



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**AVALIAÇÃO DA MICROINFILTRAÇÃO MARGINAL
ASSOCIADA À ALTERAÇÃO DO TEMPO DE SECAGEM DO
FABRICANTE DE UM SISTEMA ADESIVO UNIVERSAL, COM
MARGENS EM ESMALTE E DENTINA**

Trabalho submetido por
Rita de Azevedo Paixão
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Setembro de 2019



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**AVALIAÇÃO DA MICROINFILTRAÇÃO MARGINAL
ASSOCIADA À ALTERAÇÃO DO TEMPO DE SECAGEM DO
FABRICANTE DE UM SISTEMA ADESIVO UNIVERSAL, COM
MARGENS EM ESMALTE E DENTINA**

Trabalho submetido por
Rita de Azevedo Paixão
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Prof. Doutor Pedro Melo Moura

e coorientado por
Mestre Inês Carpinteiro

Setembro de 2019

Um ano depois...
... por ser o seu Retrato

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Doutor Pedro Melo Moura, por toda a atenção e tempo dispensados desde o primeiro mail, por toda a compreensão e dedicação, por me ter incentivado a melhorar e por me ter ajudado a construir um trabalho de que me orgulho muito.

À minha coorientadora, mestre Inês Carpinteiro, pela motivação que me passou na clínica, por toda a sua sabedoria e simpatia, por toda a ajuda nesta jornada e por me ter mostrado o melhor da dentisteria.

Aos meus professores e ao Instituto Universitário Egas Moniz, por me terem recebido tão bem, por me darem a oportunidade de trabalhar sob as melhores condições e por ter conhecido tão boas pessoas na minha segunda Casa.

Aos meus queridos pais, por todos os valores que me passaram, por serem os meus pilares em todos os momentos e por serem as mais extraordinárias pessoas que conheço. Por me terem permitido tirar o curso nesta casa, por me terem mostrado que há sempre uma luz ao fundo do túnel e que sou capaz de transformar o meu destino.

Às minhas amigas Bo, Gou, Bean, Bibas, Lauricha e Póvoas, por terem sido as minhas primeiras amigas na faculdade e por ficarem ao longo destes tão divertidos cinco anos. Por eu ser a mais stressada do grupo e mesmo assim terem paciência para mim, por terem passado por tudo comigo e por serem das melhores coisas que levo da Egas.

Ao meu feijãozinho, por ser a melhor parceira que me poderia ter calhado, por termos tido os melhores dois anos na clínica, por termos aprendido juntas o verdadeiro significado de sermos médicas dentistas e por vivermos o início de um sonho juntas.

Ao Rafinha, à Nô, à Fi, à Mary, ao Ricardo, à Joaquina, aos meus amigos e familiares por acreditarem em mim, por terem estado tão próximos de mim ao longo deste tempo e por serem os meus primeiros pacientes sem hesitar.

A Deus, por me deixar confiar n'Ele.

RESUMO

Objetivo: Identificar e avaliar a microinfiltração marginal em restaurações classe II, associada à alteração do tempo de secagem recomendado pelo fabricante de um sistema adesivo universal.

Materiais e Métodos: Foram recolhidos vinte molares hígidos, sem cárie, fratura ou restauração. Cada dente foi considerado como sendo dois espécimes, divididos ao centro do dente e cada metade foi aleatoriamente distribuída por quatro grupos distintos (n=40). Cada grupo foi constituído por dez espécimes, (n=10), da seguinte forma: grupo 1, tempo de secagem do adesivo 5 segundos, em esmalte; grupo 2, em dentina; grupo 3, com o tempo de secagem de 10 segundos, em esmalte; e grupo 4, na dentina. Em cada dente foram executadas duas cavidades classe II nas faces mesial e distal, com 2 mm em mesio-distal, 4 mm por vestíbulo-lingual e 6 mm de profundidade ocluso-gengival (4 mm da box oclusal e 2 mm da box gengival). Após a restauração de todos os espécimes, foram colocados em água destilada, em estufa a 37°C, e posteriormente submetidos à termociclagem. De seguida, cada dente foi selado e imerso em fucsina básica a 0.5% durante 4 horas, e finalmente aplicado ao micrótomo para corte no sentido mesio-distal, usando como referência o centro da restauração, para a avaliação da infiltração do mesmo.

Resultados: Não existiram diferenças significativas nos valores de microinfiltração marginal registados para cada tempo de secagem, e para cada substrato dentário. Na maioria dos grupos não foi registada infiltração, pelo que a taxa de sucesso da restauração não depende do tempo de secagem, no sistema adesivo *Prime&Bond™*.

Conclusão: O presente estudo demonstra que o tempo de ar aplicado não influencia a integridade marginal da restauração, quer em margens de esmalte quer de dentina, no sistema adesivo universal utilizado.

Palavras-chave: microinfiltração marginal; restauração direta; sistema adesivo universal; tempo de secagem.

ABSTRACT

Objective: Identify and evaluate the class II restorations marginal microleakage associated with the change of drying time recommended by the manufacturer of an universal adhesive system.

Materials and methods: Twenty healthy molars were collected without cavities, fractures or restorations. Each tooth was considered to be two specimens divided into the center of the tooth and each half was randomly distributed into four distinct groups (n = 40). Each group consisted of ten specimens (n = 10), as follows: group 1, adhesive drying time 5 seconds in enamel; group 2 in dentin; group 3, with a drying time of 10 seconds in enamel; and group 4, in dentin. In each tooth, two class II cavities were performed on the mesial and distal surfaces, 2 mm mesio-distally, 4 mm per buccolingual and 6 mm deep in the gingival (4 mm in the occlusal box and 2 mm in the gingival box). After restoring all specimens, they were stored in incubator in distilled water at 37°C and subsequently submitted to thermocycling. Then, each tooth was sealed and immersed in 0.5% basic fuchsin for 4 hours, and finally applied to the microtome for mesio-distal sectioning, using as a reference the restoration center, to assess its infiltration.

Results: There weren't significant differences in marginal microleakage values recorded for each drying time and dental substrate. In most groups, no infiltration was reported, that means the restoration success rate is not dependent of the drying time in the Prime&Bond Active™ adhesive system.

Conclusion: This present study demonstrates that the applied air time does not influence the marginal integrity of the restoration, neither in enamel nor dentin margins, in the universal adhesive system used.

Key-words: marginal microleakage; direct restoration; universal adhesive system; drying time.

ÍNDICE GERAL

1. INTRODUÇÃO

1.1 Sistemas adesivos

1.1.1 História e conceito 13

1.1.2 Classificação 13

1.1.2.1 Sistemas adesivos *etch-and-rinse* 14

1.1.2.2 Sistemas adesivos *self-etch* 16

1.1.2.3 Sistemas adesivos universais 17

1.1.3 Constituição dos sistemas adesivos 18

1.2 Princípios de Adesão 19

1.2.1 Adesão ao esmalte 20

1.2.2 Adesão à dentina 21

1.3 Efeito dos solventes orgânicos na interface adesiva 22

1.4 Tempo de secagem do primer 23

1.5 Microinfiltração 24

1.5.1 Fatores influenciadores 25

1.5.2 Métodos de Avaliação 26

2. OBJETIVOS 29

3. HIPÓTESES DE ESTUDO 29

4. MATERIAIS E MÉTODOS 31

4.1 Listagem do material 31

4.2 Amostra 34

4.2.1 Seleção da amostra 34

4.2.2 Processamento da amostra 35

4.2.3 Preparação da amostra 35

4.2.4 Protocolo de acordo com o fabricante 35

4.2.5 Protocolo modificado 36

4.2.6 Procedimento comum a toda a amostra 36

4.3 Avaliação da microinfiltração 38

5. RESULTADOS	41
6. DISCUSSÃO	45
7. CONCLUSÃO	
7.1 Relevância clínica	57
7.2 Perspetivas futuras	58
8. BIBLIOGRAFIA	59
9. ANEXOS	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Material avaliado na investigação, incluindo o sistema adesivo e a resina composta.	32
Figura 2 – Execução das cavidades padronizadas das classes II na amostra.	35
Figura 3 – Protocolo do sistema adesivo <i>Prime & Bond™</i> e restauração da cavidade em resina composta.	36
Figura 4 – Selamento do ápex da amostra.	37
Figura 5 – Corte da amostra no micrótomo e obtenção de metades idênticas de cada dente.	38
Figura 6 – Exemplos observados de microinfiltração grau 0.	41
Figura 7 – Exemplos observados de microinfiltração grau 1 e 2.	42

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Listagem do material utilizado no presente estudo, e respectivas composições químicas, fabricantes, lotes e validades.	32
Tabela 2 – Listagem do equipamento utilizado, e respectivos fabricantes.	33
Tabela 3 – Resultados obtidos da microinfiltração nos grupos com margens em esmalte.	41
Tabela 4 – Resultados obtidos da micronfiltração nos grupos com margens em dentina.	42

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

BDH - Banco de Dentes Humanos

Bis-GMA - Metacrilato de bisfenol-A-glicidil

EUA – Estados Unidos da América

Factor-C - Fator de configuração

CUEM - Clínica Universitária Egas Moniz

HEMA - Metacrilato de hidroxietil

ISO - *International Standards Organization*

IUEM - Instituto Universitário Egas Moniz

mm – milímetro

mW/cm² - miliWatt por centímetro quadrado

nm – nanómetro

PENTA – Monofosfato pentaacrilato dipentaeritritol

pH – Potencial de hidrogénio

pKa – Constante de Acidez

TEGDMA – Dimetacrilato de glicol trietileno

UDMA - Dimetacrilato de uretano

10-MDP - Fosfato de metacrilóiloxidecil di-hidrogénio

1. ESTADO DA ARTE

1.1 Sistemas adesivos

1.1.1 História e conceito

A história dos sistemas adesivos começou em 1949, quando Dr. Hagger aplicou pela primeira vez um produto que se baseava em monómeros ácidos que interagiam molecularmente com a superfície dentária, com o objetivo de formar ligações físico-químicas entre a restauração e o dente (Sofan *et al.*, 2017).

Em 1955, Buonocore distingue os benefícios do condicionamento ácido e dá-se o início da era da dentisteria adesiva. Buonocore provou que a aplicação de ácido fosfórico a 85% na superfície de esmalte melhora a retenção do material restaurador (Buonocore, 1955).

Hoje em dia, estabelece-se como sistema adesivo o produto capaz de exercer três funções: promover a resistência à separação de um substrato aderente, seja esmalte, dentina, ou qualquer material restaurador; distribuir tensão ao longo da superfície de adesão; selar a interface através da união adesiva entre dentina/esmalte e o material restaurador, aumentando a resistência à microinfiltração e diminuindo o risco de sensibilidade pós-operatória e cárie secundária (Anusavice, Shen, & Rawls, 2013; Sofan *et al.*, 2017).

Os adesivos dentários são combinações de monómeros resinosos hidrofílicos e hidrofóbicos de diferentes pesos moleculares, e solventes, que estabelecem a ligação entre o material restaurador e a estrutura dentária após polimerização (Jorge Perdigão, 2007).

1.1.2 Classificação

Com o decorrer dos anos, têm aparecido variadas classificações de sistemas adesivos, sendo algumas delas baseadas na geração, no número de etapas clínicas e na sua estratégia de impregnação adesiva.

A classificação segundo o número de geração visa reduzir o número de frascos envolvidos no processo, minimizar o número de etapas do procedimento, fornecendo técnicas de

aplicação mais práticas e rápidas para facilitar uma melhor adesão (Pagano *et al.*, 2019; Sofan *et al.*, 2017).

A outra classificação proposta reflete a sua maneira de utilização por parte do clínico conforme o tratamento da *smear layer* e técnicas de aplicação, dividindo-se em três opções: aplicação do sistema adesivo em três, duas ou apenas uma etapa (Anusavice *et al.*, 2013; Filho, Fares, Fiuza, Nagem, & Couto, 2014; Bart Van Meerbeek *et al.*, 2003).

Quando a alternativa de três etapas é selecionada estamos perante um sistema adesivo que envolve o ácido, *primer* e *bond* em separado. Por terem vários passos, são considerados mais complicados e demorados, mas resultam em maiores forças de adesão e durabilidade (Sofan *et al.*, 2017).

Os sistemas autocondicionantes de dois passos, também denominados de *primers* autocondicionantes, exprimem a associação do *primer* com o ácido aplicado primeiramente, seguido da aplicação do adesivo. Nestes, o *primer* e o ácido estão reunidos num só frasco, na fórmula aquosa (Filho *et al.*, 2014).

O sistema de apenas um passo é constituído por um único frasco, que combina um *primer* autocondicionante e o *bond*. Clinicamente, este é o mais fácil de usar, e as forças de adesão geralmente são consideradas aceitáveis, apesar da simplicidade da operação (Sofan *et al.*, 2017).

