciclos de erosão/remineralização. Posteriormente, efetuaram-se restaurações diretas em resina composta e mediu-se a sua resistência adesiva seccionando as amostras em palitos que foram testados numa máquina de testes universal. Calculou-se a microdureza relativa (MD) e a força de adesão (FA), e analisou-se estatisticamente estas duas variáveis dependentes, bem como as fraturas ocorridas no teste de microtração.

Resultados: Dos grupos erodidos, apenas o grupo Er- SnCl_2 recuperou a MD inicial após os ciclos de erosão/remineralização, revelando um valor de MD relativa estatisticamente superior ao inicial ($p=0.006$). Verificou-se uma diferença estatisticamente significativa entre os valores de FA para os diferentes grupos ($p\leq 0.0001$). O grupo Er- SnCl_2 apresentou valores de FA estatisticamente superiores aos grupos Er-NaF ($p\leq 0.0001$) e nEr-NaF ($p\leq 0.0001$), mas não se encontraram diferenças quando comparado com o grupo Er ($p=0.466$). Verificou-se que a distribuição do tipo de fractura é dependente do grupo de estudo ($p < .001$), sendo as fraturas adesivas predominantes em qualquer um dos grupos.

Conclusões: Conclui-se que o agente remineralizante SnCl_2 tem a capacidade de remineralizar o esmalte erodido, não diminuindo as forças de adesão de posteriores restaurações em resina composta.

Palavras-chave: *Esmalte; Erosão; Remineralização; Cloreto de Estanho; Força Adesiva*

ABSTRACT

Objectives: The aim of this *in vitro* study was to evaluate a remineralization capacity of the eroded tooth enamel with toothpaste containing Tin-Chloride, and its influence on the bond strength of composite restorations to eroded and remineralized enamel.

Materials and Methods: Forty bovine incisors were used in this *in vitro* study. After preparation and standardization of the surfaces, the samples were randomly divided into 4 groups: “Er”, “Er-NaF”, “Er-SnCl₂” and “nEr-NaF”. The samples in the eroded groups were submitted to alternate cycles of erosion in the soft drink Sprite[®] and storage in artificial saliva. The Er-NaF, Er-SnCl₂ and nEr-NaF groups were also submitted to remineralization with either NaF or SnCl₂ slurries. The remineralization capacity was evaluated by measuring the microhardness (Vickers test) at the beginning of the study, after 3 erosion cycles, at the end of the erosion cycles. After the erosion challenges direct resin restorations were adhered to the samples. These were sectioned into sticks that were tested in order to evaluate the microtensile bond strength. The “relative microhardness” (MD), the “adhesive strength” (FA) and the failure mode were calculated and statistically analyzed.

Results: Among the eroded groups, only the Er-SnCl₂ group was able to recover the initial MD after the erosion/remineralization cycles, showing a final Md statistically higher than the initial values (p=0.006). There was statistically significant difference between the groups in what respects the FA values (p≤0.0001). The FA found for the Er-SnCl₂ group was statistically higher than other groups, except for the Er group, where no statistically significant differences were found (p = 0.466). The failure mode distribution is group dependent, however adhesive failure showed higher prevalence for all groups.

Conclusions: It was concluded that toothpaste containing SnCl₂ remineralized the eroded enamel, and that this remineralization did not lowered the bond strength of composite resin restorations.

Key-words: *Enamel; Erosion; Remineralization; Tin Chloride; Bond Strength*

ÍNDICE GERAL

1. INTRODUÇÃO	11
1.1 Esmalte.....	12
1.1.1 Composição e Estrutura.....	12
1.1.2 Equilíbrio Desmineralização-Remineralização	13
1.1.3 Esmalte Bovino	15
1.2 Desgaste Dentário.....	16
1.3 Erosão Dentária	16
1.3.1 Aspetos Histológicos e Químicos da Erosão	17
1.3.2 Etiologia e Fatores de Risco	19
1.3.2.1 Fatores Químicos	19
1.3.2.2 Fatores Biológicos	20
1.3.2.3 Fatores Comportamentais.....	21
1.3.3 Diagnóstico	21
1.3.3.1 Classificação.....	22
1.1.4 Manifestações Clínicas.....	23
1.4 Medidas Preventivas	24
1.4.1 Remineralização.....	25
1.4.2 Compostos de Flúor	26
1.4.2 Compostos de Estanho.....	26
1.5 Tratamento Restaurador.....	26
1.5.1 Restaurações Diretas em Resina Compostas	27
1.5.2 Estratégias Adesivas.....	27
1.3.3.1 Adesão ao Esmalte.....	28
1.7 Teste de Microdureza.....	28
1.8 Teste de Resistência Adesiva	29
2. OBJECTIVOS.....	31
2.1 Hipóteses	31
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	33
3.1 Amostra - Seleção, Preparação e Armazenamento.....	33
3.2 Distribuição da Amostra	34
3.3 Desenho do Estudo	36

3.4 Protocolo de Erosão Ácida.....	37
3.5 Protocolo de Remineralização.....	37
3.6 Teste de Microdureza.....	38
3.6 Restaurações Diretas em Resina Composta.....	38
3.7 Formação de Palitos.....	39
3.8 Teste de Microtração.....	40
3.8 Análise Estatística.....	41
4. RESULTADOS.....	43
4.1. Fraturas.....	44
5. DISCUSSÃO.....	45
6. CONCLUSÃO.....	49
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51
8. ANEXOS.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, observou-se uma diminuição da perda dentária na população mundial. A dentição natural, ao manter-se por mais tempo, gerou uma mudança drástica no estado de saúde oral, proporcionando uma melhoria da qualidade de vida trazendo novos desafios à Medicina Dentária (Batista, Lawrence, & Rosário, 2014; Brading, Joiner, & Kinane, 2009; Müller, Naharro, & Carlsson, 2007).

Hoje em dia, os Médicos Dentistas esforçam-se por preservar os tecidos dentários, durante o maior tempo possível. Contudo, o aumento da incidência e prevalência do desgaste erosivo tem criado alguma preocupação nesta área. Como tal, é essencial estabelecer medidas de prevenção direcionadas à população, e em particular aos grupos de risco (Lussi & Ganss, 2014).

Cada vez mais, acredita-se que a qualidade dos cuidados médico-dentários depende, de uma ampla compreensão das propriedades dentárias e dos seus princípios básicos, assim como, dos mecanismos presentes na sua interação com o meio envolvente (Lussi, Schlueter, Rakhmatullina, & Ganss, 2011).

Nesse sentido, a comunidade científica tem procurado desenvolver novos materiais, produtos e técnicas que possam ter um papel relevante na recuperação e na proteção das superfícies dentárias, assegurando a longevidade, a função e a estética (Walsh, 2009; West & Joiner, 2014).

1.1 Esmalte

O tecido duro dentário consiste na combinação de duas grandes camadas com diferentes composições e estruturas, o esmalte e a dentina. As diferenças entre estes dois materiais biológicos permitem uma combinação de comportamentos, que beneficiam a estrutura dentária como um todo (Chun, Choi, & Lee, 2014; McGuire, Walker, Dusevich, Wang, & Gorski, 2014).

Como camada mais externa, o esmalte, é um revestimento natural que tem a capacidade de suportar uma diversidade de desafios físicos e químicos, durante toda a vida do indivíduo. Estes incluem forças de compressão, abrasão, atrito e interações importantes da placa e da dieta. Para que a estrutura dentária cumpra a sua função, a sua forma deve ser preservada (He & Swain, 2008; Li, Wang, Joiner, & Chang, 2014). A compreensão das características histológicas deste tecido é importante para que estudos com relevância clínica sejam desenvolvidos (Ganss, Lussi, & Schlueter, 2014).

1.1.1 Composição e Estrutura

O esmalte é considerado o tecido mais duro do corpo humano e caracteriza-se pela sua composição cristalina e acelular, altamente mineralizada (McGuire, Walker, Dusevich, Wang, & Gorski, 2014). Cerca de 95-96% do seu peso é composto por mineral, sendo o restante, 3-4% composto por água e 1% por matéria orgânica (He & Swain, 2008; Li, Wang, Joiner, & Chang, 2014; Mann & Dickinson, 2006).

É constituído principalmente por cálcio e fosfato numa forma não-estequiométrica de Hidroxiapatite (HAp). Ao contrário da forma pura de HAp $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$, o mineral dentário pode conter substituições na composição da HAp. A principal substituição é descrita como uma forma carbonatada cálcio-dependente (Lussi, Schlueter, Rakhmatullina, & Ganss, 2011; Neel et al., 2016).

Outras substituições ocorrem em menor número, como por exemplo, por iões metálicos, como o potássio, o sódio e o magnésio. Estas alterações interrompem a rede cristalina da HAp, o que a torna mais solúvel, aumentando a sua suscetibilidade ao agente ácido (Neel et al., 2016).

Estruturalmente, consiste em longos prismas como unidade principal. Cada prisma é constituído por uma rede de cristais de HAp, que se estendem desde a sua origem, na junção amelodentinária, até à superfície externa do esmalte. Este arranjo cristalino, altamente organizado, é caracterizado por ter um padrão semelhante a um buraco de fechadura (Fig. 1). Contudo, a densidade desta estrutura não é uniforme o que permite grandes variações no que diz respeito ao seu comportamento (He & Swain, 2007; West & Joiner, 2014).

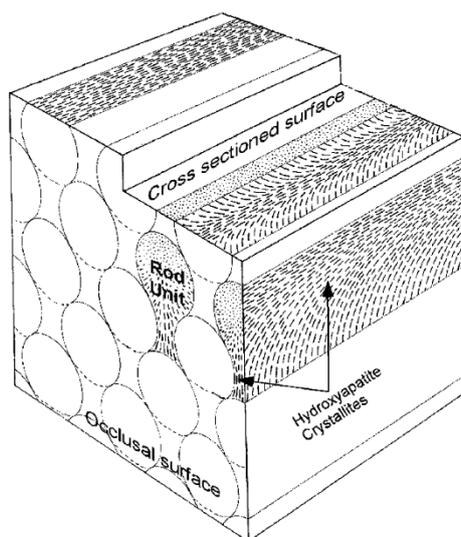


Fig. 1. Ilustração esquemática da forma de buraco de fechadura da estrutura prismática do esmalte (He & Swain, 2009).

A estrutura dentária descrita encontra-se num equilíbrio dinâmico entre constantes processos de desmineralização e remineralização, na cavidade oral. Como veremos de seguida, qualquer distúrbio nesta dinâmica poderá causar a sua destruição e, por sua vez, afetar a saúde oral dos pacientes (Esfahani, Mazaheri, & Pishavar, 2015; Li, Wang, Joiner, & Chang, 2014).

1.1.2 Equilíbrio Desmineralização-Remineralização

Hoje em dia, são vastamente discutidos os mecanismos pelos quais os processos de desmineralização e remineralização ocorrem. O conhecimento destes processos é fundamental para que se encontrem novas terapias e tecnologias que favoreçam o ganho de mineral e revertam a sua perda (Neel et al., 2016).

Quimicamente, o esmalte comporta-se como um sólido, como tal, quando entra em contacto com o meio líquido envolvente cria-se uma interfase onde existem trocas de componentes. Por um lado, são retirados iões da superfície do dente que se dissolvem no líquido, e por outro, esses iões podem fixar-se no esmalte. Quando existe uma troca equitativa de iões diz-se que existe um equilíbrio. Portanto, a solução encontra-se saturada e as trocas, apesar de existirem, não são significativas. No entanto, sabe-se que esta dinâmica é influenciada por vários fatores como, por exemplo, o pH e a disponibilidade dos iões no meio (Shellis, Featherstone, & Lussi, 2014; West & Joiner, 2014).

No caso de existir um equilíbrio, o pH denomina-se como “crítico”. Isto significa que o meio se encontra saturado e não existe dissolução. Para o esmalte, o pH crítico é frequentemente citado como 5.5 e abaixo deste existe um potencial de dissolução (Hara & Zero, 2010; West & Joiner, 2014). Clinicamente, um pH criticamente baixo pode ser mantido por um certo período de tempo contudo é necessário que os valores fisiológicos sejam restabelecidos assim que termine a exposição ao ácido (Goswami, 2016). Este valor depende, não só, da solubilidade do esmalte como das concentrações dos iões de cálcio e fosfato no meio, uma vez que, estes influenciam o grau de saturação da solução (Lussi, Schlueter, Rakhmatullina, & Ganss 2011). Conclui-se, portanto, que a disponibilidade dos iões de cálcio, fosfato e flúor desempenha um papel fundamental na dinâmica entre os processos de desmineralização e remineralização (Neel et al., 2016).

Qualquer distúrbio nesta dinâmica pode levar a um desequilíbrio entre os fatores protetores e patológicos, que resulta na dissolução dos cristais de HAp traduzindo-se numa perda progressiva dos constituintes do esmalte (Cochrane, Cai, Huq, Burrow, & Reynolds, 2010; Esfahani, Mazaheri, & Pischevar, 2015).