1.1.2.1 Sistema adesivo *etch-and-rinse*

Os sistemas *etch-and-rinse* são caracterizados por uma fase inicial de condicionamento ácido e posterior lavagem total que permite a correta eliminação de *smear layer* e *smear plugs*. As técnicas utilizadas são divididas na possibilidade de utilização em três passos (ácido, *primer* e *bond* em separado) ou em dois passos (condicionamento ácido, e a combinação de *primer* e *bond* num só frasco).

A *smear layer* é a “camada com fraca adesão à dentina produzida durante o preparo cavitário”, sendo também referida como o “depósito de detritos microscópicos que cobre a superfície do esmalte e dentina após o preparo cavitário” (Anusavice *et al.*, 2013), e deve ser removida pelo condicionamento ácido.

O condicionamento ácido, no esmalte, cria macro e micro porosidades que são prontamente penetradas por resina, para formar *resin tags*, produzindo uma ligação predominantemente micromecânica (Swift, Perdigão, & Heymann, 1995).

A etapa seguinte consiste na aplicação de um *primer*, contendo monómeros específicos com propriedades hidrofílicas, como o metacrilato de hidroxietil (HEMA), dissolvidos em solventes orgânicos como acetona, etanol ou água (David H. Pashley *et al.*, 2011). Estes solventes têm como função preparar a rede de colagénio para a subsequente infiltração do material restaurador (Sofan *et al.*, 2017). Quando os monómeros resinosos são incorporados e posteriormente polimerizados, formam a camada híbrida.

A camada híbrida é definida como “a camada intermédia composta por resina, colagénio e dentina, produzida pela ação do condicionamento ácido da dentina e subsequente infiltração da resina na dentina condicionada.” (Anusavice *et al.*, 2013).

Buonocore foi o primeiro a demonstrar que o condicionamento com ácido ortofosfórico aumentava as forças de adesão entre a resina e o esmalte, aumentando a área superficial microscópica disponível para a retenção de resina (Buonocore, 1955).

Quando se questionou a possibilidade do condicionamento ácido gerar complicações pós operatórias, um estudo de D. H. Pashley (1992) revelou que o condicionamento ácido na dentina com mais de 0,5 mm de espessura não produziu reações pulpares adversas, se a dentina condicionada pudesse ser selada de bactérias orais. Conseguiu concluir-se também que as reações adversas pulpares observadas nos EUA e na Europa foram causadas por acesso bacteriano, e não pela utilização do ácido em si.

Os adesivos *etch-and-rinse* de 3 etapas são considerados mais duráveis do que os adesivos de 2 etapas (De Munck *et al.*, 2005), por estes últimos apresentarem uma capacidade reduzida de infiltrar o substrato dentinário desmineralizado (Sofan *et al.*, 2017).

Comparando os variados sistemas adesivos, e embora os de 3 passos sejam os mais antigos dos adesivos comercializados, a separação dos principais componentes oferece mais flexibilidade terapêutica e fornece uma interface mais selada.

Por outro lado, a dentina excessivamente seca provoca o colapso das fibras de colagénio desmineralizadas, dificultando a formação da camada híbrida funcionalmente adequada (Tay, Gwinnett, & Wei, 1996).

Assim, tendo em vista a sensibilidade da técnica e a sua simplificação, foi proposto o sistema adesivo *self-etch*.

1.1.2.2 Sistema Adesivo *self-etch*

O sistema autocondicionante é constituído pelo *primer* com monómeros acídicos, o que justifica a ausência do ácido em isolado, e o *bond*. O sistema adesivo *self-etch* pode ser utilizado pelo método de aplicação em duas ou apenas uma etapa. Assim, a primeira opção é formada por dois componentes, enquanto a técnica numa etapa diz respeito à combinação de todos os elementos num único frasco.

Segundo Ozer & Blatz (2013), os sistemas *self-etch* de uma única etapa, por exercerem uma ligação mais estável à dentina, são recomendados para restaurações diretas em resina composta, especialmente quando a cavidade é predominantemente em dentina.

Algumas das vantagens em relação ao sistema adesivo *etch-and-rinse* são a redução da sensibilidade pós-operatória, devido à ausência de enxaguamento e posterior secagem, uma vez que o ácido não é usado em separado, e menor tempo de aplicação clínica (Giannini *et al.*, 2015).

Contrariamente à estratégia *etch-and-rinse*, o sistema *self-etch* torna a camada de *smear layer* permeável sem removê-la completamente. Este facto não requer uma etapa separada de condicionamento com ácido fosfórico, pois são utilizados monómeros ácidos no *primer* para dissolver parcialmente a camada de *smear layer* e desmineralizar o substrato dentário subjacente enquanto a infiltração é obtida simultaneamente (Nagarkar, Theis-Mahon, & Perdigão, 2019).

Os sistemas adesivos autocondicionantes são classificados de acordo com o seu *pH* e a sua agressividade é dependente deste fator. Sendo assim, são divididos em “forte” (*pH* <1), “intermédio forte” (*pH* ≈1,5), “suave” (*pH* ≈ 2) e “ultra-suave” (*pH* ≥2,5) (B. Van Meerbeek *et al.*, 2011). Os sistemas com *pH* menor correspondem a desmineralizações

mais profundas, assemelhando-se ao tratamento com ácido fosfórico (Giannini *et al.*, 2015).

O autocondicionante “forte” é referido com valores ótimos na capacidade de impregnação no esmalte (Giannini *et al.*, 2015), embora na dentina seja capaz de dissolver quase toda a camada de *smear layer*, não sendo suficiente para remover os fosfatos de cálcio dissolvidos. A longo prazo, estes compostos interagem quimicamente com o colagénio exposto, enfraquecendo a integridade da restauração (B. Van Meerbeek *et al.*, 2011).

Foram descritos dois mecanismos de selagem destes sistemas adesivos, como a interligação micromecânica e a ligação química. A primeira contribui para o fortalecimento mecânico, enquanto a interação química reduz a degradação hidrolítica, mantendo a integridade marginal das restaurações por um período de tempo maior (Giannini *et al.*, 2015).

O monómero fosfato de metacrilóiloxidecil di-hidrogénio (10-MDP) entre outros, é o responsável pela ligação química. A sua longa cadeia carbonil forma uma forte ligação iónica com o cálcio da hidroxiapatite do substrato dentário, resultando também em cloreto de cálcio (Giannini *et al.*, 2015).

1.1.2.3 Sistema Adesivo Universal ou Multi-modo

Com o avanço na estratégia adesiva, surgiram novos adesivos adaptados ao dia-a-dia na clínica. Estes são descritos como sistemas universais ou multi-modo, por terem a capacidade de serem utilizados como *self-etch* ou *etch-and-rinse*.

Os adesivos universais são classificados como autocondicionantes e têm um *pH* de 2,2 a 3,2 (Pouyanfar, Tabaii, Aghazadeh, Nobari, & Imani, 2018).

Entre os componentes deste tipo de sistemas, está o monómero 10- MDP, que se liga ionicamente à dentina, formando sais de cálcio hidroliticamente estáveis na forma de “nano-camadas” (Jorge Perdigão & Swift, 2015).

A água também entra na composição deste produto e é responsável pela ionização dos monómeros acídicos, permitindo a sua interação com o substrato dentário. A água residual é capaz de desencadear a degradação hidrolítica de polímeros e do colagénio

(Jorge Perdigão & Swift, 2015). Por esta razão, é imperativo secar o adesivo para evaporação do solvente.

Quanto à adesão ao esmalte, os sistemas universais no método *self-etch* possuem um potencial desmineralizador (*pKa*) insuficiente, reduzindo a sua capacidade para desmineralizar na totalidade o substrato dentário, resultando em microporosidades retentivas inadequadas. Contudo, a aplicação dupla do adesivo poderá ser eficaz no aumento da força de adesão ao esmalte com a estratégia *self-etch*. Este facto pode dever-se ao aumento da sua espessura, o que poderá resultar em melhores propriedades mecânicas da camada adesiva (Fujiwara *et al.*, 2018).

O condicionamento seletivo nas margens da cavidade em esmalte, com ácido fosfórico, contém vantagens em termos de integridade e pigmentação marginal (Burke, Lawson, Green, & Mackenzie, 2017). Em relação à adesão na dentina, tudo indica que esta estratégia adesiva não afeta a adesão imediata neste substrato dentário (Nagarkar *et al.*, 2019).

Assim, *selective enamel etching* é um conceito relativamente recente que corresponde ao condicionamento com o ácido apenas das margens em esmalte, permitindo à dentina não ser duplamente desmineralizada.

As principais vantagens dos sistemas universais são o seu espectro mais amplo de procedimentos restaurativos e estratégias de adesão, e a sua ligação química à hidroxiapatite.

Como a estratégia utilizada no esmalte requer o condicionamento com ácido fosfórico para alcançar uma forte ligação micromecânica, a estratégia adesiva mais conhecida e recomendada para aplicar os sistemas adesivos universais é o *selective enamel etching*. (Jorge Perdigão & Swift, 2015)

1.1.3 Constituição dos sistemas adesivos

Independentemente do número de frascos, um sistema adesivo típico é composto por condicionadores, monómeros resinosos, solventes, iniciadores e inibidores, e partículas de carga inorgânica (Anusavice *et al.*, 2013; Van Landuyt *et al.*, 2007).

Os condicionadores são ácidos fortes, com um *pH* entre 1 e 2, que removem a *smear layer*, desmineralizam a dentina, expondo a rede de colagénio e eliminam os *smear plugs*, abrindo os túbulos dentinários. O agente mais usual contém entre 30% a 50% de ácido fosfórico, produzindo padrões efetivos de desgaste, mas sem danificar a polpa (Anusavice *et al.*, 2013).

O condicionamento do substrato dentário é sensível à técnica clínica, devido à possibilidade da rede de colagénio desmineralizada colapsar quando seca. Portanto, o *primer* é imprescindível para manter a rede de colagénio expandida enquanto a água residual é eliminada, permitindo a infiltração dos monómeros adesivos (Anusavice *et al.*, 2013).

Assim, os *primers* são soluções com monómeros com propriedades hidrofílicas, conseguidas pelo grupo funcional fosfato, ácido carboxílico, álcool ou éster, dissolvidos num solvente. Estes agentes promotores da adesão são formados por duas extremidades, a hidrofílica que permite o molhamento das fibras de colagénio expostas, e a hidrofóbica, que co-polimeriza com a resina hidrofóbica (Anusavice *et al.*, 2013).

Os solventes mais usados são a água, etanol e acetona. Além de dissolver substâncias, separando moléculas e transportando monómeros através dos espaços entre as fibras de colagénio, cada solvente tem uma contribuição específica para melhorar a adesão da ligação ao substrato (Anusavice *et al.*, 2013; Van Landuyt *et al.*, 2007).

Os adesivos são materiais hidrofóbicos, cujo principal objetivo é preencher os espaços da rede de colagénio e ao co-polimerizar com o *primer*, criar a camada híbrida para fornecer retenção micromecânica. A sua outra função é impedir o vazamento de fluído ao longo da margem da restauração (Anusavice *et al.*, 2013).

1.2 Princípios de Adesão

O mecanismo de adesão dos sistemas adesivos dentários ao substrato dentário baseia-se principalmente na substituição dos minerais perdidos por monómeros de resina, resultando numa selagem micromecânica do polímero no substrato dentário (Pouyanfar, Tabaii, Aghazadeh, Nobari, & Imani, 2018).

Esse processo envolve duas etapas, a remoção da hidroxiapatite para criar microporosidades e a infiltração de monómeros de resina neste poros e subsequente polimerização. Como resultado, formam-se *resin tags* que interpenetram no tecido duro (Anusavice *et al.*, 2013).

O outro tipo de adesão, chamada de química, envolve interações químicas com o substrato dentário quando monómeros com grupos funcionais ácidos ou quelantes estão presentes (Anusavice *et al.*, 2013).

Um dos objetivos de uma restauração eficaz é a longevidade desta.

A maior parte dos sistemas adesivos estão suscetíveis à degradação, podendo levar a uma interface adesiva fraca responsável pela falha parcial da ligação ao dente, que poderá estar relacionada com o aparecimento de cárie secundária, levando à infiltração marginal e subsequente perda de retenção da restauração (Cadenaro *et al.*, 2019).

Para uma verdadeira adesão entre a estrutura dentária e o material restaurador, devem ser cumpridos três critérios, nomeadamente conservar a estrutura sã, alcançar a retenção ideal e evitar a infiltração (Anusavice *et al.*, 2013).

1.2.1 Adesão ao esmalte

O esmalte é constituído por 96% matéria mineral, 1% de matriz orgânica e 3% por água.

Os cristais de hidroxiapatite são depositados em forma de prismas de esmalte e são a superfície dentária mais previsível em termos de adesão (Bedran-Russo, Leme-Kraus, Vidal, & Teixeira, 2017).