A assimilação destes mecanismos permite perceber as observações laboratoriais de modo a promover novas terapias preventivas (Shellis, Featherstone, & Lussi, 2014). A base deste conhecimento foi desenvolvida, maioritariamente, através de estudos *in vitro*, utilizando dentes extraídos de origem humana (Laurance-Young et al., 2011).

Contudo, existem algumas contrariedades no que diz respeito à sua obtenção e utilização para fins laboratoriais. Desta forma, foram propostas algumas alternativas de origem animal, como por exemplo o esmalte bovino (Yassen, Platt, & Hara, 2011).

1.1.3 Esmalte bovino

A utilização de dentes humanos é, usualmente, a primeira escolha dos estudos que avaliam as propriedades importantes dos materiais dentários (Campos, Campos, & Vitral, 2008). Contudo, dentes hígidos são difíceis de obter em quantidade e qualidade desejável. Além disso, quando os tecidos humanos estão envolvidos em estudos laboratoriais, são exigidos aspetos éticos que se tornam demorados. O difícil controlo da origem e da idade dos dentes humanos cria, também, um desafio no que diz respeito à medição dos resultados, uma vez que, podem existir maiores variações (Campos, Campos, & Vitral, 2008; Yassen, Platt, & Hara, 2011). Como tal, os dentes de origem bovina têm sido amplamente utilizados com o intuito de ultrapassar essas contrariedades (Soares et al., 2016).

As amostras de bovino apresentam vantagens, como, a facilidade de obtenção, o seu tamanho considerável, a superfície relativamente ampla e plana e sem defeitos que possam influenciar os testes (Campos, Campos, & Vitral, 2008; Yassen, Platt, & Hara, 2011). Apesar disto, a atual evidência científica não é clara quanto a esta substituição. Contudo, apesar da comparação das propriedades de cada um carecerem de informação, esta alternativa é amplamente aceitável (Comar et al., 2012; Soares et al., 2016).

No contexto científico, as possíveis diferenças morfológicas e químicas devem ser consideradas quando os resultados são extrapolados para condições clínicas (Comar et al., 2012).

Vários estudos demonstraram que a estrutura do esmalte bovino revela uma significativa similaridade com as amostras humanas. Nogueira et al., (2014) descreveram a ultraestrutura do esmalte dentário de bovino através de microscopia eletrónica de varrimento e determinaram a concentração dos elementos presentes neste tecido. Para além disso, estabeleceram e compararam os valores da microdureza e da rugosidade entre espécimes bovinos e humanos. Este estudo, à semelhança de outros, concluiu que a arquitetura ultraestrutural do esmalte bovino e possui similaridades com a do esmalte humano, no que concerne a observações realizadas na porção média e superficial do esmalte. As concentrações dos elementos Ca, P e O foram próximas. Não foram observadas diferenças estatísticas das amostras nos testes de microdureza e rugosidade, à excepção da rugosidade do esmalte (Nogueira et al., 2014).

O padrão das doenças orais tem sido influenciado por mudanças constantes no estilo de vida das pessoas. O desgaste dentário, especialmente a erosão, tem ganhado cada vez mais a atenção como responsável por alterações da estrutura dentária, com impactos negativos no dia-a-dia dos pacientes (Wang & Lussi, 2010).

1.2 Desgaste Dentário

O termo desgaste dentário é, usualmente, usado para descrever a perda de tecido duro do dente por razões não cariogênicas, envolvendo uma variedade de processos mecânicos e químicos (West & Joiner, 2014).

Este processo pode ser dividido em subtipos como o desgaste mecânico (abfração, atrição e abrasão) e desgaste químico (erosão). Tanto a abfração como a atrição são o resultado do contacto, funcional ou parafuncional, entre os dentes da arcada inferior com a superior. O que as distingue é a forma com que ocorrem justificando, consequentemente, diferentes padrões de desgaste. Também considerado um processo mecânico é a abração, esta é provocada pelo contacto de objetos extrínsecos à cavidade oral, como por exemplo a escova utilizada na higiene oral. Ao contrário destes, a erosão, resulta de processos químicos causados por ácidos extrínsecos ou intrínsecos, sem influência bacteriana (Lussi, 2006; West & Joiner, 2014; Wetselaar & Lobbezoo, 2016).

Todos esses fatores, em maior ou menor grau, ocorrem na dentição podendo atuar sob a forma de diversas interações, em sincronia ou de forma sequencial, aditiva ou sinergicamente (Lussi, 2006; West & Joiner, 2014). Estas interações contribuem fortemente para o padrão de desgaste observado clinicamente. Contudo, existe consenso de que as interações entre a erosão e os processos de desgaste mecânico são as mais importantes *in vivo* (Shellis, Featherstone, & Lussi, 2014).

1.3 Erosão Dentária

À semelhança das lesões de cárie, a erosão, resulta da ação de ácidos na estrutura dentária. Contudo, uma das características que as distingue é a origem desses ácidos. Por um lado, a lesão de cárie surge a partir de produtos provenientes do metabolismo das bactérias da flora oral. Ao passo que, na erosão, os agentes etiológicos provêm de fontes extrínsecas, como por exemplo os alimentos e bebidas, e intrínsecas como o refluxo esofágico (Branco et al., 2008; Wang & Lussi, 2010; West & Joiner, 2014).

Estruturalmente, as lesões de cárie são caracterizadas por uma desmineralização parcial da superfície na qual o corpo da lesão se encontra coberto por uma camada superficial intacta. Em contraste, a erosão dentária é caracterizada pelo amolecimento inicial da superfície e subsequente perda de material e volume (Fig. 2) (Wang & Lussi, 2010).

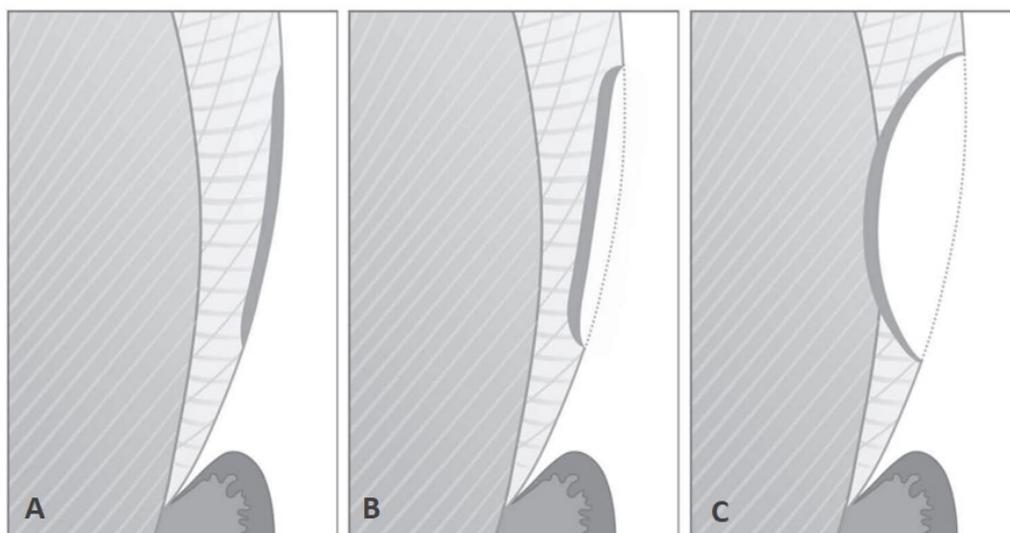


Fig. 2. Ilustração dos diferentes estágios do processo de erosão: (A) amolecimento do esmalte sem perda de substância, (B) com perda de substância e (C) com atingimento da dentina. Adaptado de (Schlueter, Jaeggi, & Lussi, 2012).

Por definição, a erosão dentária é um processo químico que envolve a perda gradual do tecido duro do dente, devido à acção de ácidos de origem não bacteriana (Ionta et al., 2014; Seong et al., 2015).

1.3.1 Aspectos Histológicos e Químicos da Erosão

O processo erosivo ocorre sobretudo pela presença de iões de hidrogénio no meio, provenientes de fontes acídicas (Shellis, Featherstone, & Lussi, 2014). Estes iões, quando entram em contacto com a estrutura dentária ligam-se ao cálcio e ao fosfato dos cristais de HAp e removem-nos da superfície do dente (Fig. 3) (Neel et al., 2016).

Inicialmente considera-se que ocorre apenas uma dissolução parcial dos cristais, capaz de atingir um estado estacionário, pois, presumivelmente, o avanço da desmineralização é equilibrado pela perda de mineral. À medida que o mineral é dissolvido, os iões de hidrogénio vão sendo consumidos, o que aumenta o pH e a concentração de iões OH^- . Desta forma, a solubilidade do mineral diminui, a solução fica saturada em relação ao mineral do esmalte e a dissolução cessa (Shellis, Featherstone, & Lussi, 2014).

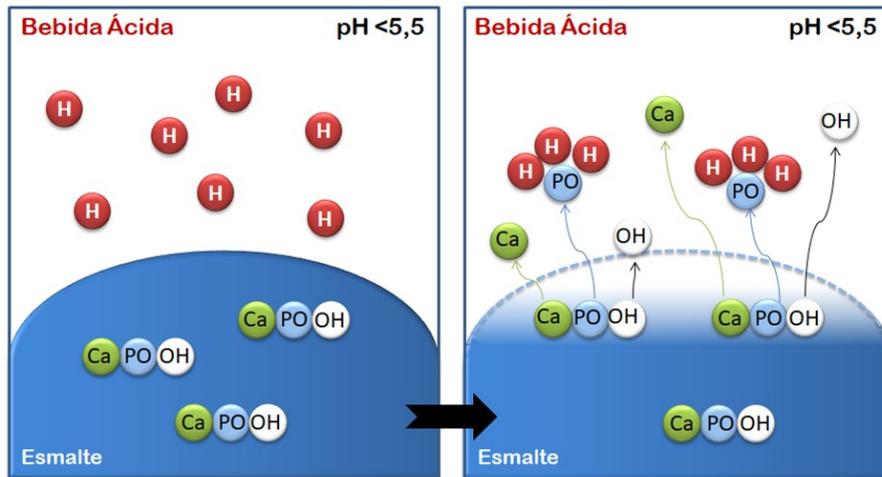


Fig. 3. Desmineralização do esmalte.

Adaptado de (Magalhães, Wiegand, Rios, Honório, & Buzalaf, 2009).

A desmineralização erosiva do esmalte, inicialmente, causa um aumento da rugosidade e a estrutura dentária adquire um padrão irregular, semelhante ao do condicionamento ácido. Se o impacto do ácido persistir, ocorre uma maior perda mineral, sendo que, a superfície remanescente continuará a apresentar uma desmineralização parcial. A estrutura superficial do esmalte erodido corresponde mais ou menos a um padrão tipográfico típico (Fig. 4) A perda parcial de mineral na superfície resulta na diminuição da dureza caracterizada por uma camada amolecida (Lussi, Schlueter, Rakhmatullina, & Ganss, 2011; Wang & Lussi, 2010).

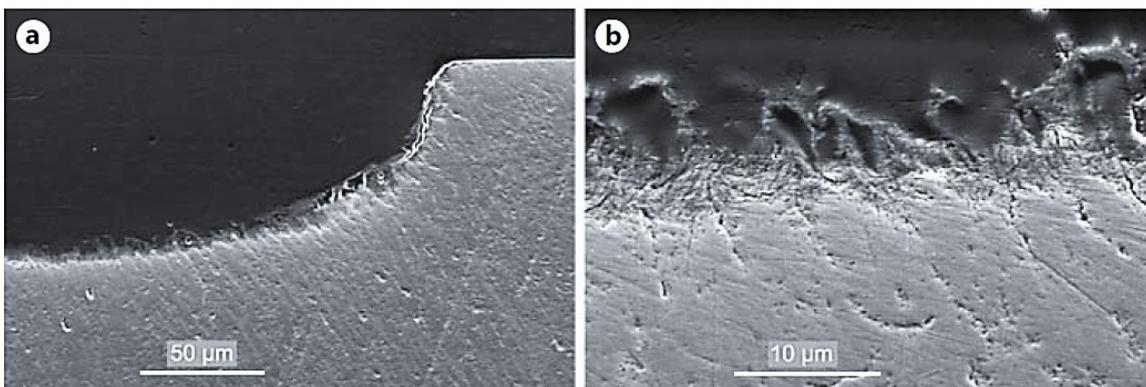


Fig. 4. Imagens de microscopia eletrônica de varredura de esmalte erodido. (a) Perda de substância distinta e a presença de uma camada fina, parcialmente desmineralizada. (b) Observa-se a mesma superfície, numa ampliação maior. Adaptado de (Lussi, Schlueter, Rakhmatullina, & Ganss, 2011).

A evolução deste desgaste depende da interação entre as características do desafio, da variabilidade biológica do ambiente intra-oral e do comportamento do indivíduo (Seong et al., 2015).

1.3.2 Etiologia e Fatores de Risco

A erosão dentária é uma condição multifactorial e por essa razão, possui uma etiologia complexa. Ao longo do tempo, factores biológicos, comportamentais e químicos interagem com a superfície do dente, e dependendo do seu equilíbrio, pode existir uma progressão da erosão ou até mesmo uma protecção (Fig. 5) (Lussi, Schlueter, Rakhmatullina,, & Ganss, 2011; Wang & Lussi, 2010). Para entender a ocorrência das lesões erosivas, é necessário conhecer as diferentes causas etiológicas e as suas interações (Jaeggi & Lussi, 2014).