A adesão mais eficiente do produto restaurador ao esmalte ocorre quando este é previamente preparado com 30 a 40% de ácido fosfórico, por 15 a 60 segundos, antes da aplicação da resina composta hidrofóbica (Vermelho, Reis, Ambrosano, & Giannini, 2017).

O condicionamento ácido aumenta a energia superficial do esmalte ao dissolver minerais, formando microporosidades onde é possível a penetração dos monómeros de resina e,

após a polimerização, a produção de uma ligação durável e resistente (Vermelho *et al.*, 2017).

O mecanismo de ligação micromecânica é fornecido pela formação de *microtags* de resina no esmalte superficialmente desmineralizado (Bedran-Russo *et al.*, 2017).

1.2.2 Adesão à dentina

A dentina é um substrato dentário com cerca de 20% de matéria orgânica, 70% de mineral e 10% de água, o que torna a adesão mais desafiante do que ao esmalte (Bedran-Russo *et al.*, 2017; Burke *et al.*, 2017).

Por outro lado, a presença de uma boa relação entre a resina e o esmalte protege a interface subjacente resina/dentina contra a degradação (Vermelho *et al.*, 2017).

O condicionamento ácido é capaz de ativar metaloproteínases, cuja função é induzir a degradação da matriz de colagénio da dentina (Vermelho *et al.*, 2017).

O condicionamento na dentina, após remover a *smear layer*, aumenta a permeabilidade e a condutância hidráulica na parede pulpar, abrindo os túbulos dentinários (Leite, Costa, Duarte, Andrade, & Soares, 2018), e assim elimina uma parte da carga mineral dentinária (Spencer *et al.*, 2010).

Uma vez que próximo da câmara pulpar, o diâmetro dos túbulos dentinários é maior e mais permeável, a alta humidade pode interferir na polimerização dos sistemas adesivos, aumentando a quantidade de monómeros livres tóxicos, que são capazes de se difundir pela dentina e causar efeitos secundários ao tecido pulpar (Leite *et al.*, 2018).

Alterações fisiológicas provenientes do envelhecimento da dentina ou da resposta à cárie ou outros estímulos agressivos aumentam o grau de mineralização deste substrato dentário, aumentando a espessura da dentina e reduzindo a permeabilidade dentinária (Spencer *et al.*, 2010) Este fenómeno poderá estar envolvido no processo de adesão, e a sua redução ter um impacto direto na força de adesão dentinária (J. Perdigão, Sezinando, & Monteiro, 2013).

Assim, os fatores críticos para uma adequada ligação entre adesivo e dentina são a capacidade do sistema adesivo humedecer o substrato dentinário e a penetração da resina pelas fibrilhas de colagénio expostas na dentina desmineralizada, chamado de intertravamento micromecânico (Spencer *et al.*, 2010).

1.3 Efeito dos solventes orgânicos na interface adesiva

Os solventes são encontrados, na sua maioria, nos *primers* dos sistemas adesivos. Os mais comuns são a água, a acetona e o etanol (Sousa & Moro, 2014).

A função dos solventes define-se como a difusão e molhabilidade dos monómeros resinosos, ou seja, eliminam a água presente entre as fibras de colagénio, através da desidratação química, promovendo a infiltração dos monómeros resinosos no substrato dentinário, formando a camada híbrida (Sousa & Moro, 2014).

É imprescindível a dentina estar húmida para um melhor desempenho porque, após a desmineralização e a exposição das fibras de colagénio, estas mantêm-se expandidas, facilitando a infiltração dos monómeros resinosos (Tay *et al.*, 1996). No caso de uma desidratação da dentina, devido à secagem excessiva, ocorre evaporação da água dos espaços entre fibras de colagénio e estas colapsam (Sousa & Moro, 2014).

A taxa de infiltração da resina na camada híbrida reduz em aproximadamente 50%, quando aplicada em dentina seca em vez de húmida, uma vez que a dentina seca resulta numa matriz encolhida e enrijecida, com pouca permeabilidade para a resina adesiva. Por essa razão, a dentina desmineralizada deve manter-se húmida, antes da aplicação do adesivo (Loguercio *et al.*, 2009).

Uma das propriedades dos solventes é a sua capacidade de solubilizar uma estrutura sólida, ao romper as ligações iónicas entre os péptidos da matriz de colagénio (Sousa & Moro, 2014).

Após completar a sua função de remoção da água dos espaços entre fibras de colagénio e permeabilidade dos monómeros resinosos entre estas, os solventes devem ser completamente evaporados para não comprometer a polimerização do material e evitar a degradação precoce da interface adesiva, pela plastificação da camada híbrida (Sousa & Moro, 2014).

A velocidade de evaporação é determinada pela pressão de vapor, assim líquidos que evaporam mais rapidamente, têm uma pressão de vapor maior, denominando-se de voláteis. Esta propriedade está diretamente relacionada com a capacidade do solvente deslocar a água, presente entre as fibras de colagénio, e da sua permanência na superfície dentária (Sousa & Moro, 2014).

A pressão de vapor do solvente é diretamente proporcional à taxa de evaporação. Assim, os adesivos que contêm água na sua composição precisam de mais tempo para evaporar, uma vez que o seu valor para a pressão de vapor é menor do que outros solventes. Ao analisar o ponto de ebulição de cada solvente, verificamos que sendo o da acetona 56.5°C, o do álcool de 78.3°C e o da água a 100°C, os adesivos que contenham acetona têm um prazo mais limitado, após repetidas utilizações, por ser um solvente bastante volátil (Sousa & Moro, 2014).

Como os solventes possuem diferentes valores de volatilidade, padrões de secagem e técnicas de aplicação específicos, em cada sistema adesivo deve-se respeitar o protocolo recomendado pelo fabricante. Clinicamente, o método mais fiável para identificar se o *primer* foi bem aplicado é pela apresentação de brilho da superfície dentária em toda a extensão da cavidade, após evaporação do solvente, sugerindo a formação de uma película adesiva adequada para selar os túbulos dentinários (Sousa & Moro, 2014).

As propriedades mecânicas do polímero não são afetadas apenas pelos solventes, mas pelo ambiente húmido no qual ocorre a polimerização. Ou seja, o excesso de água pode impedir a polimerização dos monómeros adesivos dentro da matriz de colagénio, uma vez que a concentração do líquido dilui a concentração dos monómeros adesivos, diminuindo assim a sua taxa de difusão pelas fibras (Loguercio *et al.*, 2009).

1.4 Tempo de secagem do solvente

Qualquer abordagem que melhore a estabilidade da interface entre o material restaurador e o substrato dentário consegue prolongar a vida clínica dos adesivos. As propostas cingem-se ao aumento do tempo de aplicação de agentes adesivos, à técnica de dupla camada dos sistemas, polimerização retardada, fricção adesiva aquando colocação do adesivo, e tempos de exposição mais longos dos substratos aos sistemas adesivos (Reis, Klein-Júnior, de Souza, Stanislawczuk, & Loguercio, 2010).

É extremamente difícil a evaporação completa dos solventes, uma vez que à medida que o solvente evapora do adesivo, a densidade do monómero aumenta, criando um gradiente de concentração de monómero que atua como uma barreira para a evaporação complementar (Reis *et al.*, 2010).

O método e duração da secagem ao ar varia de acordo com o fabricante. Muitas vezes, esses tempos estabelecidos são insuficientes para a evaporação completa do solvente (Bail *et al.*, 2012; Ikeda *et al.*, 2005).

O tempo recomendado para a evaporação do solvente é bastante curto, visto que é possível que o tempo para assegurar a evaporação adequada do solvente é de 12 a 20 minutos (Cardoso, Loguercio, Vieira, Baratieri, & Reis, 2005; Reis *et al.*, 2010).

A extensão da retenção de solventes está relacionada com a polaridade da resina, uma vez que esta influencia o número de locais onde há pontes de hidrogénio e, então, a atração entre o polímero e o solvente. Assim, a percentagem de solvente retido em adesivos com etanol ou acetona aumenta com a hidrofobicidade das misturas de resina (Yiu *et al.*, 2005).

A presença de água remanescente pode interferir com a polimerização do material restaurador, deixando monómeros residuais que são mais suscetíveis à degradação (Hashimoto, Ohno, Sano, Kaga, & Oguchi, 2003b, 2003a; Hashimoto *et al.*, 2002).

Desta forma, os resultados do estudo de Bail *et al.*, (2012) demonstraram que aumentar a temperatura de secagem ao ar e prolongar a duração da mesma, pode ter aumentado a energia cinética das moléculas no sistema adesivo, facilitando a quebra de ligações entre o solvente e os monómeros resinosos, favorecendo a evaporação do solvente.

1.5 Microinfiltração

Todos os materiais restauradores de base em resina contraem e induzem tensão na interface da restauração, o que pode levar à formação de lacunas e *stress* (De Munck *et al.*, 2005).

Quando o coeficiente de expansão térmica do material restaurador é diferente do da estrutura dentária, a redução de temperatura gera contração, que favorece a penetração de fluídos orais nas margens da restauração (Nunes, Franco, & Pereira, 2005).

Podem ocorrer dois tipos de escoamento de água e outros produtos contaminantes ao longo da interface, através de lacunas e a sua distinção é dada pelo tamanho desses espaços vazios. Se as lacunas forem grandes, e conseguirem atravessar grandes moléculas e bactérias ao longo da restauração, o processo chama-se microinfiltração; se as lacunas forem tão pequenas que apenas a água e moléculas menores conseguem migrar, o vazamento denomina-se nanoinfiltração (De Munck *et al.*, 2005).

Microinfiltração define-se como sendo “o fluxo de fluído oral e bactérias na lacuna microscópica, entre a superfície de um dente preparado e um material restaurador” (Anusavice *et al.*, 2013). Este conjunto consegue invadir os limites dentinários da resina, deteriorando a área de ligação, provocando sensibilidade dentária, cárie secundária e inflamação pulpar (Bail *et al.*, 2012).

É uma das situações mais frequentemente encontradas em restaurações posteriores a compósito, especialmente em margens gengivais colocadas apicalmente à junção cimento-esmalte, como nas cavidades profundas classe II (El-Mowafy, El-Badrawy, Eltanty, Abbasi, & Habib, 2007).

1.5.1 Fatores influenciadores

A infiltração marginal em restaurações de resina composta pode ocorrer devido a tensões na interface dente/restauração pela contração de polimerização, flutuações de temperatura na cavidade oral, e desgaste mecânico pela carga mastigatória (El-Mowafy *et al.*, 2007).

As tensões geradas são um produto da restrição da contração livre do polímero e estão dependentes de vários fatores, como o tamanho e natureza dos monómeros, a rigidez do material durante a polimerização, e restrições externas impostas pela ligação ao dente (Ferracane & Hilton, 2016).

As tensões são transferidas para as interfaces seladas com o dente, criando lacunas e posteriormente a fratura do dente, nos locais onde a tensão excede a força de adesão (Ferracane & Hilton, 2016).

Os produtos que contaminam a interface do substrato dentário/restauração infiltram-se através da pequena falha formada pela destruição marginal das restaurações, e pode ter como consequências a hipersensibilidade pós-operatória, cárie secundária e outros fatores que possam justificar a substituição da restauração (El-Mowafy *et al.*, 2007).

Outro fator desencadeante é o procedimento de acabamento e polimento das restaurações que podem criar *gaps* na interface do material restaurador/estrutura dentária, facilitando a microinfiltração (Nunes *et al.*, 2005).

1.5.2 Métodos de Avaliação

São diversas as técnicas utilizadas para detetar a microinfiltração, como o uso de corantes, cárie artificial, pressão do ar, bactérias, isótopos radioativos, entre outros (Behery, El-Mowafy, El-Badrawy, Nabih, & Saleh, 2018).

Os marcadores mais comuns são os corantes, por ser um método altamente viável, sem riscos de exposição a radiação e por ter a vantagem da sua cor conseguir contrastar para o dente e para a restauração, sem reagir quimicamente com a amostra (Behery *et al.*, 2018).

Este método envolve a colocação do dente numa solução de corante, após as partes não restauradas da amostra terem sido revestidas por um verniz impermeável. Após um intervalo de tempo, a amostra é removida do corante, lavada e seccionada para um exame visual, que mede a extensão da infiltração do corante ao redor do dente (De Munck *et al.*, 2005).

A principal desvantagem da avaliação por esta estratégia é o facto de ser considerada um método qualitativo, pela aplicação de uma escala sem parâmetros estandardizados e por poder ocorrer interpretação subjetiva de resultados, reduzindo a sensibilidade do teste (De Munck *et al.*, 2005).

Por outro lado, para o método quantitativo são necessários a utilização de microscópios com oculares calibradas e programas para editar imagens, para que a infiltração seja mensurada em unidade métrica ou percentagem. Contudo, esta opção também consegue ser considerada minimamente subjetiva uma vez que os programas para mensuração de

penetração do corante são controlados pelo avaliador, podendo ocorrer distorção e uma diferente análise da real infiltração (Nunes *et al.*, 2005).

2. OBJETIVOS

O presente estudo tem como objetivo a avaliação da microinfiltração marginal, em margens de esmalte e dentina, associada à alteração do tempo de secagem recomendado pelo fabricante do sistema adesivo universal *Prime&Bond Active™*.

Através desta avaliação, este trabalho pretende contribuir para uma utilização mais segura e fiável dos sistemas adesivos, no contexto da prática clínica da medicina dentária.

3. HIPÓTESES DE ESTUDO

Hipótese Nula (H0): Não se verifica alteração na microinfiltração, com diferentes tempos de secagem no esmalte.

Hipótese Nula 2 (H02): Não se verifica alteração na microinfiltração, com diferentes tempos de secagem na dentina.

Hipótese alternativa 1 (H1): Verifica-se alteração na microinfiltração, com diferentes tempos de secagem no esmalte.

Hipótese alternativa 2 (H2): Verifica-se alteração na microinfiltração, com diferentes tempos de secagem na dentina.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização desta investigação, foi obtida aprovação pela Comissão de Ética do Instituto Universitário Egas Moniz (IUEM), tal como apresentado no Anexo 1.

A amostra biológica foi recolhida do Banco de Dentes Humanos (BDH) da Clínica Universitária Egas Moniz (CUEM). A presente investigação foi realizada no Laboratório de Biomateriais do Instituto Universitário Egas Moniz.

4.1 LISTAGEM DE MATERIAL

O material em estudo foi o sistema adesivo *Prime&Bond Active™*, indicado na figura 1, cuja composição é resina acrílica modificada com ácido ortofosfórico, acrilato, isopropanol, água, iniciador e estabilizador.

O adesivo está indicado para restaurações diretas e indiretas, e entre as suas contra-indicações, as mais descritas são em pacientes com historial de reações alérgicas a resinas de metacrilato, ou algum dos componentes do sistema adesivo. Também é desaconselhada a utilização direta sobre a polpa dentária.

Como os outros sistemas adesivos universais, o *Prime&Bond Active™* pode ser utilizado pelas estratégias de *etch-and-rinse*, *selective enamel etching* e *self-etch*.

As restaurações diretas foram confeccionadas com recurso a *Ceram.X®*, uma resina composta nano-híbrida com cargas pré-polimerizadas, em cor A2, como sugerido na figura 1.

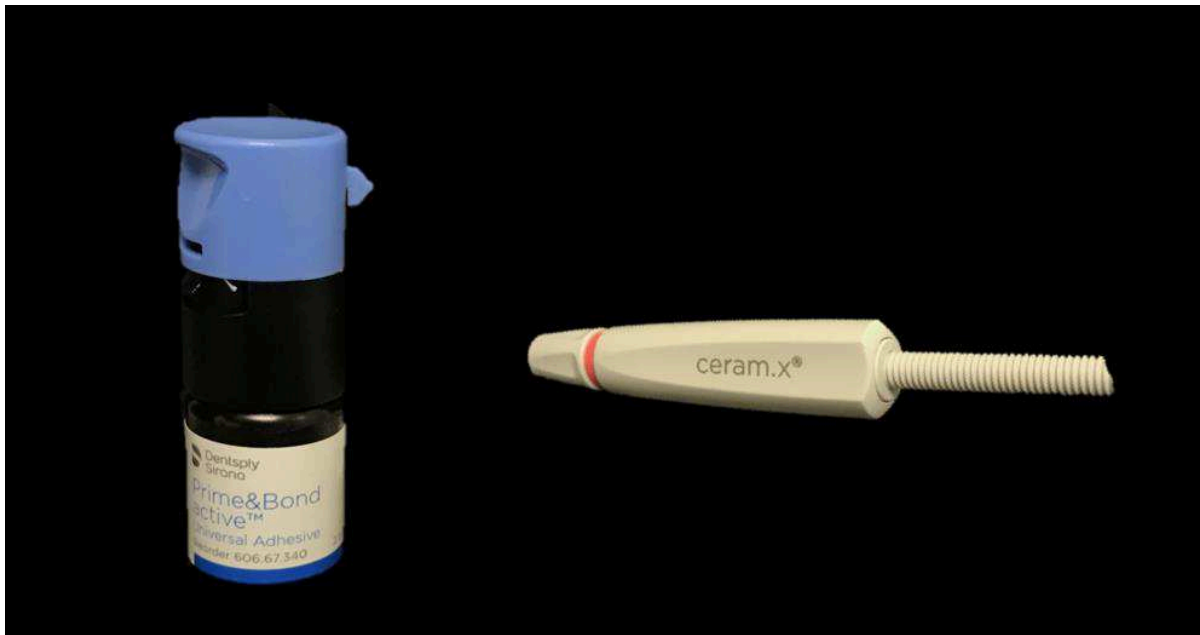


Figura 1 – Material avaliado no presente estudo. (A) Sistema adesivo universal *Prime&Bond Active™*; (B) Resina composta *Ceram.X®*.

A composição, fabricante, lote e validade (quando aplicados) dos materiais e equipamentos utilizados encontram-se descritos na Tabela 1 e 2.

Tabela 1 – Materiais utilizados e respetivas composições, fabricantes, lotes e validades.

MATERIAL	COMPOSIÇÃO QUÍMICA	FABRICANTE	LOTE	VALIDADE
Cloramina	Solução de cloramina T trihidratada a 1%	Laboratório de Bioquímica da Egas Moniz		
Ácido Ortofosfórico	Ácido ortofosfórico a 37,5%	DentaFlux	050319	2021-03
Prime & Bond Activer™	Resina acrílica modificada com ácido ortofosfórico, acrilato, isopropanol, água, iniciador e estabilizador	Dentsply, Konstanz, Baden-Württemberg, Germany	1801000881	2019-09-30

Resina Composta Ceram.x	Polisiloxano metacrilato modificado, resinas de dimetacrilato, pigmentos, estabilizadores, canforoquinona, fluoreto de itérbio, Etil-4(dimetilamino)benzoato, Bis(4-metil-fenil)hexafluorofosfato de iodónio, Bario-alumino-borossilicato de vidro	Dentsply, Konstanz, Baden-Württemberg, Germany	1804000839	2020-04
Verniz incolor	Acetato, Etil, Butil, Neopentil, Acetil, Isopropil, álcool, Nitrocelulose, Copolímero,	Fernanda e Capelo, Lda	IL 64	18 meses após abertura
TAB 2000	Resina acrílica	Kerr™, Scafati, Italy	6890729	2020-05-31
Corante	Fucsina Básica a 0,5%	Laboratório de Bioquímica da Egas Moniz		
Cola Aquecida	Cola universal	Fischer Darex®; France	842986	

Tabela 2 – Equipamentos utilizados e respetivos fabricantes.

EQUIPAMENTO	FABRICANTE
Turbina	Bien Air, Bienna, Suíça
Fotopolimerizador	COXO®, Guangdong Province, China
Termocicladora	Julabo FT 200, JULABO GmbH, Seelbach, Germany

Micrótomo de tecidos duros Accutom-50	Struers A/S, Ballerup, Denmark
Lupa estereoscópica – Leica EZ4	Leica Microsystems, Buffalo, USA

4.2 AMOSTRA

4.2.2 Seleção da amostra

Vinte molares humanos hígidos, recentemente extraídos por motivos ortodônticos ou periodontais, foram lavados em água corrente e foi efetuada a eliminação de vestígios de sangue e restos de tecido orgânico com cureta *Gracey 5/6* e água corrente. Para a desinfecção, os dentes foram conservados numa solução bacteriostática/bactericida de Cloramina-T Trihidratada a 1% durante uma semana, sendo posteriormente armazenados em água destilada a 4°C, trocada pelo menos uma vez a cada dois meses de modo a minimizar a deterioração das amostras até ao início do procedimento laboratorial, de acordo com a norma ISO/TS 11405: 2015.

Para a seleção dos dentes foram aplicados critérios de inclusão e exclusão, de forma a padronizar as amostras e a evitar a interferência de outros fatores alheios a este estudo:

Critérios de inclusão:

- Molares definitivos hígidos
- Ausência de cáries dentárias
- Ausência de restaurações
- Ausência de fraturas

Critérios de exclusão:

- Peças dentárias cuja inclusão no estudo tenha sido negada pelo dador
- Presença de cáries, restaurações e fraturas
- Dentes endodonciados

4.2.2 Processamento da amostra

A amostra foi dividida de forma aleatória por 4 grupos de 10 elementos cada e identificados por marcas com uma broca de fissura fina (859). Uma marca correspondia ao grupo A, duas ao grupo B, três ao grupo C e quatro marcas ao grupo D.

4.2.3 Preparação da amostra

Foram realizadas cavidades classe II em cada metade do dente, representando espécimes distintas. A cavidade tinha 2 mm em mesio-distal, 4 mm por vestibulo-lingual (Juloski *et al.*, 2013) e 6 mm de profundidade ocluso-gengival (4 mm da box oclusal e 2 mm da box gengival), como se verifica na figura 2.

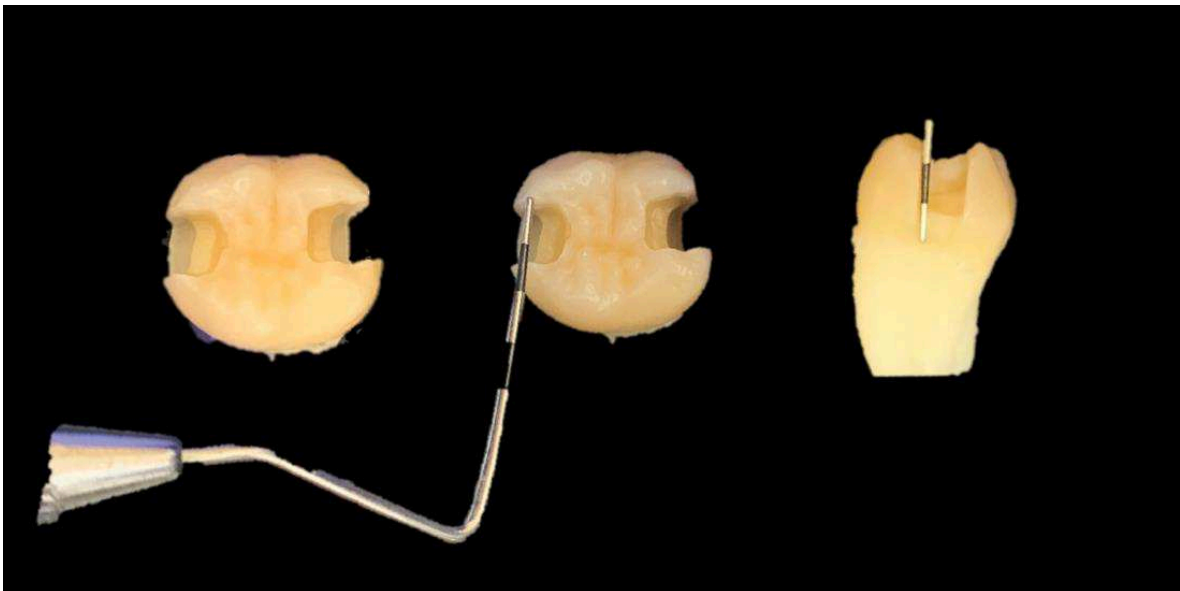


Figura 2 – Dimensões das cavidades padronizadas dos espécimes, medidas com uma sonda periodontal. (A) O dente com as duas cavidades, a mesial e a distal; (B) 4 mm por vestibulo-lingual; (C) 6 mm de profundidade ocluso-gengival, referindo também os 4 mm da box oclusal e 2 mm da box gengival.

Posteriormente, os grupos A e B foram preparados de acordo com o fabricante, enquanto os restantes dois grupos tiveram uma alteração no tempo de secagem do adesivo.

4.2.4 Protocolo de acordo com o fabricante

Para restaurações diretas, o plano de impregnação do sistema adesivo é o seguinte: Durante a preparação, a quantidade de sistema adesivo retirado do frasco é dispensada para um godé e, segundo o fabricante, mantém-se apta para utilização por um período até 30 minutos.

Para o método *etch-and-rinse*, é recomendado o condicionamento ácido nas margens de esmalte, por pelo menos 15 segundos, estendendo-se à dentina posteriormente, num período máximo de 15 segundos.

De seguida, o ácido é eliminado com água e dá-se o enxaguamento.

Na preparação da cavidade, é aplicado o *Prime&Bond Active*TM em todas as superfícies, tal como se encontra na figura 3, evitando a acumulação de excesso de adesivo. É prescrito que o adesivo seja ligeiramente agitado, por 20 segundos. O solvente deve ser evaporado com ar, por pelo menos 5 segundos.

A fotopolimerização deve ser realizada por 20 segundos, quando a radiação mínima é entre 500 a 800 mW/cm², ou 10 segundos se o mínimo da radiação for 800 mW/cm².