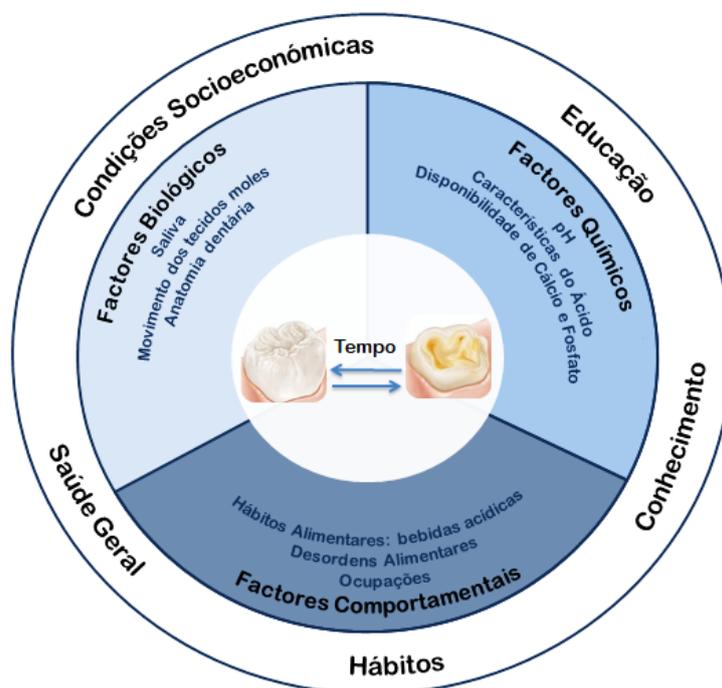


Fig. 5. Interações dos diferentes fatores de risco do desgaste dentário erosivo
Adaptado de (Lussi, 2006).

1.3.2.1 Fatores Químicos

O pontencial erosivo de um ácido é determinado pelas suas propriedades físico-químicas, tais como o valor de pH, a concentração dos iões de cálcio, fosfato e flúor, e as características do ácido, como a capacidade de tampão e de adesão das substâncias potencialmente erosivas. Estes factores determinam o grau de saturação do meio em relação aos minerais do esmalte e podem ditar a sua dissolução (Lussi, 2006; Wang & Lussi, 2010).

Qualquer substância com pH inferior ao crítico pode ter a capacidade de dissolver os cristais de hidroxiapatite (Branco et al., 2008). Além do pH, esta dissolução depende da capacidade do ácido em manter o pH abaixo do crítico aquando da sua solubilização no meio e diluição na saliva, isto é, a sua capacidade tampão (Lussi, 2006; Wang & Lussi, 2010).

Um baixo grau de saturação leva à desmineralização da superfície, que pode ser seguida de um aumento do pH devido aumento do teor de iões minerais na camada adjacente à superfície do dente. Quando esta camada se torna saturada em relação ao mineral dentário e a desmineralização cessa (Branco et al., 2008; Wang & Lussi, 2010).

1.3.2.3 Fatores Biológicos

Um bom indicador clínico das suas propriedades protetoras é o fluxo salivar, uma vez que, existe um desequilíbrio na dinâmica de desmineralização e remineralização, quando este é comprometido (Walsh, 2009). Mesmo antes do desafio erosivo, o aumento deste fluxo em resposta ao estímulo é uma das características que torna este fluido tão importante. A saliva cria, portanto, um cenário favorável que melhora a capacidade tampão e promove a diluição dos ácidos. É responsável pela formação de uma membrana protetora que cobre a superfície do dente, a película aderida (Fig. 6) reduzindo a taxa de desmineralização e promove a remineralização, uma vez que, fornece componentes salivares, como cálcio, fosfato e flúor, que permitem a reposição dos minerais perdidos na fase inicial da erosão (Hara & Zero, 2014; Ionta et al., 2014).

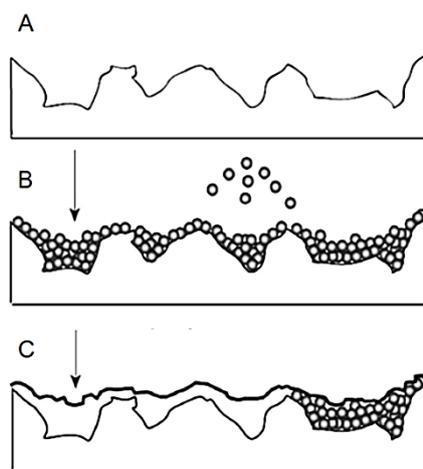


Fig. 6. Efeito da saliva na superfície do esmalte: **A** - Superfície de Esmalte Erodido. **B** - Adesão de proteínas salivares e formação da película aderida. **C** - Regularização da superfície inicial erodida.

Adaptado de (Lussi, Schlueter, Rakhmatullina, & Ganss, 2011).

1.3.2.1 Fatores Comportamentais

A literatura associa, normalmente, a exposição de ácidos endógenos e exógenos à erosão, contudo, sabe-se que a sua manifestação clínica pode ser modificada por fatores comportamentais. O fator comportamental mais importante é dieta, que inclui o consumo de alimentos e bebidas acídicas. Outros fatores, como a higiene oral, exagerada e/ou com dentífricos abrasivos, a medicação ou o uso excessivo de produtos de branqueamento dentário podem ter um papel a ter em conta no desgaste dentário. Estes fatores também podem ser influenciados pelo nível socioeconómico (Lussi, Schlueter, Rakhmatullina, & Ganss, 2011; Lussi, 2006).

Os produtos ácidos que ingerimos, provenientes da dieta, juntamente com certos tipos de atividade, como os trabalhos determinadas indústrias, enólogos ou a prática desportiva são considerados fontes acídicas "extrínsecas" ou "exógenas" (Johansson, Omar, Carlsson, Johansson, 2012; Ranjitkar, Kaidonis, Smales, 2012). Por outro lado, os ácidos de fontes "intrínsecas" envolvem o efeito dos ácidos gástricos presentes no conteúdo estomacal. Este atinge a cavidade oral como resultado do seu movimento retrógrado, desde o estômago até à boca (Lussi, 2006; West & Joiner, 2014).

Existem várias condições que podem estar associadas a este movimento, podendo ser voluntário ou involuntário, este último associado muitas vezes à doença do refluxo gastro esofágico. Algumas das causas voluntárias identificadas são a regurgitação, o alcoolismo crónico e os distúrbios alimentares, como a anorexia e a bulimia (Branco et al., 2008; Hermont et al., 2014; Ranjitkar, Kaidonis, & Smales, 2012). Indivíduos que apresentem refluxo gástrico apresentam um risco maior de desenvolver erosão. Nestas situações, é possível reconhecer a importância de um diagnóstico precoce (Holbrook, Furuholm, Gudmundsson, Theodórs, & Meurman, 2009).

1.3.3 Diagnóstico

No contexto da erosão, é importante que exista um diagnóstico atempado do desgaste dentário. Os fatores referidos devem, portanto, ser explorados pelos Médicos dentistas de modo a gerir o seu início, severidade e progressão (Wetselaar & Lobbezoo, 2016).

Para além do diagnóstico, uma avaliação do risco deve fazer parte da abordagem, envolvendo o despiste de hábitos alimentares, frequência, tipo e quantidade de consumo

de ácido, consumo de bebidas esportivas e ocupacionais, regimes de higiene bucal, taxa de fluxo salivar, sintomas de refluxo gastro esofágico e distúrbios alimentares (West, Joiner, 2014).

Para que se possa fazer uma decisão clínica correta é necessário quantificar a severidade da erosão, bem como, a sua evolução (Johansson, Omar, Carlsson, & Johansson, 2012). Para tal, existem inúmeros índices que permitem ao clínico registrar as alterações provocadas pela erosão. Contudo, estes podem variar no tipo de avaliação, escala, escolha de dentes entre outros. Estas variações, assim como a complexidade de alguns, significa que continuam a ser uma ferramenta de pesquisa de relevância limitada. Para além disso, não existem métodos convenientes e simples, para médicos dentistas generalistas, que registem o nível de desgaste erosivo (Bartlett, Ganss, & Lussi, 2008).

No sentido de simplificar a identificação do desgaste erosivo, foi criado desenvolveram um índice baseado num sistema de pontuação, o *Basic Erosive Wear Examination* (BEWE). As superfícies afetadas em cada sextante são registadas com uma pontuação de quatro níveis e o seu somatório corresponde a uma classificação. Trata-se, portanto, de uma ferramenta simples, reproduzível e de utilidade, não só, académica, como também, na prática clínica diária (Bartlett et al., 2013).

Neste sentido, foi desenvolvida uma Guideline denominada *Tooth Wear Evaluation System* (TWES), que ajuda na identificação das lesões, propõe uma classificação e estabelece um plano de tratamento (Wetselaar & Lobbezoo, 2016).

1.3.3.1 Classificação

Após a qualificação e quantificação adequada e precisa da erosão, é possível classificar o desgaste dentário. Os padrões da superfície são característicos e pode-se distinguir com base na sua distribuição (localizada ou generalizada), na sua gravidade (leve, moderada, grave ou extrema) e na sua origem (mecânica ou química e intrínseca ou extrínseca) (Wetselaar & Lobbezoo, 2016). Alguns sinais podem ser facilmente evidentes em estágios iniciais. Consequentemente, foi proposta uma nova classificação, a classificação da erosão clínica anterior (ACE), foi proposta para fornecer aos clínicos uma ferramenta prática para avaliar o estado dentário de cada paciente e posteriormente relacioná-lo com o tratamento adequado (Vailati, 2010).

1.3.4 Manifestações Clínicas

Embora a erosão tenha uma etiologia multifatorial, não existe evidência científica de que as manifestações clínicas variem de acordo com a causa (Holbrook, Furuholm, Gudmundsson, Theodórs, & Meurman, 2009). Contudo, o aspecto palatino dos dentes maxilares anteriores parecem ser normalmente a região mais afetada da dentição, em particular em pacientes com etiologia intrínseca. Por outro lado, pacientes expostos a ácidos extrínsecos sofrem maior erosão nas superfícies vestibulares e oclusais dos dentes anteriores maxilares. Num estágio inicial, a destruição provocada pelo ácido pode ser muito subtil e, portanto, difícil de identificar. Frequentemente, nesta fase, os pacientes não apresentam sinais de sensibilidade dentária, mesmo quando existe exposição da dentina (Vailati, 2010).

Os primeiros sinais da erosão dentária caracterizam-se por diminuição do brilho do esmalte, aspeto amarelado, resultante da diminuição da espessura da camada de esmalte, polimento das superfícies dentárias atingidas e ausência de placa clinicamente observável (Fig. 7) (Branco et al., 2008).



Fig. 7. Vista oclusal (à esquerda) e frontal (à direita) do desgaste erosivo inicial, num paciente jovem com bulimia. Perda de anatomia ao nível do cingulo e do bordo incisal. Adaptado de (Vailati, 2010).

Em estágios mais avançados, alterações significativas da estrutura dentária ocorrem quando a severidade ou a duração do desafio erosivo aumenta, sendo mais fácil de distinguir (Johansson, Omar, Carlsson, & Johansson, 2012). Neste caso, as sequelas da erosão dentária podem incluir a erupção compensatória dos dentes erodidos, a formação de diastemas, a alteração da dimensão vertical de oclusão, dor muscular provocada pela instabilidade oclusal e disfunção da articulação temporomandibular (Branco et al., 2008).

Na presença de restaurações em amálgama é possível observar um padrão característico do desgaste erosivo. As superfícies encontram-se polidas e mais elevadas em relação à superfície do dente (Fig. 8) (Branco et al., 2008).



Fig. 8. Aspeto da erosão em dentes posteriores com restaurações em amálgama, polidas e com margens elevadas em relação ao dente. Adaptado de (Branco et al., 2008).

Durante a vida, é inevitável que determinados agentes erosivos entrem em contacto com os dentes. Portanto, é fundamental, não só, o diagnóstico precoce, como também, a implementação de estratégias adequadas à prevenção da erosão (Lussi, Schlueter, Rakhmatullina, & Ganss, 2011).

1.4 Medidas Preventivas

As estratégias preventivas desempenham um papel fundamental, não só, na diminuição do desgaste erosivo, como também, no sucesso do tratamento restaurador. O principal objetivo destas medidas visa, não só reduzir a exposição aos ácidos, como aumentar a resistência ao desgaste erosivo (Wang & Lussi, 2010).

Numa primeira análise, o médico dentista deve tentar identificar os possíveis fatores de risco de maneira a que possa atenuar, ou até mesmo eliminar, a sua ação através de recomendações e medidas preventivas. A identificação desses fatores passa, não só pela comunicação entre médico e paciente, como pela aplicação inquéritos de modo a que, desde cedo, se possa promover uma mudança de estilo de vida, através do aconselhamento. Em qualquer caso deve ser feito um acompanhamento, dependendo da severidade da erosão, utilizando moldes, fotografias ou índices (Milosevic, 2017).

Apesar disto, a erosão não pode ser impedida totalmente, como tal, mais estudos são necessários para que se desenvolvam agentes com melhores capacidades protetoras (Magalhães, Wiegand, Rios, Honório, & Buzalaf, 2009).

1.4.1 Remineralização

O termo “remineralização” foi descrito como um ganho de mineral como resultado da sua precipitação na superfície do esmalte. Neste contexto, a remineralização é definida como o processo em que os íons de cálcio e fosfato são fornecidos, a partir de uma fonte externa, ao dente para que ocorra a sua deposição em zonas livres dos cristais, no esmalte desmineralizado, resultando num ganho mineral (Cochrane, Cai, Huq, Burrow, & Reynolds, 2010).

Uma das condições ideais da remineralização é referente ao papel da saliva, como foi descrito anteriormente na etiologia da erosão sendo que a composição salivar deve estar saturada em íons de cálcio e fosfato (Goswami, 2016).

A capacidade da saliva para remineralizar os cristais de esmalte desmineralizado decorre da biodisponibilidade e da capacidade de fornecer íons de cálcio e fosfato. A pH fisiológico, a saliva estimulada e não-estimulada está supersaturada em relação à maioria das fases sólidas de cálcio. No entanto, a precipitação de fases de fosfato de cálcio na saliva normalmente não ocorre, devido à presença de proteínas salivares, particularmente estaterinas e fosfoproteínas ricas em prolina, uma vez que, essas proteínas ligam-se aos íons e impedem a sua precipitação (Cochrane, Cai, Huq, Burrow, & Reynolds, 2010).

A remineralização é, portanto, um processo de reparação pelo qual os íons de cálcio e fosfato são fornecidos ao dente, a partir de uma fonte externa, de modo a promover a deposição desses elementos em zonas de remanescente cristalino, isto é, esmalte desmineralizado (Goswami, 2016; Walsh, 2009).

Na última década, houve um crescente interesse na procura de novas tecnologias de remineralização do esmalte ou mesmo na dessensibilização da dentina exposta (Walsh, 2009). Contudo, as características ideais de um agente de remineralização parecem contrastar com os materiais e tecnologias disponíveis (Goswami, 2016).

1.4.2 Compostos de Flúor

Os benefícios do uso de fluoretos tópicos numa ampla variedade de formulações e métodos de aplicação são universalmente aceites pela comunidade odontológica, científica e prática (Zero, 2006).

Em situações de prevenção, mesmo se sem sintomatologia, a aplicação de flúor é uma estratégia amplamente utilizada. No entanto, a sua eficácia é ainda controversa no que diz respeito ao seu mecanismo de ação no controlo da erosão dentária. Isto porque, apenas uma fina camada superficial, parcialmente desmineralizada, continua a fornecer estrutura para que a remineralização possa ocorrer (Ramos-Oliveira et al., 2017).

O flúor funciona principalmente através de mecanismos tópicos que incluem a inibição da desmineralização a partir da superfície do dente, melhora a remineralização na superfície do cristal e a inibe as enzimas bacterianas (Goswami, 2016).

1.4.3 Compostos de Estanho

Vários autores relataram o uso do ião Sn em diferentes apresentações, como soluções, pastas dentífricas, géis e vernizes. O mecanismo de ação dos produtos com Sn, depende, principalmente, da sua deposição na superfície do dente, relativamente menos suscetível à dissolução. A sua possível incorporação no esmalte forma uma camada estável e "protetora" que resulta numa superfície mais resistente ao ácido (Ramos-Oliveira, 2017), demonstrando assim que o desempenho deste ião tem um papel relevante na inibição do desgaste erosivo (Hooper et al., 2007).

Percebe-se, portanto, que várias estratégias preventivas podem ser aplicadas eficazmente quando existe uma perda inicial de mineral. Contudo, em situações mais severas as restaurações podem ser necessárias por razões estéticas ou para impedir a progressão das lesões (Schlueter, Jaeggi, & Lussi, 2012).

1.5 Tratamento Restaurador

A natureza multifatorial da erosão dentária cria desafios complexos à sua abordagem, uma vez que, o sucesso do tratamento pode estar comprometido pelo ambiente oral do paciente, que é constantemente modificado por fatores como a alimentação, a medicação, ou os hábitos diários (Al-Salehi, 2014).

A abordagem restauradora deve ter em conta a distribuição do desgaste dentário. Na tentativa de clarificar a descrição das estratégias restauradoras, distingue-se o desgaste erosivo em, anterior ou posterior, e localizado ou generalizado (Milosevic, 2017). Infelizmente, não existe nenhuma diretriz baseada na evidência que esclareça os clínicos de qual a terapia mais apropriada para cada caso. Contudo, é aconselhado o recurso ao enceramento de diagnóstico e a reabilitação em relação cêntrica (RC). Para além disso, deve ser considerada uma fase provisória de adaptação, com dispositivos removíveis (Muts, Pelt, Edelhoff, Krejci, & Cune, 2013).

Em casos de paciente jovens, é preferível optar por abordagens adesivas que preservem a estrutura dentária (Vailati, 2008). As vantagens das restaurações adesivas são a sua natureza conservadora do procedimento operatório em relação ao dente e aos tecidos periodontais. Menos tempo de consulta é necessário para o tratamento completo. Contudo, são necessários cuidados rigorosos na adesão deste tipo de restauração (Abduo, 2012). De um modo geral, existem duas abordagens restauradoras: as restaurações diretas e indiretas (Milosevic, 2017).

1.5.1 Restaurações Diretas em Resina Composta

O papel da Medicina Dentária na preservação e melhoria da saúde oral depende da constante evolução dos materiais restauradores. Dessa forma, a introdução da resina composta veio revolucionar a base do tratamento restaurador. Este material ganhou uma grande importância não só por mimetizar o dente natural e tornar a estética mais favorável. Tem também um impacto profundo na prevenção e reabilitação da condição oral (Anusivance, Phillips, Shen, & Rawls, 2012; Heymann, Swift, & Sturdevant, 2013). As restaurações em resina são muitas vezes uma opção de eleição (Al-Salehi, 2014), adequado na restauração do desgaste dentário (Muts, Pelt, Edelhoff, Krejci, & Cune, 2013). A expectativa futura destes materiais permitirá melhorar as suas características físicas, como a sua resistência à fratura, e o seu papel na adesão (Ferracane, 2011).

1.5.2 Estratégias Adesivas

O início da dentisteria adesiva deveu-se à introdução do conceito de condicionamento ácido por Buonocore. O objetivo principal das restaurações adesivas é alcançar um contacto íntimo entre os materiais restauradores e tecidos dentários (Sezinando, 2014).

Qualquer evento descrito como adesão é na verdade uma montagem que envolve um aderente, ou substrato, e a aplicação de um adesivo que criando uma interface, que muitas vezes, inclui duas ou mais interfaces (Marshall, 2010).

1.5.3 Adesão ao Esmalte

Após a preparação cavitária, a superfície fica coberta por uma camada de detritos, denominada smear-layer. Esta comporta-se como uma barreira física que reduz a permeabilidade. As estratégias adesivas contemporâneas interagem com esta camada, removendo-a ou tornando-a permeável (Sezinando, 2014).

A classificação atual dos adesivos diz respeito ao número dos passos que constituem o sistema (Bresci, 2008). Atualmente, as resinas compostas podem ser aderidas segundo três abordagens: em etch-and-rinse, sel-etch, e ainda através da técnica autoadesiva (Meerbeek et al., 2010; Sezinando, 2014).

À luz das principais desvantagens atribuídas a todos os adesivos, os adesivos convencionais de etch-and-rinse de 3 passos e os adesivos auto-condicionantes de 2 passos são ainda considerados o “Gold Standard” na prática clínica diária. Quando envolve esmalte, uma abordagem de etch-and-rinse é, definitivamente, a preferida, referindo que uma interação micromecânica parece ser suficiente em restaurações adesivas ao esmalte (Meerbeek, 2010).

1.6 Teste de Microdureza

Os testes de microdureza são, normalmente, usados no estudo das propriedades físicas dos materiais. Este método, simples e rápido, permite medir a dureza da sua superfície do esmalte através de técnicas de indentação, como por exemplo, o teste de Vicker's (Barbour & Rees, 2004; Chuenarrom, Benjakul, & Daosodsai, 2009).

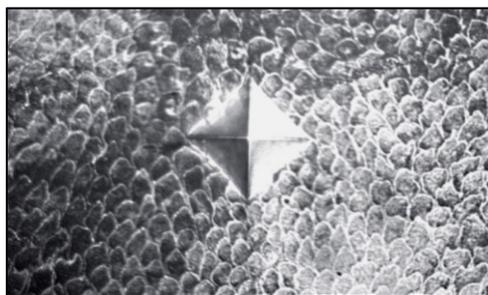


Fig. 9. Indentação da superfície de esmalte com o método de Vickers. Adaptado de (Gaalová, Galusková, Kovác, Kovác, & Galusek, 2016).

Este método consiste na extremidade de um diamante com dimensões específicas que, uma vez pressionada na superfície do dente, com uma determinada força e duração, cria uma conformação característica, como se pode ver na figura 9 (Barbour & Rees, 2004).

Posteriormente, de modo a calcular a dureza, neste caso de Vicker's (HV), são medidas as diagonais da indentação com o microscópio ótico incorporado (Chuenarrom, Benjakul, & Daosodsai, 2009). Por definição, o valor da dureza do esmalte é o quociente da força e da forma da indentação, através da média das duas diagonais (Herrmann, 2011).

1.7 Teste de Resistência Adesiva

Múltiplos métodos de teste são necessários para entender e melhorar o desempenho clínico dos materiais dentários; no entanto, um método de teste escolhido deve ser relativamente fácil de executar, repetível dentro e entre laboratórios e útil para prever resultados clínicos. Idealmente, a adesão às estruturas dos dentes deve proporcionar força remanescente, vedação marginal, ser relativamente simples para alcançar e ter durabilidade clínica. A realização de um método de ensaio padrão amplamente aceite, válido para testes de resistência adesiva entre dente e compósito é ainda um tema controverso. Contudo, o teste de força de adesiva por microtração é, atualmente, recomendado pelos autores como a melhor forma de medir a retenção dos materiais, em restaurações (Armstrong, 2017).

Remineralização de esmalte erodido com cloreto de estanho e a sua influência na adesão de restaurações diretas em resina composta

2. OBJETIVOS

Este trabalho de investigação teve como objetivos, a avaliação da capacidade de remineralização do esmalte erodido com um dentífrico contendo Cloreto de Estanho, e avaliar a influência da remineralização, nas forças de adesão de restaurações em resina composta.

2.1 Hipóteses

Hipóteses Nulas (0) / Hipóteses Alternativas (1)

H0: A microdureza relativa de esmalte erodido remineralizado com um dentífrico de cloreto de estanho **não difere** da microdureza de esmalte erodido não remineralizado, esmalte erodido remineralizado com um dentífrico de fluoreto de sódio e esmalte não erodido tratado com fluoreto de sódio.

H1: A microdureza relativa de esmalte erodido remineralizado com um dentífrico de cloreto de estanho **difere** da microdureza de esmalte erodido não remineralizado, esmalte erodido remineralizado com um dentífrico de fluoreto de sódio e esmalte não erodido tratado com fluoreto de sódio.

H0: As forças de adesão de restaurações diretas a esmalte erodido remineralizado com um dentífrico de cloreto de estanho são **iguais** às forças de adesão de restaurações diretas a esmalte erodido não remineralizado, a esmalte erodido remineralizado com fluoreto de sódio e esmalte não erodido tratado com fluoreto de sódio.

H1: As forças de adesão de restaurações diretas a esmalte erodido remineralizado com um dentífrico de cloreto de estanho **diferem** das forças de adesão de restaurações directas a esmalte erodido não remineralizado, a esmalte erodido remineralizado com fluoreto de sódio e esmalte não erodido tratado com fluoreto de sódio.

Remineralização de esmalte erodido com cloreto de estanho e a sua influência na adesão de restaurações diretas em resina composta

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Amostra - Seleção, Preparação e Armazenamento

Neste estudo *in vitro*, utilizaram-se 20 mandíbulas de bovino, provenientes do Matadouro Regional de Maфра das quais foram extraídos incisivos inferiores, através da utilização de um sindesmótomo, de uma alavanca e de um boticão.

Procedeu-se à seleção da amostra, tendo sido excluídos os dentes que apresentavam um grande desgaste, fraturas ou alterações morfológicas e selecionados os dentes hígidos, com superfícies amplas e planas como mostra a Fig. 10.

As amostras foram então armazenadas em cloramina tri-hidratada (1%) (Fig. 11), num frasco esterilizado de plástico com tampa (100ml), durante uma semana. Após este período, a solução foi trocada por água destilada, tendo os dentes sido armazenados a uma temperatura de 4°C (ISO/TS 11405: 2015).



Fig. 10. Incisivos inferiores de bovino.