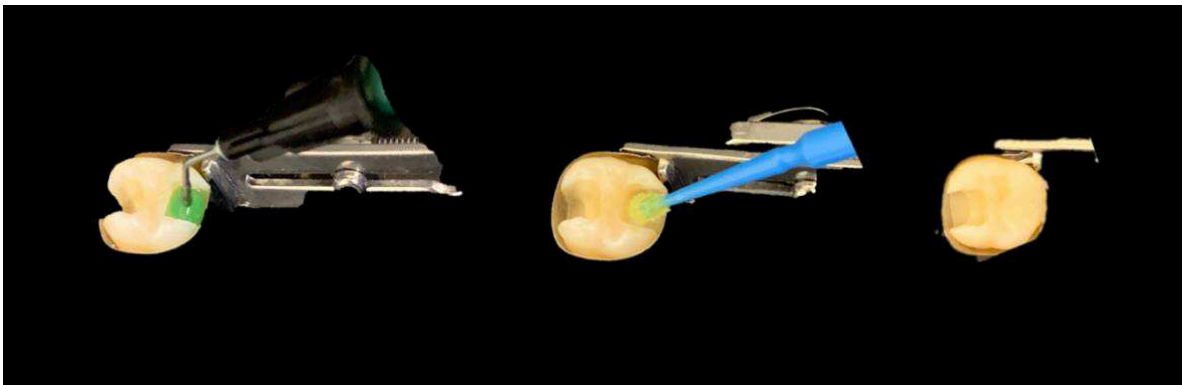


Figura 3 – Protocolo do sistema adesivo. (A) Colocação de ácido ortofosfórico; (B) Sistema adesivo; (C) Restauração a resina composta *Ceram.X*[®].

4.2.5 Protocolo modificado

A modificação para os grupos C e D consistiu no aumento do tempo de secagem do primer de 5 para 10 segundos, não alterando o protocolo antes ou depois dessa mesma etapa.

4.2.6 Procedimento comum a todas as amostras

Posteriormente, foram restauradas as cavidades com a resina composta *Ceram.X*[®] em camadas incrementais de 2 mm, como verificado na figura 3 (C), começando primeiramente pela box proximal, seguida a parte oclusal (Juloski *et al.*, 2013).

A fotopolimerização decorreu entre cada camada seguindo as instruções do fabricante, 20 segundos se a radiação da luz for maior que 500 mW/cm² ou 10 segundos, se maior que 800 mW/cm².

A amostra foi conservada em água destilada, na estufa, a 37° C durante 24 horas. (Bolgul *et al.*, 2017).

Após 24 horas, procedeu-se ao envelhecimento térmico da totalidade dos espécimes, submetendo-os a 500 ciclos de termociclagem em água destilada a uma temperatura de 5 e 55°C (± 2°C), com a duração de trinta segundos de imersão em cada banho, e um intervalo de transferência de cinco segundos, com o uso do termociclador, de acordo com a norma ISO/TS 11405:2015.

Concluído o processo de envelhecimento e secagem das amostras com seringa de ar, selou-se o ápex de cada dente, (figura 4), com resina acrílica autopolimerizável TAB 2000 (Kerr™, Scafati, Italy), e foram aplicadas duas camadas de verniz incolor (CLICHÉ, Portugal) em toda a superfície, deixando apenas exposta a restauração e 1 mm de tecido dentário em redor das margens da mesma para posterior imersão em fucsina básica (Bolgul *et al.*, 2017; Gyanani, Chhabra, Shah, & Jais, 2016).

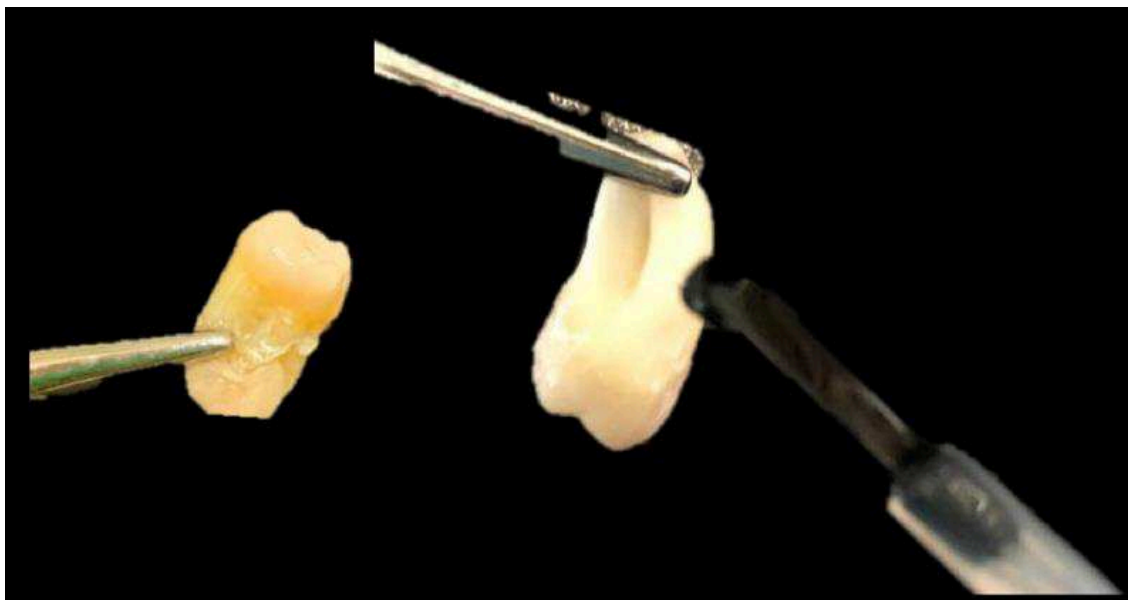


Figura 4 – Selamento da amostra (A) no ápex, com resina acrílica; (B) com verniz incolor em toda a superfície.

Todos os espécimes isolados foram imersos numa solução de fucsina básica a 0,5%, por um período de quatro horas, e armazenados em estufa à temperatura de 37°C, segundo a norma ISO/TS 11405:2015.

Foram removidos da solução corante, lavados em água corrente e, após secagem, os dentes foram individualmente fixados a um suporte de acrílico com cola aquecida e posteriormente seccionados no sentido mesio-distal, usando como referência o centro da restauração (Juloski et al., 2013; Kakaboura, Rahiotis, Watts, Silikas, & Eliades, 2007; Kalmowicz, Phebus, Owens, Johnson, & King, 2015), em duas metades idênticas no micrótomo de tecidos, com um disco diamantado a baixa rotação (velocidade de 0,350 mm/s) sob constante refrigeração de água, como verificado na figura 5.

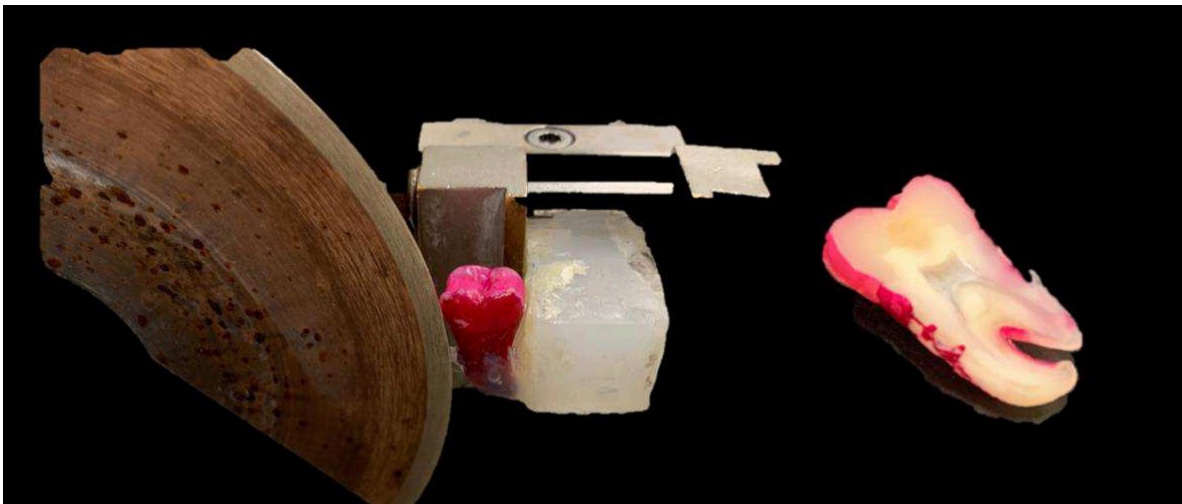


Figura 5 – Execução do corte dos espécimes. (A) Vista lateral do corte do micrótomo de tecidos duros; (B) uma das metades obtidas.

Foram obtidas duas metades idênticas e ambas observadas à lupa estereoscópica. Aquando apenas uma metade sofrera infiltração, essa foi a parte do espécime escolhida para avaliação. As metades não apreciadas foram excluídas da análise do estudo.

4.3 Avaliação da microinfiltração

A última etapa do processo correspondeu à análise dos valores de microinfiltração marginal, com a referência de uma escala paramétrica semi-quantitativa com algarismos de 0 a 3 (Politi, McHugh, Al-Fodeh, & Fleming, 2018).

Todas as amostras foram analisadas com recurso à lupa estereoscópica Leica EZ4.

A classificação da microinfiltração marginal seguiu uma escala ordinal em concordância com a norma ISO/TS 11405:2015:

Margens constituídas por esmalte e dentina – margem oclusal:

0: Sem penetração do corante

1: Penetração do corante ao nível do esmalte.

2: Penetração do corante ao nível da dentina, sem envolvimento da parede pulpar da cavidade

3: Penetração do corante envolvendo a parede pulpar da cavidade

Margens constituídas apenas por dentina – margem cervical:

0: Sem penetração do corante

1: Penetração do corante ao nível da dentina, sem envolvimento da parede pulpar da cavidade

2: Penetração do corante envolvendo a parede pulpar da cavidade

5. RESULTADOS

As 40 cavidades foram analisadas na lupa estereoscópica, após a imersão na fucsina e após terem sido seccionadas no micrótomo. A classificação do grau de infiltração foi efetuada de acordo com a norma ISO/TS 11405:2015.

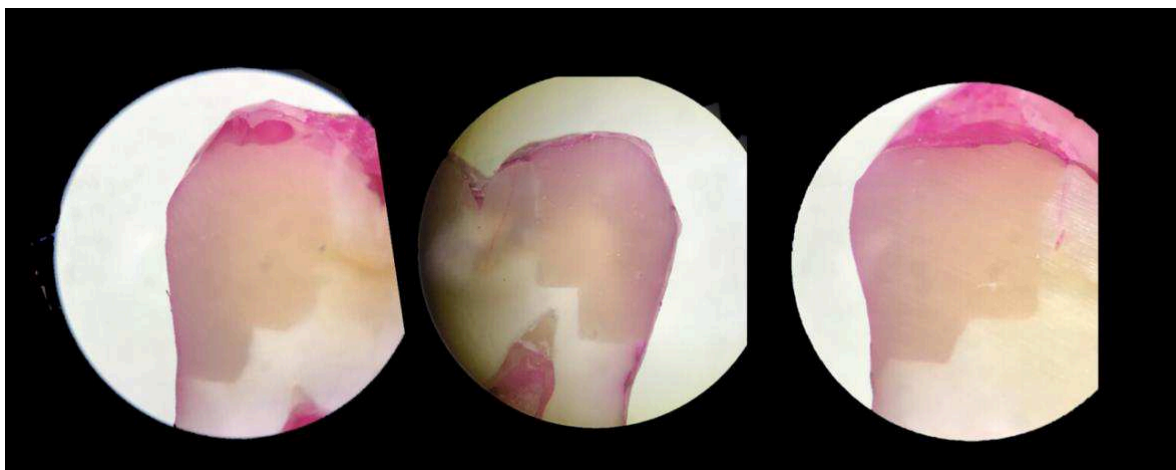


Figura 6 – Exemplos de microinfiltração avaliadas em grau 0.

Estipularam-se os grupos A e C para análise em esmalte, sendo o primeiro grupo correspondente à secagem do sistema adesivo de acordo com o fabricante e o grupo C com alteração para 10 segundos de secagem.

Já nos grupos B e D observou-se, na margem em dentina, a infiltração ocorrida aquando secagem do sistema adesivo durante 5 e 10 segundos, respetivamente.

Os resultados foram organizados em duas tabelas, consoante os seus grupos e a margem observada.

A tabela 3 diz respeito aos grupos A e C e a tabela 4 reúne os resultados dos grupos B e D.

Tabela 3 – Valores de infiltração para os grupos A e C, em margens de esmalte.

GRUPO A – 5 SEGUNDOS	GRUPO C – 10 SEGUNDOS
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0

0	0
0	0

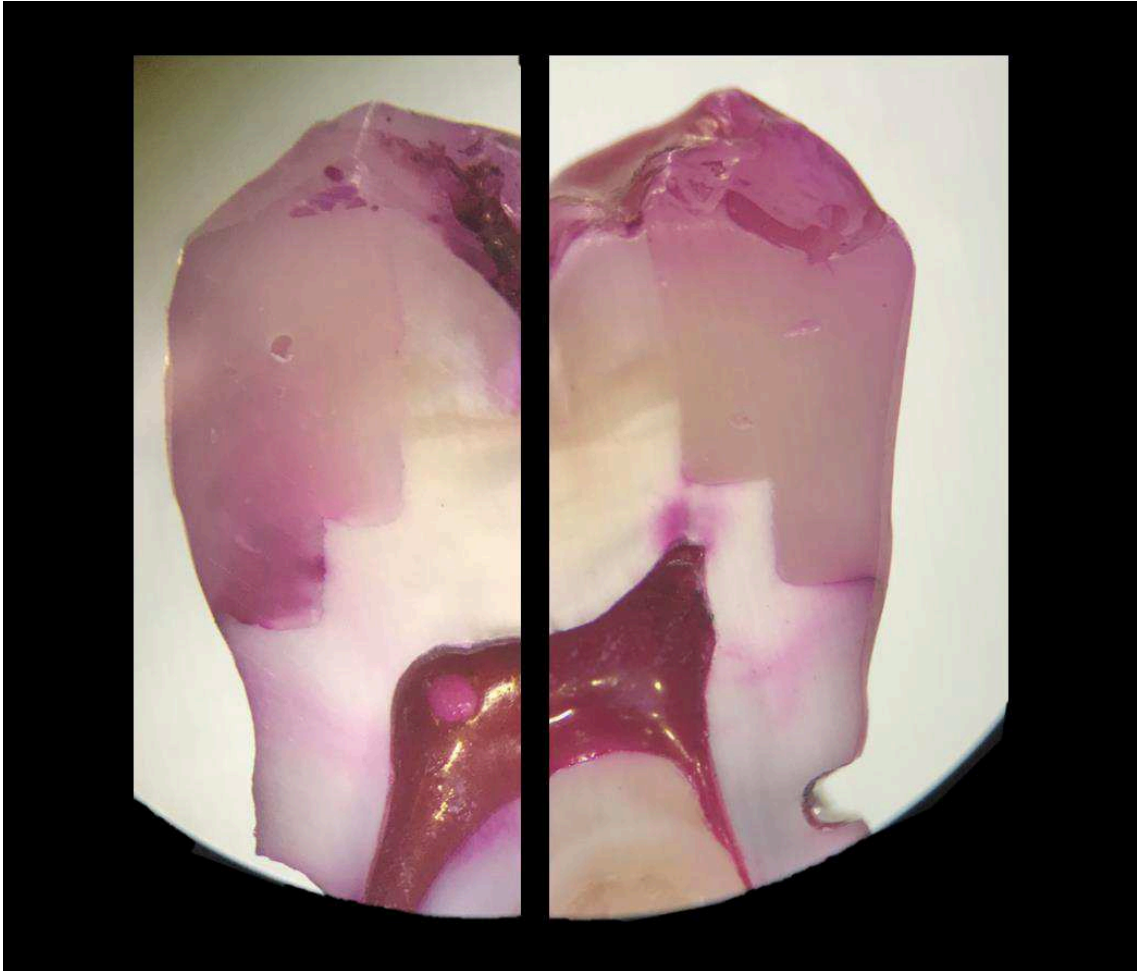


Figura 7 – (A) Verificação de infiltração grau 1 na dentina; (B) infiltração grau 2 na dentina.

Tabela 4 – Valores de infiltração para os grupos B e D, em margens de dentina.

GRUPO B – 5 SEGUNDOS	GRUPO D – 10 SEGUNDOS
0	0
0	0
0	0
0	2
0	0
0	0
0	1
0	0
0	0
0	0

Como se verifica na figura 6, obteve-se grau 0 na infiltração da maioria dos grupos. Em apenas dois espécimes foi avaliada a infiltração como grau 1 e 2, ambos no grupo D (figura 7).

Não se observaram diferenças entre os grupos, causadas por variação do tempo de secagem do sistema adesivo universal em estudo, seja em esmalte ou em dentina.

A análise estatística é exequível quando há diferenças nos resultados em, pelo menos, dois grupos distintos. Por essa razão, não foi possível realizar a análise estatística.

6. DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo avaliar a microinfiltração marginal de restaurações e a interferência que o aumento do tempo de secagem do sistema adesivo *Prime&Bond Active™* tem, em comparação com o tempo recomendado pelo fabricante.

As hipóteses alternativas estão excluídas por não haver diferenças na microinfiltração, nas duas interfaces. As hipóteses mais suportadas neste estudo são as nulas, já que não se verificaram diferenças entre os métodos ou substratos dentários testados.

Como referido nos materiais e métodos, foram recolhidos vinte molares hígidos e preparados com duas cavidades, uma em mesial e outra em distal, com uma broca troncocónica e com as seguintes medidas, 2 mm em mesio-distal, 4 mm por vestibulo-lingual (Juloski *et al.*, 2013) e 6 mm de profundidade ocluso-gengival (4 mm da box oclusal e 2 mm da box gengival).

O sucesso a longo prazo de uma restauração é limitado pela sua durabilidade no ambiente oral (Freeman, Varanasi, Meyers, & Symons, 2012). Para simular a experiência intraoral e torná-la o mais realista possível, recorre-se à termociclagem.

Este sistema é convencionalmente usado para simular o envelhecimento *in vivo* dos materiais restauradores, ao submetê-los a uma exposição repetitiva a ciclos de temperaturas quente e fria, em banhos de água (Morresi *et al.*, 2014). O efeito pretendido na termociclagem pode ser alterado de acordo com a temperatura e o número de ciclos.

Os valores das temperaturas foram considerados o mais próximo possível da fisiologia da cavidade oral (Morresi *et al.*, 2014). Contudo, a variação da temperatura na boca é muito dinâmica e difícil de avaliar. Assim, muitos autores consideram 5°C e 55°C temperaturas demasiado extremas para refletir as variações de temperatura dos fluídos orais. O número de ciclos estimados em 2 meses em boca corresponderiam a 500 ciclos (Stewardson, Shortall, & Marquis, 2010).

Por outro lado, num estudo de Sangwichit, Kingkaew, Pongprueksa, & Senawongse, (2016) foi demonstrado o efeito da termociclagem na degradação da interface resina/dentina. As três possíveis explicações para o facto são a possível degradação física devido a maiores coeficientes de contração/expansão térmica do material restaurador que

gera tensão na interface resina /estrutura dentária, formando uma lacuna; degradação química devido à alta temperatura que acelera a hidrólise dos monómeros; ou degradação biológica do colagénio na camada híbrida por ativação das metaloproteinases.

O método mais comum para medir a capacidade de selamento é a penetração de corante capaz de penetrar em espaços onde clinicamente não poderia haver infiltração bacteriana. Entre os vários corantes disponíveis para utilização, os mais comuns são o azul de metileno, a fucsina básica e o nitrato de prata com reveladores (Patel *et al.*, 2015).

O corante utilizado no presente estudo foi a fucsina básica (Lokhande *et al.*, 2014; Poggio, Chiesa, Scribante, Mekler, & Colombo, 2013), uma vez que o azul de metileno não é estável às temperatura e luz ambientes (Heintze, 2013) e o nitrato de prata é considerado um revelador difícil pelo diâmetro do ião de prata ser muito pequeno quando comparado ao de uma bactéria (Silva Santana, Bombana, Flório, & Basting, 2009).

A penetração por corante aparenta ser o único método para avaliar diferenças no material, em laboratório e para ganhar alguma segurança antes do início dos ensaios clínicos (Heintze, 2013).

Embora o método de penetração do corante seja o mais comumente usado, apresenta algumas limitações, como o tipo, tamanho e concentração do corante, o *pH* das soluções aquosas de imersão e a afinidade química do corante com os tecidos duros, que podem influenciar os resultados obtidos (Kakaboura *et al.*, 2007).

A evaporação do solvente antes da fotopolimerização do sistema adesivo é considerada uma etapa importante para aumentar a efetividade da adesão, uma vez que este é considerado o responsável pela produção de áreas onde a polimerização é incompleta (Chimeli *et al.*, 2014). Quando a secagem não é suficiente, formam-se pequenos poros e fendas que podem levar à falha da interface adesiva (Yasushi Chiba *et al.*, 2006) e à separação de monómeros (Cadenaro *et al.*, 2019).

No presente estudo, avaliou-se a microinfiltração em margens de esmalte e dentina, com 2 tempos diferentes de secagem do sistema adesivo.

Os resultados obtidos demonstram a inexistência de corante na interface resina/esmalte, com o valor de 0 nos dois grupos, A e C, concluindo que não há diferenças na infiltração em margens de esmalte, com a aplicação do ar durante 5 ou 10 segundos.

Esta ocorrência confirma o facto do processo de adesão micromecânica da resina composta ao esmalte ser um processo mais eficaz, em comparação com a ligação resina/dentina (Kalmowicz *et al.*, 2015). Os níveis obtidos de infiltração equivalente a 0 determinam uma restauração sem lacunas, com as margens adaptadas e consequentemente menos efeitos secundários.

Em relação à ligação resina/dentina, são levantadas preocupações sobre a possibilidade dos adesivos dentários realmente selarem a dentina. Aparentemente, há espaços nanométricos que permanecem com água, após a evaporação do solvente (Bail *et al.*, 2012).

O processo fundamental envolvido na adesão de um adesivo à dentina é a remoção da fase mineral do substrato dentinário, sem alterar a matriz de colagénio, preenchendo esses espaços com resina adesiva que ao polimerizar forma a camada híbrida (Spencer *et al.*, 2010).

O adesivo usado na presente investigação contém água. Um aumento na concentração de água resulta na diminuição do grau de conversão dos monómeros, resultando numa polimerização menos eficaz do adesivo (Luque-Martinez *et al.*, 2014). Com tempos de evaporação mais curtos, a água pode atingir um valor de concentração acima do qual os monómeros não polimerizam adequadamente (Luque-Martinez *et al.*, 2014), pelo que é de extrema importância o tempo de secagem do adesivo ser suficiente para a completa evaporação da água.

Também foi relatado que a secagem ao ar excessiva pode diminuir a resistência da união, devido à polimerização ser dificultada pela inibição do oxigénio (Ikeda *et al.*, 2005).

Para a interface resina/dentina, o resultado atingido foi maioritariamente de pontuação de 0 nos dois grupos, B e D, com tempos de secagem de 5 e 10 segundos. Embora em dois espécimes se ter obtido os valores de 1 e 2, no grupo correspondente à evaporação do adesivo durante 10 segundos, observando os resultados, a capacidade de selamento deste adesivo não varia com o tempo de secagem.

Nos dois resultados em que a infiltração não foi nula, a penetração do corante é visualizada em cervical, correspondendo a uma falha em dentina.

A retenção das restaurações cervicais depende da preparação dentinária e do sistema adesivo (Heintze, 2013). Em restaurações classe II, a falha secundária é mais frequentemente localizada a cervical e está relacionada com a quebra da ligação entre o dente e o compósito, fazendo com que aumentem os níveis de bactérias cariogênicas, no perímetro desses materiais (Spencer *et al.*, 2010).

A qualidade da ligação da dentina e do esmalte na área cervical das restaurações de classe II é inferior à de outras áreas da cavidade, mesmo se for utilizado um bom sistema adesivo (Heintze, 2013).

Existe uma diferença na desmineralização da dentina em margens cervicais ou proximais, que pode ser devido ao facto da dentina na margem cervical ser menos mineralizada, e também a presença de água ser menor nas paredes proximais, o que aumenta a adesão à resina (Spencer *et al.*, 2010). A existência de poucos prismas de esmalte para condicionar e a ausência de túbulos dentinários são fatores que podem condicionar a adesão na área cervical da restauração (Heintze, 2013).

A biodegradação da interface dentina/resina pode ocorrer por dois processos, tal como a hidrólise dos componentes resinosos dos adesivos e da resina adesiva provocada por esterases salivares e bacterianas, e a degradação das fibras de colagénio pelas metaloproteinases da matriz dentinária (Huang, Cvitkovitch, Santerre, & Finer, 2018; Serkies, Garcha, Tam, De Souza, & Finer, 2016).

As esterases são um tipo de enzimas presentes na saliva, cujas funções são a degradação de substratos à base de resina, eliminando os subprodutos que regulam os genes associados ao crescimento e formação do biofilme (Huang *et al.*, 2018) e a clivação das ligações éster dos monómeros à base de metacrilato, como o TEGDMA (Jaffer, Finer, & Santerre, 2002).

Imediatamente após a exposição à saliva humana, as taxas de hidrólise são controladas pela atividade catalítica das esterases, o que demonstra que a matriz da resina adesiva polimerizada é bastante suscetível à degradação mediada pelas enzimas (Shokati, Tam, Santerre, & Finer, 2010).