Fig. 11. Cloramina Tri-hidratada (1%).



Fig. 12. Micrótomo de tecidos duros



Fig. 13. Máquina de polimento.

Posteriormente separou-se a coroa da raiz, no sentido vestibulo lingual, utilizando o Micrótomo de tecidos duros (Accutom-50, Struers, Dinamarca) (Fig. 12). Uma vez as amostras seccionadas, a câmara pulpar foi preenchida com resina composta.

De modo a uniformizar a superfície vestibular as amostras foram polidas na face vestibular com lixas SIC de grão 600 (Buehler® Ltd, Lake Bluff, IL, USA) numa máquina de polimento rotacional (LaboForce-1, Struers, Dinamarca) (Fig. 13). Após a padronização da superfície, as amostras foram colocadas novamente em água destilada e armazenadas a uma temperatura de 4°C (ISO/TS 11405: 2015).

3.2 Distribuição da Amostra e Desenho do Estudo

A amostra foi dividida aleatoriamente em 4 grupos (n=10) (Figura 14), usando a função “randbetween” do programa Excel (Microsoft Office 2016). Quanto ao desenho do estudo (Fig. 18), foi registada a microdureza de cada espécime para todos os grupos, antes do início do estudo. Após um dia de erosão (à exceção do grupo que não sofreu erosão) repetiu-se o teste de microdureza e, por fim, novamente, após 6 dias de erosão. Posteriormente, através da técnica *etch-and-rinse*, foram aderidas restaurações diretas em compósito a todas as amostras e testada a resistência adesiva.

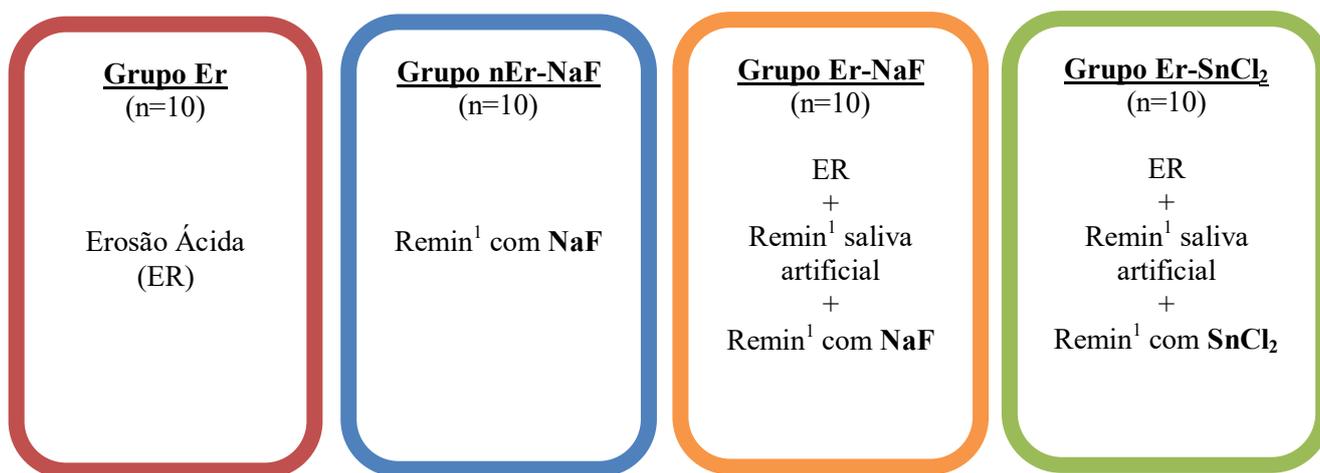


Fig. 14. Esquema da distribuição da amostra pelos respectivos grupos. 1 - Remin = Remineralização

As amostras foram numeradas, com uma caneta de acetato, na face palatina, sem interferir com a superfície a ser estudada, e separadas em frascos pelos respectivos grupos (Fig. 15).

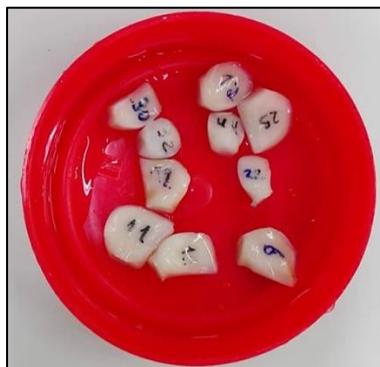


Fig. 15. Amostras de um grupo numeradas.

Grupo Er (n=10)

As amostras deste grupo sofreram apenas o protocolo de erosão ácida sem a ação de compostos remineralizantes, e armazenamento/remineralização residual em saliva artificial.

Grupo nEr-NaF (n=10)

Os 10 espécimes deste grupo foram apenas escovados com uma pasta de fluoreto de sódio (NaF) (Fig. 16), utilizada como controlo, sem sofrerem erosão. A sua composição encontra-se no anexo I.

Grupo Er-NaF (n=10)

Neste grupo, as amostras passaram tanto pelo protocolo de erosão como pelo de remineralização onde, à imagem do grupo anterior, se utilizou uma pasta de fluoreto de sódio (NaF). A sua composição encontra-se no anexo I.

Grupo Er-Teste (n=10)

Este grupo de estudo, passou também pela etapa de erosão e remineralização, apesar de esta ter sido feita com o dentífrico em estudo, contendo cloreto de estanho (SnCl_2) (Fig. 17), cuja composição se encontra no anexo II.

Remineralização de esmalte erodido com cloreto de estanho e a sua influência na adesão de restaurações diretas em resina composta



Fig. 16. Dentífrico de Fluoreto de Sódio (NaF).



Fig. 17. Dentífrico-teste com Cloreto de Estanho (SnCl₂).

3.3 Desenho do Estudo

Dia 1	Teste de Vickers a todos os grupos + Protocolo de Erosão aos grupos Er, Er-NaF e Er-SnCl ₂ + Teste de Vickers aos grupos Er, Er-NaF e Er-SnCl ₂
Dia 2-5	Protocolo de Erosão aos grupos Er, Er-NaF e Er-SnCl ₂ + Remineralização aos grupos nEr-NaF, Er-NaF e Er-SnCl ₂
Dia 6	Teste de Vickers a todos os grupos
Dia 7	Adesão de Restaurações Diretas
Dia 8	Corte das amostras em palitos + Testes de Microtração

Fig. 18. Distribuição dos ciclos de erosão e remineralização nos diferentes dias.

3.4 Protocolo de Erosão Ácida

Os grupos Er, Er-NaF e Er-SnCl₂, foram submetidos a um protocolo erosivo, simulando erosão dentária extrínseca com um refrigerante Sprite[®] (The Coca-Cola European Partners S. L. - Madrid; Espanha) (Fig. 19). Colocou-se as amostras de cada grupo durante 2 minutos num recipiente com 5 cm de diâmetro, contendo 25 ml da solução erosiva, a 4°C, sob agitação manual.



Fig. 19. Refrigerante Sprite[®], utilizado como agente erosivo.

De seguida, as amostras foram lavadas em água corrente durante 30 segundos e colocadas num recipiente com 10ml de saliva artificial produzida no laboratório de bioquímica do Instituto Superior Ciências da Saúde Egas Moniz, e guardadas numa estufa a 37°C até ao próximo período erosivo. A composição da saliva artificial encontra-se no anexo III. O grupo Er, foi submetido a 3 ciclos erosivos por dia, em intervalos de 3 horas, durante 5 dias. Os grupos Er-NaF e Er-SnCl₂ foram tal como o grupo Er, no primeiro dia submetidos a 3 ciclos erosivos com intervalos de 3 horas entre ciclos. Nos restantes 4 dias, estes grupos foram submetidos a 2 ciclos erosivos por dia, com um intervalo de 3 horas.

3.5 Protocolo de Remineralização

Após o primeiro dia, em que todos os grupos sofreram 3 ciclos erosivos, todos os grupos, à exceção do grupo de Er, foram remineralizados 1 vez por dia. As amostras foram colocadas num recipiente com uma suspensão de pasta e saliva artificial, numa proporção de 1:3, de maneira a cobrir a superfície do esmalte. Em seguida, procedeu-se à escovagem de cada amostra durante 15s com uma escova elétrica, colocada paralelamente à superfície da amostra. Por fim, lavaram-se as amostras em água corrente durante 30s e guardou-se num recipiente com 10ml de saliva artificial na estufa, até ao próximo período ciclo.

3.6 Teste de Microdureza

O teste de dureza de Vickers foi realizado na máquina HSV-30® (Shimadzu) (Fig. 20), com uma carga de 4,903 N durante 5 segundos. Foram realizadas 5 indentações a cada medição de dureza (Fig. 21).



Fig. 20. Máquina de teste de microdureza.

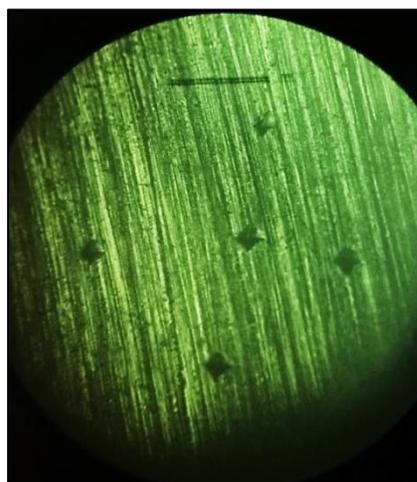


Fig. 21. Exemplo de indentações de uma das amostras.

3.7 Restaurações Diretas em Resina Composta

A todos os espécimes envolvidos no estudo foram aderidas restaurações diretas em resina composta Filtek™ Supreme XTE (3M ESPE, St.Paul, MN, USA) (Fig. 22).

O esmalte das faces vestibulares foi condicionado com ácido ortofosfórico a 37% durante 15 s, de seguida lavado com água durante 20 s e seco com o jacto de ar. De seguida aplicou-se durante 20 s, com um *microbrush* descartável, o adesivo Scotchbond™ Universal (3M ESPE, St.Paul, MN, USA) (Fig. 23). Colocou-se a resina na superfície do dente, com o auxílio de uma espátula angulada e fotopolimerizou-se durante 20 s cada face da restauração. Após a adesão das restaurações, os dentes foram armazenados num frasco com água destilada, numa estufa a 37°C durante 24 horas.



Fig. 22. Resina Composta utilizada Filtek™ Supreme XTE.



Fig. 23. Adesivo utilizado no estudo (Scotchbond™ Universal).

3.8 Formação de Palitos

Os dentes foram colados, pela face lingual, a um suporte de fixação. Este suporte foi colocado no micrótomo de tecidos duros que através da sua programação efetuou cortes múltiplos, a uma velocidade de 0,125 mm/min com espaçamento de $0,8\text{mm}\pm 0,2\text{mm}$ entre si.

Os cortes foram realizados no sentido transversal e longitudinal (Fig. 24), de forma a obter palitos com $0,9\pm 0,2$ mm. Por último, efetuou-se um corte único, paralelo ao suporte de fixação de modo a libertar os palitos obtidos.

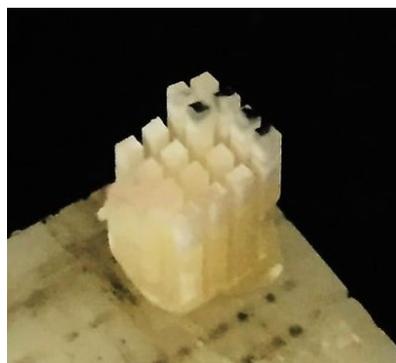


Fig. 24. Exemplo de uma amostra seccionada no sentido transversal e longitudinal.

3.9 Teste de Microtração

Os palitos obtidos foram colados em jig's de aço inoxidável, como mostra a figura 25, com uma cola de cianoacrilato.



Fig. 25. Palito colado no Jig, pronto a ser testado.

Posicionou-se o jig na máquina (Fig. 26 e 27) e programou-se o teste com uma velocidade de tração de 0,5mm/min. A força aplicada no momento da fratura (N) do palito foi dividida pela área da superfície aderida (mm^2) e obteve-se a força de adesão (μTBS), expressa em MPa.



Fig. 26. Máquina do teste de microtração.



Fig. 27. Jig posicionado na máquina de teste de resistência adesiva.

Após a fratura do palito, mediu-se a área de superfície aderida (X e Y em mm) com o auxílio de uma craveira digital (Fig. 28) e registou-se a força (kN) indicada no aparelho. De seguida, fez-se a análise da zona de fratura com o microscópio ótico e os tipos de fratura foram classificados segundo o esquema ilustrado na figura 29.



Fig. 28. Craveira digital.