Serkies *et al.* (2016) concluíram que o impacto das metaloproteinases é menor em comparação com o efeito provocado pelas esterases salivares, uma vez que a influência das metaloproteinases é menor quando comparado à repercussão da água residual e da atividade das esterases salivares, exigindo períodos de incubação mais longos para que a consequência das metaloproteinases seja detetada.

As metaloproteinases da matriz são uma família de enzimas dependentes de zinco e cálcio que contribuem para a degradação da camada híbrida, reduzindo a durabilidade da interface adesiva ao longo do tempo. São ativadas por alterações de *pH* causadas pelo condicionamento ácido ou pelos próprios monómeros acídicos do sistema adesivo (Tjäderhane *et al.*, 2013).

O processo envolve a hidrólise e consequente remoção da resina que outrora tenha sido infiltrada na dentina desmineralizada. Esta quebra da resina adesiva é facilitada pela entrada de água no adesivo, uma vez que a fase hidrofílica mal polimerizada se degrada rapidamente em ambiente aquoso (Spencer *et al.*, 2010). Também a acumulação de água na matriz pode resultar na degeneração de colagénio, na camada híbrida (Tjäderhane *et al.*, 2013).

A contração de polimerização de materiais restauradores de resina gera tensão na interface dente/restauração e pode clinicamente levar à formação de falhas marginais (Kim & Park, 2014). Por não ser possível eliminar a contração de polimerização, é necessário tentar diminuir as consequências deste fenómeno, tal como o uso da técnica incremental de 2 mm e da configuração da cavidade (Factor C).

Definindo o fator C como a razão entre o número de superfícies livres e o número de superfícies aderidas (Feilzer, Dooren, de Gee, & Davidson, 1995), o vazamento marginal das restaurações compostas pode estar relacionado com a tensão de contração e polimerização associadas à configuração da cavidade (Silva Santana *et al.*, 2009).

Uma vez que as cavidades no presente estudo foram standardizadas, o fator C será igual para todos os grupos.

Também têm sido relatados esforços para minimizar o *stress* causado pela polimerização, alterando a formulação dos compósitos (Kim & Park, 2014).

Aquando a analogia entre investigações, no estudo Luque-Martinez *et al.* (2014), os resultados com a estratégia de *etch-and-rinse* foram melhores do que com *self-etch*, independentemente do tempo de evaporação. Para apenas o adesivo *Scotchbond™ Universal*, o aumento do tempo de evaporação de 5 para 15 segundos obteve valores menores de nanoinfiltração. Contudo, difere do presente estudo no método experimental, nomeadamente o uso de nitrato de prata como corante, análise em quatro tempos de evaporação (5, 10, 15 e 20 segundos), e a constituição dos adesivos envolvidos incluir solventes orgânicos, como acetona ou etanol, em adição a água, para além de outros monómeros como o HEMA.

O monómero mono-funcional hidroxietil metacrilato (HEMA) comporta-se como solvente, contudo, a sua eficácia de polimerização é baixa e retém muita água proveniente do adesivo, por ser bastante hidrofílico. Esta água residual, se não for removida, afeta a polimerização. Para além disso, o HEMA capta água, da dentina subjacente, mas também do ambiente da cavidade oral, o que enfraquece diretamente a formação do polímero na interface adesiva e promove a degradação das ligações hidrolíticas. (Ahmed *et al.*, 2019).

O HEMA, ao ser um excelente monómero promotor de adesão, torna a dentina mais húmida, melhorando significativamente a resistência da união. No entanto, absorve facilmente a água. (Van Landuyt *et al.*, 2007).

À medida que a água evapora, a concentração de HEMA aumenta, o que diminui a pressão do vapor de água que dificulta a remoção da restante quantidade de água (Ikeda *et al.*, 2005; E. L. Pashley, Zhang, E. Lockwood, Rueggeberg, & Pashley, 1998). Deste modo, o HEMA, um componente primário em muitos adesivos dentinários comerciais de frasco único, pode reduzir drasticamente a evaporação da água. (E. L. Pashley *et al.*, 1998).

Altas concentrações de HEMA no adesivo podem ter efeitos deteriorantes nas propriedades mecânicas do polímero resultante (Van Landuyt *et al.*, 2007), além de ser citotóxico para os fibroblastos gengivais (Pagano *et al.*, 2019). Outra desvantagem deste monómero é a redução da camada de 10-MDP nas interfaces adesivas, aquando da utilização do adesivo na estratégia *self-etch* (Ahmed *et al.*, 2019; Yoshida, Yoshihara, Hayakawa, *et al.*, 2012).

Na composição da mistura do adesivo, estão presentes os monómeros PENTA e 10-MDP, que fornecem à formulação adesiva final o valor desejado de *pH* crucial para ser compatível com outros compósitos e cimentos (Chen & Suh, 2013). Ambos condicionam o substrato dentário libertando íons de cálcio solvatados, que ficam retidos instantaneamente na camada híbrida, formando complexos irreversíveis de fosfato de cálcio (Van Landuyt *et al.*, 2007). Este fenómeno denomina-se *nanolayering*.

O 10-MDP possui um forte potencial de interação química primária (Ahmed *et al.*, 2019), capaz de formar um sal de cálcio forte e estável por meio de interação química com cristais de hidroxiapatite (Van Landuyt *et al.*, 2007).

O processo inicia-se quando o adesivo que contém o monómero 10-MDP é aplicado na dentina e a superfície fica parcialmente desmineralizada. Os íons de cálcio libertados da dissolução incompleta da hidroxiapatite difundem-se na camada híbrida e depositam-se nas moléculas de MDP, produzindo sais de MDP-Ca em nano-camadas (Yoshida, Yoshihara, Nagaoka, *et al.*, 2012).

A composição em *nano-layering* torna a ligação da hidroxiapatite ao 10-MDP durável, a hidroxiapatite mais resistente à dissolução ácida e pode ajudar na proteção da camada híbrida contra a biodegradação (Yoshida, Yoshihara, Nagaoka, *et al.*, 2012).

Durante toda a presente investigação, foi utilizado o sistema adesivo *Prime&Bond Active™*, constituído por componentes com funções específicas e essenciais à boa adesão ao substrato dentário.

Segundo o seu fabricante, *Prime&Bond Active™* é um adesivo de condicionamento leve com *pH* de 2,5, constituído por acrilato multifuncional, resina de acrilato modificada com ácido fosfórico, iniciador, estabilizador, isopropanol, água, PENTA e 10-MDP. A sua fórmula é livre de HEMA, UDMA e TEGDMA.

Para garantir o equilíbrio entre hidrofobicidade e hidrofiliabilidade, o acrilato multifuncional assume a vantagem de ser compatível com a água, evitando a separação de fases e proporcionando uma eficiente conversão de polimerização (Ahmed *et al.*, 2019).

O compósito é muito viscoso para se ligar diretamente à superfície do dente. Para superar essa limitação, deve ser usado um adesivo de baixa viscosidade entre o dente e o compósito (Spencer *et al.*, 2010).

Na literatura, é estudado que os adesivos com carga inorgânica com uma viscosidade razoável formariam camadas híbridas mais espessas, o que proporcionaria elasticidade suficiente para melhorar o selamento marginal (Desiderio, Ccahuanna, Gomes, & Máximo, 2005). Por outro lado, adesivos com carga inorgânica proporcionam diminuição de *stress* e tensão nas restaurações a resina composta, causados pela contração de polimerização, alterações térmicas e carga oclusal (Ritter, Swift, Heymann, Sturdevant, & Wilder, 2009). A inclusão de partículas com carga no adesivo aumenta a sua viscosidade, impede o excesso de camadas adesivas não preenchidas e polimerizadas de forma incompleta devido à inibição de oxigênio (Frankenberger, Perdigão, Rosa, & Lopes, 2001) e evita a inibição da reação de polimerização por radicais livres (Anusavice *et al.*, 2013).

Ritter *et al.* (2019) compararam a resistência adesiva entre um adesivo sem (*Prime&Bond™2.1*) e com carga inorgânica (*OptiBond™ Solo*). Apesar do adesivo sem carga ter tido um desempenho ligeiramente melhor após 18 meses da restauração, as referências concluem que o adesivo preenchido com carga é mais resistente às forças de fadiga e pode fornecer uma retenção mais durável.

Sob a perspectiva de Magne, Kim, Cascione, & Donovan (2005), a carga inorgânica confere ao sistema adesivo *OptiBond™ FL* a capacidade de formar uma camada consistente e uniforme, promovendo menos *stress* e adaptar melhor ao substrato dentinário .

Apesar da adição de partículas de carga inorgânica trazer benefícios ao adesivo, os seus efeitos ainda são incertos devido à possível incapacidade de penetração na rede de colagênio desmineralizada pela diferença de tamanho da partícula (40 *nm*) e do espaço interfibrilar (20 *nm*) (Anusavice *et al.*, 2013).

Deste modo, Miyazaki, Ando, Hinoura, Onose, & Moore (1995) verificaram que a resistência adesiva decresceu gradualmente com o aumento da carga inorgânica no adesivo. Além disso, com o aumento da quantidade de carga inorgânica, o adesivo torna-

se mais espesso, podendo conter espaços vazios internos, o que diminuiria a resistência da ligação

Segundo o fabricante, o adesivo em estudo contém uma viscosidade considerada ótima, tornando a sua camada híbrida adequadamente espessa, após polimerização, o que faz com que não seja necessária a adição de carga inorgânica à composição deste adesivo.

A concentração e tipo de solvente e a espessura dos túbulos dentinários influenciam a difusão e o comprimento das redes de polímeros e a viscosidade, afetando a polimerização (Luque-Martinez *et al.*, 2014; Tay, Gwinnett, Pang, & Wei, 1995) . Este processo denomina-se capilaridade.

Por o lúmen ser redondo e a parede altamente mineralizada, o túbulo dentinário possui uma estrutura que favorece o movimento de fluídos, como o solvente, através de forças capilares (Berggren & Braennstroem, 1965).

O excesso de solvente no adesivo polimerizado pode resultar numa estrutura porosa na interface adesivo/dentina (Luque-Martinez *et al.*, 2014; Tay *et al.*, 1995)

Um dos elementos essenciais do adesivo é a água. O solvente que desempenha um condicionamento suficiente quando a estratégia utilizada é *self-etch* ou *selective enamel etching* é o solvente com maior compatibilidade à dentina, em contrapartida, a sua alta polaridade combinada com a sua baixa pressão de vapor dificulta a evaporação, antes da fotopolimerização. Segundo o fabricante, geralmente é combinado com um co-solvente. Como co-solvente, o isopropanol oferece um equilíbrio excelente entre a polaridade e molhabilidade de superfície do substrato. Mostrou vantagens em termos de estabilidade de armazenamento da fórmula, dosagem económica e na remoção de água ou álcool.

A passagem de solventes, como a água, em adesivos hidrofílicos, nos túbulos dentinários por osmose forma continuamente bolhas de água devidas à diferença no teor de humidade da dentina (Hashimoto, Fujita, Endo, & Ohno, 2009).

A água é um constituinte essencial nos adesivos, uma vez que gera os iões de hidrogénio necessários para uma eficaz dissolução e desmineralização (Yasushi Chiba *et al.*, 2006), e ioniza os monómeros acídicos, permitindo que eles interajam com o substrato dentário. Contudo, aquando da não evaporação total, a água residual desencadeia a degradação

hidrolítica de polímeros e colagénio (Jorge Perdigão & Swift, 2015) e a separação de fases de grupos hidrofóbicos e hidrofílicos (Cadenaro *et al.*, 2019).

A presença de água remanescente pode interferir na polimerização, deixando monómeros não ionizados suscetíveis à lixiviação (Hashimoto *et al.*, 2009). Desse modo, a água e o etanol atuam como inibidores da polimerização dos componentes da resina no adesivo (Cho & Dickens, 2004).

A água é responsável pela decomposição química, nomeadamente a oxidação e hidrólise da matriz da resina (Dhanpal, Yiu, King, Tay, & Hiraishi, 2009), ao converter monómeros acídicos não ionizados em ionizados para ativar a desmineralização (Hashimoto *et al.*, 2009), prejudicando a propagação e crescimento da rede de polímeros. (Bail *et al.*, 2012).

A extensão da retenção de solvente na rede de polímero é influenciada pela polaridade da resina (Yiu *et al.*, 2005).

Não é possível fazer uma comparação direta dos resultados obtidos, uma vez que na literatura o material e o método utilizados diferem do presente estudo, contudo far-se-á uma equiparação indireta.

Na investigação de Ahmed *et al.* (2019), embora a variável analisada tenha sido a resistência de união à microtração, avaliou-se o sistema adesivo *Prime&Bond Active™*. O seu estudo deteve-se em comparar formulações de adesivos comerciais otimizadas para o seu desempenho de adesão. Os resultados obtidos foram mais favoráveis para a estratégia *etch-and-rinse* que obteve valores mais altos de resistência à microtração, independentemente do tempo de termociclagem. Uma das explicações poderá estar relacionada com a composição do adesivo, tal como a ausência de HEMA, e a junção de água como solvente e isopropanol.