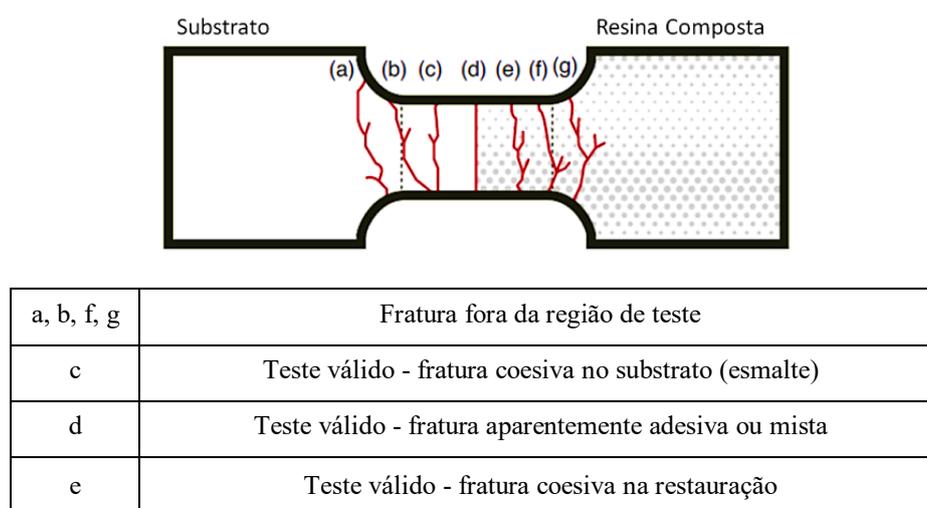


Fig. 29. Classificação do tipo de fratura após o teste de microtração.
Adaptado de (Armstrong, 2017).

3.10 Análise Estatística

Foram analisadas estatisticamente duas variáveis dependentes quantitativas: a “microdureza” (MD) e a “força adesiva” (FA). Para além destas duas variáveis testou-se também uma variável qualitativa, que diz respeito ao “tipo de fratura”. Como referência, para aceitar ou rejeitar a hipótese nula, estabeleceu-se um nível de significância em que $(\alpha) \leq 0,05$.

De modo a verificar a normalidade da distribuição dos valores obtidos, foram utilizados os testes de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk. Uma vez que, os resultados não apresentaram uma distribuição normal e não se verificou uma igualdade de variâncias entre os grupos, foram utilizados testes não-paramétricos.

Desta forma, o teste de Kruskal-Wallis foi utilizado para comparar os vários grupos, verificando-se uma diferença estatisticamente significativa entre os valores de MD inicial para os vários grupos ($p < 0.001$). Por esta razão foi utilizada a MD relativa MDr na restante análise estatística tendo sido calculada pela seguinte fórmula:

$MD_{relativa} = \left(\frac{MD_i}{MD_0} \right) \times 100$, em que MD_i é a MD no ponto t₁ ou t₂, e MD₀ é a MD inicial.

O teste de Friedman foi utilizado para comparar longitudinalmente os valores de MDr, utilizando o teste de Wilcoxon para comparações emparelhadas.

O teste do Qui-quadrado foi utilizado para testar a relação entre a percentagem de cada tipo de fratura ocorrido e os grupos de teste.

A análise estatística foi efetuada com o programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versão 23.0 para Windows (SPSS 23.0, IBM SPSS) e o programa EXCEL 2010 para Windows 10.

4. RESULTADOS

Os valores de MD foram medidos 3 vezes: no início do estudo MD₀ que se considerou t₀, no final do primeiro dia de erosão (apenas para os grupos erodidos) MD₁, que se considerou t₁ e no final do estudo MD₂, que se considerou t₂.

O valor de médio de MD₀ encontrado para todos os grupos foi de 410.3±133.9 VHN.

Na seguinte tabela encontram-se os valores de MD relativa para os grupos em t₀, t₁ e t₂.

Tabela 1. Valores de MDr (%) para os grupos de estudo em t₀, t₁ e t₂.

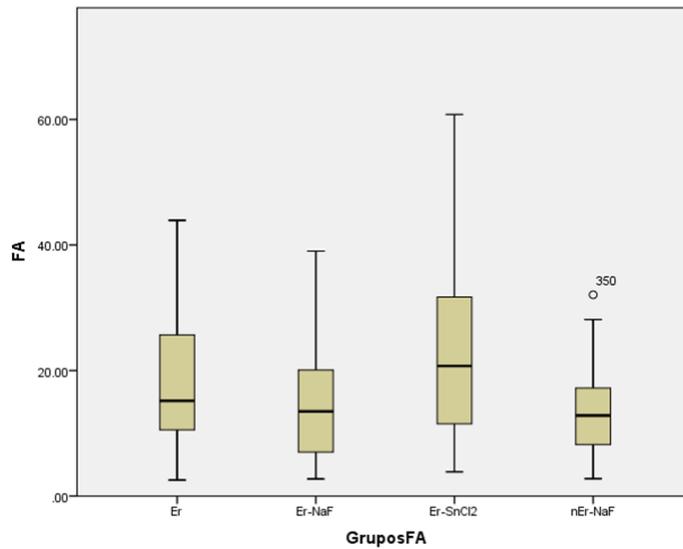
	t ₀	t ₁	t ₂
Er	100 ^a	106.85±46.39 ^a	90.17±29.41 ^b
Er-NaF	100 ^a	86.99±44.82 ^b	86.98±40.85 ^b
Er-SnCl₂	100 ^a	115.06±38.19 ^b	124.34±57.37 ^b
nEr-NaF	100 ^a	n.m.	125.91±66.56 ^a

O teste de Friedman mostrou para todos os grupos erodidos, diferenças estatisticamente significativas entre os valores de MDr em t₀, t₁ e t₂.

Para o grupo nEr-NaF, não se verificaram alterações significativas, sendo o valor final de MDr semelhante ao inicial (p=0.111).

Dos grupos erodidos, apenas o grupo Er-SnCl₂ conseguiu recuperar a MD inicial após os ciclos de erosão/remineralização, revelando um valor de MDr estatisticamente superior ao inicial (p=0.006). Os grupos Er e Er-NaF tinham em t₂ valores de MDr estatisticamente inferiores aos valores iniciais (p=0.008 e p=0.007, respetivamente).

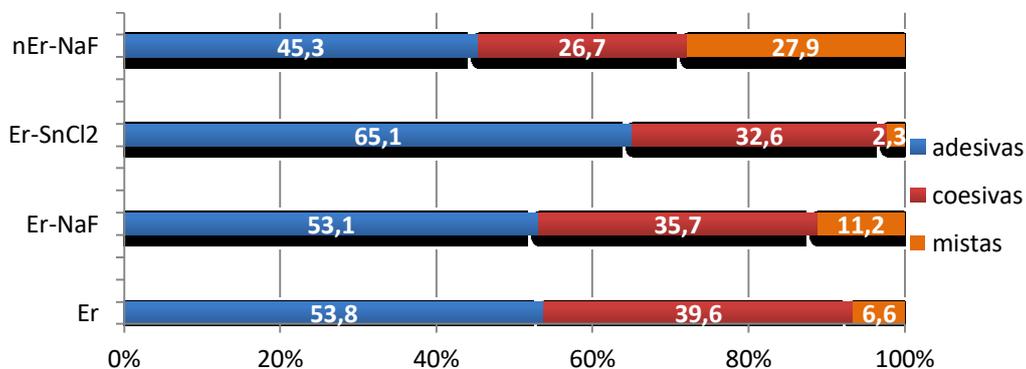
O gráfico abaixo mostra os valores de forças de adesão (FA) em MPa para os vários grupos.



Verificou-se uma diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p \leq 0.0001$). Comparações múltiplas revelaram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos: Er e nEr-NaF ($p=0.023$), nEr-NaF e Er-SnCl₂ ($p \leq 0.0001$) e, Er-NaF e Er-SnCl₂ ($p \leq 0.0001$). O grupo Er-SnCl₂ apresentou uma FA estatisticamente superior à dos restantes grupos, com exceção do grupo Er, para o qual não se encontrou diferença ($p=0.466$).

4.1 Tipo de Fractura

O gráfico abaixo, representa a percentagem de cada tipo de fraturas ocorridas em cada grupo.



A frequência de cada tipo de fratura foi analisada pelo teste de Qui-quadrado, tendo-se verificado que a distribuição do tipo de fratura é dependente do grupo de estudo ($p < 0.001$). As fraturas adesivas foram as mais prevalentes em qualquer dos grupos.

5. DISCUSSÃO

A prevalência do desgaste erosivo tem vindo a aumentar, especialmente nos jovens. A possível explicação para este facto poderá estar associada a mudanças nos hábitos nutricionais, assim como, do estilo de vida (Jaeggi & Lussi, 2014; Schlueter, Jaeggi, & Lussi, 2012). Para além da dieta, vários fatores interagem com a superfície dentária, e o seu equilíbrio tem uma influência relevante no padrão do desgaste erosivo (Lussi, Schlueter, Rakhmattulina, & Ganss, 2011).

A Medicina Dentária atual centra-se na preservação dos tecidos dentários, durante o maior tempo possível. De forma a evitar a sua degradação e, conseqüentemente, a perda de peças dentárias. Desta forma, é necessário um conhecimento cuidado da etiologia multifatorial da erosão dentária que permita fazer um diagnóstico precoce e aplicar medidas preventivas (Seong et al., 2015). Contudo, quando a perda de substância atinge um certo nível é necessária a uma intervenção reabilitadora da condição oral. Dependendo do grau de desgaste, o tratamento restaurador pode incluir compósitos, coroas, facetas ou, em casos mais graves, uma reabilitação oral mais complexa em que combinam várias técnicas restauradoras. Independentemente da estratégia aplicada deve ser respeitado o princípio da intervenção minimamente invasiva e portanto, a abordagem clínica deve consistir na prevenção e na utilização de materiais adesivos (Wang & Lussi, 2010).

Desta forma, a comunidade científica tem procurado testar novos produtos e métodos, quanto à sua eficácia, com especial atenção nos processos de desmineralização e remineralização (Li, 2014). Muitas vezes os resultados são tidos, preferencialmente, como preliminares. Uma vez que, carecem de mais evidência que comprovem os seus efeitos (Walsh, 2009). Neste contexto, os modelos *in vitro* têm sido úteis na avaliação dos processos envolvidos na erosão dentária. Contudo, não são capazes de replicar a cavidade oral e as suas características biológicas (Ionta et al., 2014 Karlinsey, Mackey, Blanken, & Schwandt, 2012). Para além disso, a desmineralização em condições *in vitro* é muito mais severa quando comparada com a condição *in vivo* (Ganss, Lussi, & Schlueter, 2014). Apesar disso, estudos clínicos em pacientes apresentam, ainda, contrariedades que carecem de métodos apropriados que sejam válidos na avaliação do desgaste erosivo *in vivo* (Huysmans, Chew, & Ellwood, 2011a).

O desenho deste estudo foi desenvolvido com o intuito de reproduzir, *in vitro*, da forma mais aproximada possível as condições clínicas. Contudo, outras considerações devem ser tomadas para que se possa comparar os resultados obtidos com estas condições.

Para prever o seu efeito erosivo, o método usado deve simular o que acontece *in vivo* quando a bebida é ingerida. Teoricamente, o potencial de um agente erosivo pode ser dependente do efeito imediato da bebida na superfície do dente, o tempo em que a bebida está presente na boca, o método de ingestão, o efeito protetor da saliva e a quantidade de bebida residual após o seu consumo (Jensdottir, T., Holbrook, P., B. Nauntofte, B., Buchwald, C., & Bardow, A., 2006). Estudos comparativos do potencial erosivo de 16 bebidas ácidas, demonstram que as propriedades como o pH, a titulação do ácido, a capacidade tampão estão relacionadas com o grau de saturação em relação à hidroxiapatita, tendo um impacto no potencial erosivo (Jensdottir, T., Bardow, A., & Holbrook, P., 2005). Por outro lado, pesquisas sugerem que o pH das bebidas disponíveis no Reino Unido e EUA não explicaram as diferenças no padrão da erosão clínica (Murrell, Marshall, Moynihan, Qian, & Wefel (2010).

Por outro lado, é conhecido o efeito protetor das proteínas salivares no potencial erosivo destes refrigerantes (Jensdottir, T., Holbrook, P., B. Nauntofte, B., Buchwald, C., & Bardow, A., 2006). Contudo, devido à natureza multifatorial da erosão são necessários mais estudos que esclareçam o papel da saliva (Hara & Zero, 2014), apesar de estudos terem demonstrado que o esmalte amolecido não é capaz de reverter essa desmineralização quando exposto ao ambiente oral. Desta maneira, o esmalte está vulnerável a forças abrasivas, como a escovagem dentária (Lussi, Schlueter, Rakhmattulina, & Ganss, 2011). Em estudos laboratoriais, a utilização de saliva natural é considerada ideal em estudos de erosão. Contudo, algumas limitações, como o tempo de recolha e a rápida decomposição, justificam a utilização de formulações artificiais alternativas. Isto deve ser considerado quando se pretende testar agentes remineralizantes, uma vez que, o seu efeito pode ser influenciado pela composição salivar (Ionta et al., 2014).

A utilização de incisivos de bovino é universalmente aceite pela comunidade científica nos estudos de força adesiva, uma vez que, produz resultados semelhantes e comparáveis aos de origem humana (Soares et al., 2016). Esta opção justifica-se, também, pela facilidade de recolha em grandes quantidades, apresentarem boas

condições e uma composição uniforme (Yassen, Platt, & Hara, 2011). Apesar da comparação entre estes dois substratos carecer de literatura, o uso de espécimes bovinos como substituto é aceitável. Contudo, possíveis diferenças morfológicas e químicas devem ser consideradas quando os resultados são extrapolados para condições clínicas (Comar et al., 2012; Laurance-Young et al., 2011).

Para determinar alterações na dureza da superfície do esmalte erodido são normalmente utilizadas técnicas de indentação. Os testes de microdureza permitem determinar a desmineralização, associada ao enfraquecimento do esmalte. O baixo custo, a evolução da técnica e o facto de possibilitar a comparação com medidas de desgaste erosivo são vantagens da sua utilização (Lussi, 2006). No entanto, esta, bem como qualquer técnica laboratorial, requer experiência do operador. As indentações provocam deformações no material testado, que podem levar a erros quando não se respeita, por exemplo, a devida distância entre as medições. Erros inerentes à boa utilização da técnica podem justificar que, por vezes, alguns resultados saiam da norma expectável, tal como, o aumento da MDr nos grupos ER e Er-SnCl₂ em t1.

O papel flúor é bem conhecido na formação de camadas protetoras de fluoreto de cálcio (Wiegand & Attin, 2003). De um modo geral, a exposição diária ao flúor proporciona uma proteção básica contra a desmineralização (Ganss, Lussi & Schlueter, 2011) e apresenta uma capacidade remineralizante eficaz (Li, 2014). No contexto da erosão, estudos recentes indicaram que o efeito dos compostos fluoretados é, essencialmente, determinado pela sua natureza e modo de ação (Ganss, Neutard, von Hinckeldey, & Schlueter, 2010).

Pressupõe-se que, os dentífricos convencionais de NaF, tenham um potencial importante na redução da erosão, pela deposição de uma camada protetora na superfície que permanece após horas de aplicação (Hooper et al., 2007). Apesar disso, um estudo verificou que, mesmo após 10 dias de remineralização, ainda existia uma perda de 20-25% do valor de MD em relação à inicial (Strnad & Buka, 2014), que pode ser explicada pela eficácia limitada do NaF contra a abrasão (Ganss, Lussi, Grunau, Klimek, & Schlueter, 2011).

Existem, atualmente, vários produtos que contêm compostos promissores na proteção do esmalte contra os desafios erosivos. Revisões sistemáticas referiram que o estanho é,

provavelmente, o composto mais promissor (Schlueter et al., 2009). De acordo com algumas observações, as soluções à base de fluoreto de estanho parecem tornar o esmalte dentário relativamente mais resistente aos ácidos (Wiegand & Attin 2003, Ganss et al., 2008). Uma revisão da literatura referiu que várias pesquisas verificaram a sua eficácia, não só, na prevenção do desgaste erosivo, como também, na abrasão (Ganss, Lussi, Grunau, Klimek, & Schlueter, 2011). Um estudo *in situ*, concluiu que os dentífricos de fluoreto de estanho têm um papel na prevenção do desgaste (Huysmans et al., 2011b). Os resultados obtidos neste estudo mostraram que, dos grupos erodidos, o grupo que utilizou o composto de SnCl_2 , foi o único que teve a capacidade de remineralizar a superfície do esmalte. Um estudo utilizando um composto semelhante ao utilizado neste trabalho de investigação, verificou a redução da erosão após vários minutos de um desafio erosivo (Yu et al., 2010). Anteriormente, foi demonstrado que este potencial anti erosivo está relacionado com a incorporação do estanho na camada mais externa do esmalte. Esta camada funciona como uma barreira protetora do esmalte (Yu et al., 2010). Contudo, as soluções puras de SnCl_2 , sem flúor, apresentam um efeito moderado na proteção da erosão, semelhante ao dos compostos convencionais de NaF. Estas observações fazem acreditar que a combinação do estanho com o flúor possa ter um papel relevante no efeito anti erosivo (Schlueter et al., 2008).

Contrariamente ao composto de SnCl_2 , o grupo não erodido, remineralizado com o composto de NaF, não apresentou um aumento significativo da MDr. Isto pode ser explicado por evidências existentes que afirmam que dentífricos com estanho possam ser mais eficazes do que os convencionais contendo NaF. Relativamente à eficácia dos compostos de estanho foram demonstrados resultados superiores, que complementam as descobertas experimentais e as considerações teóricas sobre o seu potencial anti erosivo (Ramos-Oliveira et al., 2017; Ganss Lussi, Grunau, Klimek, & Schlueter, N, 2011).

Uma questão ainda em debate é se, o uso de produtos de higiene oral à base de estanho e/ou flúor antes da técnica adesiva, tem um impacto negativo na adesão da resina ao esmalte. Vários estudos investigaram o impacto da aplicação de soluções de fluoreto de sódio, após o ataque ácido, na adesão de restaurações em resina composta. No entanto, o efeito dos pré-tratamentos com estanho carece de investigação (Schlueter, Kimlek, & Ganss, 2013).

Recentemente, um trabalho foi desenvolvido com o intuito de perceber o efeito de um colutório oral de fluoreto de estanho na adesão de resina composta a dentina desmineralizada (Peutzfeldt, Koch, Ganss, Flury, & Lussi, 2013). Este método mostrou aumentar a força adesiva num grau significativamente maior do que quando utilizada uma solução de fluoreto de sódio. Motivado por estas observações, um estudo procurou determinar o efeito do pré-tratamento com cloreto de estanho na força adesiva entre compósito e dentina, tendo chegado à conclusão que a do composto de SnCl_2 teve uma influência benéfica na força adesiva entre compósito e dentina (Peutzfeldt, Koch, Ganss, Flury, & Lussi, 2013). Nesse sentido, este estudo procurou saber qual a influência da aplicação do cloreto de estanho na resistência adesiva das restaurações em resina composta a esmalte erodido, concluindo que, a sua aplicação apresentou características adesivas semelhantes às observadas nos restantes grupos, não influenciando a adesão, tal como no presente estudo.

Em todos os grupos a percentagem de fraturas adesivas foi superior à das restantes fraturas existentes. Comparativamente, Peutzfeldt et al., (2013) observou que o tipo de fratura mais comum foi a fratura adesiva quando a dentina desmineralizada foi tratada previamente com cloreto de estanho, mostrando que as fraturas mais prevalentes são as adesivas tanto para dentina como para o esmalte.

6. CONCLUSÃO

Concluiu-se que o agente remineralizante SnCl_2 tem a capacidade de remineralizar o esmalte erodido, não diminuindo as forças de adesão de posteriores restaurações em resina composta.

Desta forma rejeitou-se a primeira hipótese e nula, aceitando-se a primeira hipótese alternativa, uma vez que a microdureza do esmalte erodido remineralizado com cloreto de estanho foi diferente da encontrada para os restantes grupos.

No que diz respeito às segundas hipóteses, aceitou-se a hipótese alternativa também, uma vez que a FA do grupo tratado com SnCl_2 diferiu da dos grupos tratados com NaF, embora não tenha diferido da do grupo apenas erodido.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abduo, J., Lyons, K. (2012). Clinical considerations for increasing occlusal vertical dimension: a review. *Australian Dental Journal*, 57, 2-10.
- Al-Salehi, S. K. (2014). Restorative Management of Intrinsic and Extrinsic Dental Erosion. *The Journal of Indian Prosthodontic Society*, 14, 215–221.
- Anusavice, K. J., Phillips, R. W., Shen, C., Rawls, H. R. (2013). *Phillips' science of dental materials*. (12^o ed.). St. Louis, Mo: Elsevier/Saunders.
- Armstrong S., Breschi L., Özcan M., Pfefferkorn F., Ferrari M., Van Meerbeek B. (2017). Academy of Dental Materials guidance on in vitro testing of dental composite bonding effectiveness to dentin/enamel using micro-tensile bond strength (μ TBS) approach. *Dental Materials*, 33, 133-143.
- Barbour, M. E., Rees, J. S. (2004). The laboratory assessment of enamel erosion: a review, 32, 591-602.
- Bartlett, D., Ganss, C., Lussi, A. (2008). Basic Erosive Wear Examination (BEWE): a new scoring system for scientific and clinical needs, 12(1), 65-68.
- Bartlett, D., Lussi, A., West, N. X., Bouchard, P., Sanz, M., Bourgeois, D. (2013). ScienceDirect Prevalence of tooth wear on buccal and lingual surfaces and possible risk factors in young European adults. *Journal of Dentistry*, 41(11), 1007–1013.
- Batista, M. J., Lawrence, H. P., Rosário, L. (2014). Impact of tooth loss related to number and position on oral health quality of life among adults. *Health and Quality Of Life Outcomes*, 12(165), 1–10.
- Brading, M. G., Joiner, A., Kinane, D. F. (2009). Changes in oral health and condition with age. *International Dental Journal*, 59, 309–320.
- Branco, C., Valdivia, A., Soares, P., Fonseca, R., Fernandes Neto, A., Soares, C. (2008). Erosão dental: diagnóstico e opções de tratamento. *Revista de Odontologia da UNESP*, 37(3), 235-242.
- Campos, M. I. C., Campos, C. N., Vitral, R. W. F. (2008). O Uso de Dentes Bovinos como Substitutos de Dentes Humanos em Pesquisas Odontológicas: Uma Revisão da Literatura, 8(1), 127–132.
- Chuenarrom, C., Benjakul, P., Daosodsai, P. (2009). Effect of Indentation Load and

- Time on Knoop and Vickers Microhardness Tests for Enamel and Dentin. *Materials Research*, 12(4), 473-476.
- Chun, K. J., Choi, H. H., Lee, J. Y. (2014, Maio 14). Comparison of mechanical property and role between enamel and dentin in the human teeth. *Dental Biomechanics*, 5.
- Cochrane, N. J., Cai, F., Huq, N. L., Burrow, M. F., Reynolds, E. C. (2010). New Approaches to Enhanced Remineralization of Tooth Enamel. *Journal of Dental Research* 89(11):1187-1197.
- Comar, L. P., Gomes, M. F., Ito, N., Salomão, P. A., Grizzo, L. T., Magalhães, A. C. (2012). Effect of NaF , SnF₂ , and TiF₄ Toothpastes on Bovine Enamel and Dentin Erosion-Abrasion In Vitro. *International Journal of Dentistry*, 2012.
- Esfahani, k. S., Mazaheri, R., Pischevar, L. (2015). Effects of Treatment with Various Remineralizing Agents on the Microhardness of Demineralized Enamel Surface. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects*, 9(4), 239-245.
- Ferracane, J. (2011). Resin composite - State of the art. *Dental Materials*, 27, 29-38.
- Gaalová, P., Galusková, D., Kovác, J., Kovác, D., Galusek, D. (2016). Corrosion In Acidic Beverages and Recovery of Microhardness of Human Teeth Enamel, 60(2), 105-114.
- Ganss, C., Lussi, A., Grunau, O., Klimek, J., Schlueter, N. (2011). Conventional and Anti-Erosion Fluoride Toothpastes: Effect on Enamel Erosion and Erosion-Abrasion. *Caries Research*, 45, 581-589.
- Ganss, C., Lussi, A., Schlueter, N. (2014). The Histological Features and Physical Properties of Eroded Dental Hard Tissues. In A. Lussi C. Ganss (eds) *Erosive Tooth Wear*. Basel, Karger, 25, 99–107.
- Ganss, C., Neutard, L., von Hinckeldey, J., Klimek, J., & Schlueter N. (2010). Efficacy of a Tin/Fluoride Rinse: a Randomized in situ Trial on Erosion. *Journal of Dental Research* 89(11):1214-1218.
- Ganss C, Schlueter N, Hardt M, Schattenberg P, Klimek J (2008). Effect of fluoride compounds on enamel erosion in vitro - a comparison of amine, sodium and stannous fluoride. *Caries Research*, 42, 2-7.
- Goswami, S. (2016). Remineralize early demineralized enamel structure. *Journal of*

- Research in Dental Sciences*, 7:231–234.
- Hara, A. T., Zero, D. (2010). The Caries Environment: Saliva, Pellicle, Diet, and Hard Tissue Ultrastructure, *54*, 455-467.
- Hara, A. T., Zero, D. T. (2014). The Potential of Saliva in Protecting against Dental Erosion. In Lussi A., Ganss C. (eds): *Erosive Tooth Wear*. Basel, Karger, 25, 197-205.
- He, L., Swain, M. (2007). Influence of environment on the mechanical behaviour of mature human enamel. *Biomaterials*, 28, 4512-4520.
- He, L., Swain, M. V. (2008). Understanding the mechanical behaviour of human enamel from its structural and compositional characteristics. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 1, 18–29.
- He, L., Swain, M. V. (2009). Enamel - A functionally graded natural coating. *Journal of Dentistry*, 39, 596-603.
- Hermont, A., Oliveira, P., Martins, C., Paiva, S., Pordeus, I., Auad, S. (2014). Tooth Erosion and Eating Disorders : A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLOS ONE*, 9(11).
- Herrmann, K. (2011). *Hardness testing: Principles and applications*. Materials Park, Ohio: ASM International.
- Heymann, H., Swift, E. J., Ritter, A. V., & Sturdevant, C. M. (2013). *Sturdevant's art and science of operative dentistry*. St. Louis, Mo: Elsevier/Mosby.
- Holbrook, W., Furuholm, J., Gudmundsson, K., Theodórs, A., Meurman, J. (2009). Gastric Reflux is a Significant Causative Factor of Tooth Erosion. *Journal of Dental Research*, 88(5), 422–426.
- Hooper, A. M., Newcombe, R. G., Faller, R., Eversole, S., Addy, M., West, N. X. (2007). The protective effects of toothpaste against erosion by Orange juice: Studies in situ and in vitro. *Journal of dentistry*, 35, 476-481.
- Huysmans, M., Chew, H., Ellwood, R. (2011a). Clinical Studies of Dental Erosion and Erosive Wear. *Caries Research*, 45(1): 60-68.
- Huysmans, M., Jager, D., Ruben, J., Unk, D., Klijjn, C., & Vieira, A. (2011b). Reduction of Erosive Wear in situ by Stannous Fluoride-Containing Toothpaste. *Caries Research*, 45, 518-523.

- Ionta, F., Mendonça, F., de Oliveira, G., Alencar, C., Honório, H., Magalhães, A., Rios, D. (2014). In vitro assessment of artificial saliva formulations on initial enamel erosion remineralization. *Journal of Dentistry* 2, 175-179.
- Jaeggi, T., Lussi, A. (2014). Prevalence, Incidence and Distribution of Erosion. In A. Lussi C. Ganss, *Erosive Tooth Wear* (pp. 55-73). Basel, Karger.
- Jensdottir, T., Bardow, A., & Holbrook, P., (2005). Properties and modification of soft drinks in relation to their erosive potential in vitro. *Journal of Dentistry*, 33,569-575.
- Jensdottir, T., Holbrook, P., Nauntofte, B., Buchwald, C., & Bardow A. (2006). Immediate Erosive Potential of Cola Drinks and Orange Juices. *Journal of Dental Research*, 85, 226.
- Johansson, A., Omar, R., Carlsson, G. E., Johansson, A. (2012). Dental Erosion and Its Growing Importance in Clinical Practice : From Past to Present. *International Journal of Dentistry* , 2012.
- Karlinsey, R. L., Mackey, A. C., Blanken D. D., & Schwandt, C. S. (2012). Remineralization of Eroded Enamel Lesions by Simulated Saliva In Vitro. *The Open Dentistry Journal*, 6, 170-176.
- Laurance-Young, P., Bozec, L., Gracia, L., Rees, G., Lippert, F., Lynch, R. J. M., Knowles, J. C. (2011). A review of the Structure of Human and Bovine Dental Hard Tissues and their Physicochemical Behaviour in Relation to Erosive Challenge and Remineralisation. *Journal of Dentistry*, 39(4), 266–272.
- Li, X., Wang, J., Joiner, A., Chang, J. (2014). The Remineralisation of Enamel : a Review of the Literature. *Enamel Erosion - Advanced Mineralisation Technology*, 42, 12-20.
- Lussi, A., Ganss, C. (eds): *Erosive Tooth Wear*. Monogr Oral Sci. Basel, Karger, (2014) 25, 1-15.
- Lussi, A. (2006). Erosive Tooth Wear - A Multifactorial Condition of Growing Concern and Increasing Knowledge. In A. Lussi, *Dental Erosion* (pp. 1-8). Basel, Karger.
- Lussi, A., Schlueter, N., Rakhmattulina, E., Ganss, C. (2011). Dental Erosion - An Overview with Emphasis on Chemical and Histopathological Aspects. *Caries Research* 45(1), 2-12.

- Magalhães, A., Wiegand, A., Rios, D., Honório, H., Buzalaf, M. (2009). Insights into Preventive Measures for Dental Erosion. *Journal of Applied Oral Science*, 17(2), 75–86.
- Mann, A. B., Dickinson, M. E. (2006). Nanomechanics , Chemistry and Structure at the Enamel Surface. In Duckworth RM (Ed): *The Teeth and Their Environment*. Basel, Karger. 19, 105–131.
- Marshall, S., Bayne, S., Baier, R., Tomsia, A., Marshall, G. (2010). A review of adhesion science. *Dental Materials*, 26, 11-16.
- Mcguire, J. D., Walker, M. P., Dusevich, V., Wang, Y., Gorski, J. P. (2014). Enamel organic matrix : potential structural role in enamel and relationship to residual basement membrane constituents at the dentin enamel junction. *Conective Tissue Research*, 55(1), 33–37.
- Milosevic, A. (2017). Acid erosion: an increasingly relevant dental problem. Risk factors, management and restoration. *Primary Dental Journal*, 6(1), 37-44.
- Müller, F., Naharro, M., Carlsson, G. E. (2007). What are the prevalence and incidence of tooth loss in the adult and elderly population in Europe ? *Clin. Oral Impl. Res.*, 18(3), 2–14.
- Murrell, S., Marshall, T., Moynihan, P., Qian, F., Wefel J. (2010). Comparison of in vitro erosion potentials between beverages available in the United Kingdom and the United States. *Journal of Dentistry*, 38, 284-289.
- Muts, E., Pelt, H. V., Edelhoff, D., Krejci, I., Cune, M. (2013). Tooth wear : A Systematic Review of Treatment Options. *The Journal of Prosthetic Dentistry*.
- Neel, E., Aljabo, A., Strange, A., Ibrahim, S., Coathup, M., Young, A. M., Bozec, L., Mudera, V. (2016). Demineralization - Remineralization Dynamics in Teeth and Bone. *International Journal of Nanomedicine*, 11, 4743-4763.
- Nogueira, B., Fernandes, P., Paiva, A., Fagundes, N., Teixeira, F., Lima, R. (2014). Avaliação comparativa da ultraestrutura e propriedades físicas do esmalte bovino, bubalino e humano. *Pesq. Vet. Bras.*, 34(5):485-490.
- Peutzfeldt, A., Koch, T, Ganss, C., Flury, S., Lussi, A. (2013). Effect of tin–chloride pretreatment on bond strength of two adhesive systems to dentin. *Clin Oral Investig*, 18(2): 535-543.

- Ramos-Oliveira, T., Silva, C., Nunes, P., Turssi, C., Rechmann, P., Freitas, P. (2017). AmF/NaF/ SnCl₂ solution reduces in situ enamel erosion - profilometry and cross-sectional nanoindentation analysis. *Braz. Oral Res.*, 31, 1-9.
- Ranjitkar, S., Kaidonis, J., Smales, R. (2012). Gastroesophageal Reflux Disease and Tooth Erosion. *International Journal of Dentistr*, 2012, 479850.
- Schlueter, N., Hardt, M., Lussi, A., Engelmann, F., Kimlek, J., Ganss, C. (2009). Tin-containing fluoride solutions as anti-erosive agents in enamel: na in vitro tin-uptake, tissue-loss, and scanning electron micrograph study. *European Journal of Oral Science*, 117, 427-434.
- Schlueter, N., Jaeggi, T., Lussi, A. (2012). Is Dental Erosion Really a Problem ?. *Advance Dental Research*, 24(2), 68-71.
- Schlueter, N., Klimek, J., Ganss, C. (2013). Randomised in situ study on the efficacy of a tin/chitosan toothpaste on erosive-abrasive enamel loss. *Caries Research*, 47, 574-581.
- Seong, J., Virani, A., Parkinson, C., Claydon, N., Hellin, N., Newcombe, R., West, N. (2015). ScienceDirect Clinical enamel surface changes following an intra-oral acidic challenge. *Journal of Dentistry*, 43, 1013-20.
- Sezinando, A. (2014). Looking for the ideal adhesive - A review. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial*, 55(4): 194-206.
- Shellis, R., Featherstone, J., Lussi, A. (2014). Understanding the Chemistry of Dental Erosion. In Lussi A, Ganss C (eds), *Erosive Tooth Wear* (pp. 163-179). Basel, Karger.
- Soares, F., Follak, A., Rosa, L. da, Montagner, A., Lenzi, T., Rocha, R. (2016). Bovine tooth is a substitute for human tooth on bond strength studies: A systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *Dental Materials*, 32, 1385-1393.
- Strnad, G., Buka, I. (2014). Effect of acid erosion followed by remineralization process on microhardness of dental enamel. *Procedia Technology*, 12,308-315.
- Vailati, F., Belser, C. (2010). Classification and Treatment of the Anterior Maxillary Dentition Affected by Dental Erosion : The ACE Classification. *The International Journal of Periodontics Restorative Dentistry*, 30(6):559-571.
- Van Meerbeek B., Peumans M., Poitevin A., Mine A., Van Ende A., Neves A., De

- Munk J. (2010) Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes. *Dental Materials*, 26, 100-121.
- Walsh, J. (2009). Contemporary technologies for remineralization therapies : A review. *International Dentistry*, 11(6):34-46.
- Wang, X., Lussi, A. (2010). Assessment and Management of Dental Erosion. *Dent Clin North Am*, 54, 565–578.
- West, N., Joiner, A. (2014). Enamel mineral loss. *Journal of Dentistry*, 42(1): 2-11.
- Wetselaar, P., Lobbezoo, F. (2016). The tooth wear evaluation system : a modular clinical guideline for the diagnosis and management planning of worn dentitions. *Journal of Oral Rehabilitation*, 43;69-80.
- Wiegand, A., Attin, T. (2003) Influence of fluoride on the prevention of erosive lesions - a review. *Oral Health Prev Dent*, 1:245-253.
- Yassen, G., Platt, J., Hara, A. (2011). Bovine teeth as substitute for human teeth in dental research : a review of literature. *Journal of Oral Science*, 53(3):273-282.
- Yu, H., Wegehaupt, F. J., Zaruba, M., Becker, K., Roos, M., Attin, T., Wiegand, A. (2008). Erosion-inhibiting potential of a stannous chloride-containing fluoride solution under acid flow conditions in vitro. *Archives of Oral Biology*, 55, 702-705.
- Zero, D., Lussi, A. (2006). Dentifrices, mouthwashes, and remineralization/caries arrestment strategies. *BMC Oral Health*, 6(2):9.

Remineralização de esmalte erodido com cloreto de estanho e a sua influência na adesão de restaurações diretas em resina composta

8. ANEXOS

Anexo I

Composição do Dentífrico de NaF
Ingredientes Bicarbonato de sódio, Água, Glicerina, Álcool, Cocoamidopropil betaína, Extrato de <i>Karmeria Triandra</i> da Flôr de Echinacea Purpurea, , Aroma, Goma de xantana, Extrato de <i>Chamomilla Recutita</i> , Extrato de <i>Commrora Myrrha</i> , Fluoreto de Sódio, Sacarina de sódio, Benzoato de Sódio, Óleo de <i>Salvia Officinalis</i> , óleo de <i>Mentha Piperita</i> , Oléo de <i>Mentha de Arvensis Limonene</i> , Linalol, CI 77491

Anexo II

Composição do dentífrico de SnCl₂
Compostos Activos: Cloreto de estanho Fluoreto de Amina (Olaflur) Fluoreto de Sódio Quitosana (0.5%)
Quantidade de Flúor: 1400 ppm F ⁻ (700 ppm Flúor proveniente do fluoreto de amina, 700 ppm de F ⁻ proveniente do fluoreto de sódio)
Quantidade de Estanho: 3500 ppm Sn ²⁺ do Cloreto de Estanho

Anexo III



FICHA TÉCNICA DE LABORATÓRIO | Preparações
Versão: 17/07/2012 | Revisão: 01 | Código: IT/SA/APL/81

(identificação da designação da solução / meio de cultura)
Saliva artificial (FUSAYAMA / MEYER solution)
Versão mineral de saliva artificial para teste de materiais dentários

1 | Reagentes / matérias-primas / material

Designação	Quantidades / Concentrações
NaCl (S 6)	0.4g
KCl (P 31)	0.4g
CaCl ₂ · 1H ₂ O (39a) ou CaCl ₂ · 2H ₂ O ou CaCl ₂ anidro (39b)	0.795g 0.906g 0.684g
Na ₂ HPO ₄ · 2H ₂ O (Sodium Phosphate, dibasic) ou Na ₂ HPO ₄ anidro (VER NOTA)	0.69g 0.550g
Na ₂ S 9H ₂ O (S)	0.005g
Ureia	1g
acertar pH	(ver NOTA)
Água destilada	1000 ml

Anexo IV

Comissão de Ética



Proc. Interno nº 585

Ex.mo Senhor
João Pedro Campos

Monte de Caparica, 27 de setembro de 2017.

Ex.mo Senhor,

Venho comunicar-lhe que o Pedido de Parecer que submeteu à apreciação da Comissão de Ética da Egas Moniz, com o tema denominado "**Remineralização do esmalte dentário erodido com uma pasta de cloreto de estanho/fluoreto de amina e a sua influência na adesão de restaurações indiretas aderidas com resina composta aquecida**", foi aprovado por unanimidade.

Com os melhores cumprimentos,

A Presidente da Comissão de Ética da Egas Moniz


Prof.ª. Doutora Maria Fernanda de Mesquita