Y. Chiba *et al.* (2006) analisaram a resistência de união à microtração aquando alteração no tempo de secagem de 0 para 5 e 10 segundos para cinco sistemas adesivos. As forças de união foram sensivelmente menores quando a superfície dentária não foi seca ao ar, correspondente a 0 segundos, para a maior parte dos adesivos. Apenas para o adesivo *One-Up® Bond F Plus* parece ter havido um tempo de secagem máximo de 5 segundos, uma vez que nos 10 segundos de ar aplicados, houve uma descida drástica na resistência de união. Para os tempos de secagem de 10 segundos, foram obtidas altas forças de união

e uma boa adaptação na interface adesivo dentina. Já para os grupos com 0 segundos de tempo de secagem ao ar para cada adesivo, as falhas e fraturas foram observadas na superfície da dentina.

Assim, o objetivo do presente estudo foi cumprido, tendo sido feita a avaliação da microinfiltração entre os protocolos do fabricante e o alterado.

Por se tratar de um estudo *in vitro*, os resultados obtidos na presente investigação apresentam vantagens e limitações, o que pode não coincidir à realidade na prática clínica.

7. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos no presente estudo, é possível concluir que:

- A distribuição dos diferentes graus de microinfiltração não se alterou com o substrato dentário, uma vez que não houve diferenças nos valores quer em margens em esmalte quer em dentina.
- A taxa de sucesso de uma restauração direta não se apresentou dependente dos tempos de evaporação do sistema adesivo, uma vez que não houve diferenças nos diferentes tempos de secagem.
- A ocorrência de microinfiltração marginal em restaurações diretas classe II pode apresentar maior propensão em margens em dentina, localizadas a cervical.

7.1 Relevância Clínica

Com a preocupação inerente às variações do tempo de secagem do adesivo na prática clínica, diferentes do que o fabricante considera ideal, foram estudados os efeitos secundários da não total evaporação do adesivo e a sua polimerização incompleta.

A microinfiltração consiste na acumulação de fluídos e bactérias patogénicas entre a superfície dentária e o material restaurador. Este processo pode estar associado a variados fatores, nomeadamente a constituição do material restaurador, o método de polimerização, a cavidade e o operador.

O presente estudo confirma que, para o sistema adesivo universal *Prime&Bond Active™*, um aumento no tempo de secagem do adesivo não altera as propriedades da interface adesiva.

Contudo, investigações adicionais seriam necessárias para analisar o efeito a longo prazo da degradação da ligação substrato dentário ao material restaurador, aquando da presença de solventes residuais.

7.2 Perspetivas Futuras

Em futuros ensaios laboratoriais, poderá ser pertinente:

- Comparar a infiltração marginal, com secagem do sistema adesivo com jatos de ar a temperaturas quentes;
- Avaliar o padrão de nanoinfiltração, com recurso a microscopia electrónica;
- Analisar com um método quantitativo, eliminando o fator de subjetividade do observador;
- Comparar a eficácia de penetração de outros marcadores corantes com diferentes tamanhos de partícula;
- Desenvolver a linha de investigação com recurso a restaurações indiretas.

8. BIBLIOGRAFIA

- Ahmed, M. H., De Munck, J., Van Landuyt, K., Peumans, M., Yoshihara, K., & Van Meerbeek, B. (2019). Do Universal Adhesives Benefit from an Extra Bonding Layer? *The Journal of Adhesive Dentistry*, 21(2), 117–132. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a42304>
- Anusavice, K. J., Shen, C., & Rawls, H. R. (2013). *Phillip's Science of Dental Materials* (Edition 12). St. Louis, Missouri: Elsevier.
- Bail, M., Malacarne-Zanon, J., Silva, S. M. A., Anauate-Netto, A., Nascimento, F. D., Amore, R., ... Carrilho, M. R. (2012). Effect of air-drying on the solvent evaporation, degree of conversion and water sorption/solubility of dental adhesive models. *Journal of Materials Science. Materials in Medicine*, 23(3), 629–638. <https://doi.org/10.1007/s10856-011-4541-y>
- Bedran-Russo, A., Leme-Kraus, A. A., Vidal, C. M. P., & Teixeira, E. C. (2017). An Overview of Dental Adhesive Systems and the Dynamic Tooth-Adhesive Interface. *Dental Clinics of North America*, 61(4), 713–731. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2017.06.001>
- Behery, H., El-Mowafy, O., El-Badrawy, W., Nabih, S., & Saleh, B. (2018). Gingival microleakage of class II bulk-fill composite resin restorations. *Dental and Medical Problems*, 55(4), 383–388. <https://doi.org/10.17219/dmp/99264>
- Berggren, G., & Braennstroem, M. (1965). THE RATE OF FLOW IN DENTINAL TUBULES DUE TO CAPILLARY ATTRACTION. *Journal of Dental Research*, 44, 408–415. <https://doi.org/10.1177/00220345650440021701>

- Bolgul, B. S., Ayna, B., Simsek, I., Celenk, S., Seker, O., & Kilinc, G. (2017). Leakage testing for different adhesive systems and composites to permanent teeth. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, 20(7), 787–791. <https://doi.org/10.4103/1119-3077.171417>
- Buonocore, M. G. (1955). A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *Journal of Dental Research*, 34(6), 849–853. <https://doi.org/10.1177/00220345550340060801>
- Burke, F. T., Lawson, A., Green, D. J., & Mackenzie, L. (2017). What's new in dentine bonding?: Universal adhesives. *Dental Update*, 44(4), 328–340. <https://doi.org/10.12968/denu.2017.44.4.328>
- Cadenaro, M., Maravic, T., Comba, A., Mazzoni, A., Fanfoni, L., Hilton, T., ... Breschi, L. (2019). The role of polymerization in adhesive dentistry. *Dental Materials*, 35(1), e1–e22. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2018.11.012>
- Cardoso, P. de C., Loguercio, A. D., Vieira, L. C. C., Baratieri, L. N. B., & Reis, A. (2005). Effect of prolonged application times on resin-dentin bond strengths. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 7(2), 143–149.
- Chen, L., & Suh, B. I. (2013). Effect of hydrophilicity on the compatibility between a dual-curing resin cement and one-bottle simplified adhesives. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 15(4), 325–331. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a28604>
- Chiba, Y., Yamaguchi, K., Miyazaki, M., Tsubota, K., Takamizawa, T., & Moore, B. K. (2006). Effect of air-drying time of single-application self-etch adhesives on

- dentin bond strength. *Operative Dentistry*, 31(2), 233–239.
<https://doi.org/10.2341/05-19>
- Chimeli, T. B. C., D’alpine, P. H. P., Pereira, P. N., Hilgert, L. A., Di Hipólito, V., Garcia, F. C. P., ... Garcia, F. C. P. (2014). Effects of solvent evaporation on water sorption/solubility and nanoleakage of adhesive systems. *Journal of Applied Oral Science*, 22(4), 294–301. <https://doi.org/10.1590/1678-775720130653>
- Cho, B.-H., & Dickens, S. H. (2004). Effects of the acetone content of single solution dentin bonding agents on the adhesive layer thickness and the microtensile bond strength. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 20(2), 107–115.
- De Munck, J., Van Landuyt, K., Peumans, M., Poitevin, A., Lambrechts, P., Braem, M., & Van Meerbeek, B. (2005). A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: Methods and results. *Journal of Dental Research*, 84(2), 118–132.
<https://doi.org/10.1177/154405910508400204>
- Desiderio, P., Ccahuanna, R. A., Gomes, C. R., & Máximo, M. A. (2005). *INFLUÊNCIA DA ADIÇÃO DE CARGA INORGÂNICA AOS SISTEMAS ADESIVOS NA RESISTÊNCIA ADESIVA À DENTINA*. 20(47), 6.
- Dhanpal, P., Yiu, C. K. Y., King, N. M., Tay, F. R., & Hiraishi, N. (2009). Effect of temperature on water sorption and solubility of dental adhesive resins. *Journal of Dentistry*, 37(2), 122–132. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2008.10.004>

- El-Mowafy, O., El-Badrawy, W., Eltanty, A., Abbasi, K., & Habib, N. (2007). Gingival microleakage of Class II resin composite restorations with fiber inserts. *Operative Dentistry*, 32(3), 298–305. <https://doi.org/10.2341/06-86>
- Feilzer, A. J., Dooren, L. H., de Gee, A. J., & Davidson, C. L. (1995). Influence of light intensity on polymerization shrinkage and integrity of restoration-cavity interface. *European Journal of Oral Sciences*, 103(5), 322–326.
- Ferracane, J. L., & Hilton, T. J. (2016). Polymerization stress—Is it clinically meaningful? *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 32(1), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2015.06.020>
- Filho, H. N., Fares, N. H., Fiuza, C. T., Nagem, H. D., & Couto, M. G. P. (2014). Sistemas adesivos – classificação. *Full Dentistry in Science*, 5(20), 6.
- Frankenberger, R., Perdigão, J., Rosa, B. T., & Lopes, M. (2001). «No-bottle» vs «multi-bottle» dentin adhesives—A microtensile bond strength and morphological study. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 17(5), 373–380.
- Freeman, R., Varanasi, S., Meyers, I. A., & Symons, A. L. (2012). Effect of air abrasion and thermocycling on resin adaptation and shear bond strength to dentin for an etch-and-rinse and self-etch resin adhesive. *Dental Materials Journal*, 31(2), 180–188.
- Fujiwara, S., Takamizawa, T., Barkmeier, W. W., Tsujimoto, A., Imai, A., Watanabe, H., ... Miyazaki, M. (2018). Effect of double-layer application on bond quality of

- adhesive systems. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 77, 501–509. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2017.10.008>
- Giannini, M., Makishi, P., Ayres, A. P. A., Vermelho, P. M., Fronza, B. M., Nikaido, T., & Tagami, J. (2015). Self-etch adhesive systems: A literature review. *Brazilian Dental Journal*, 26(1), 3–10. <https://doi.org/10.1590/0103-6440201302442>
- Gyanani, H. C., Chhabra, N., Shah, N. C., & Jais, P. S. (2016). Microleakage in Sub-Gingival Class II Preparations Restored Using Two Different Liners for Open Sandwich Technique Supplemented With or Without Ultrasonic Agitation: An In Vitro Study. *Journal of Clinical and Diagnostic Research : JCDR*, 10(3), ZC70–ZC73. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2016/18120.7479>
- Hashimoto, M., Fujita, S., Endo, K., & Ohno, H. (2009). Effect of dentinal water on bonding of self-etching adhesives. *Dental Materials Journal*, 28(5), 634–641.
- Hashimoto, M., Ohno, H., Sano, H., Kaga, M., & Oguchi, H. (2003a). Degradation patterns of different adhesives and bonding procedures. *Journal of Biomedical Materials Research. Part B, Applied Biomaterials*, 66(1), 324–330. <https://doi.org/10.1002/jbm.b.10010>
- Hashimoto, M., Ohno, H., Sano, H., Kaga, M., & Oguchi, H. (2003b). In vitro degradation of resin-dentin bonds analyzed by microtensile bond test, scanning and transmission electron microscopy. *Biomaterials*, 24(21), 3795–3803.
- Hashimoto, M., Ohno, H., Sano, H., Tay, F. R., Kaga, M., Kudou, Y., ... Kubota, M. (2002). Micromorphological changes in resin-dentin bonds after 1 year of water

storage. *Journal of Biomedical Materials Research*, 63(3), 306–311.

<https://doi.org/10.1002/jbm.10208>

Heintze, S. D. (2013). Clinical relevance of tests on bond strength, microleakage and marginal adaptation. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 29(1), 59–84. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2012.07.158>

Huang, B., Cvitkovitch, D. G., Santerre, J. P., & Finer, Y. (2018). Biodegradation of resin-dentin interfaces is dependent on the restorative material, mode of adhesion, esterase or MMP inhibition. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 34(9), 1253–1262. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2018.05.008>

Ikeda, T., De Munck, J., Shirai, K., Hikita, K., Inoue, S., Sano, H., ... Van Meerbeek, B. (2005). Effect of evaporation of primer components on ultimate tensile strengths of primer-adhesive mixture. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 21(11), 1051–1058. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2005.03.010>

Jaffer, F., Finer, Y., & Santerre, J. P. (2002). Interactions between resin monomers and commercial composite resins with human saliva derived esterases. *Biomaterials*, 23(7), 1707–1719. [https://doi.org/10.1016/s0142-9612\(01\)00298-8](https://doi.org/10.1016/s0142-9612(01)00298-8)

Juloski, J., Carrabba, M., Aragoneses, J. M., Forner, L., Vichi, A., & Ferrari, M. (2013). Microleakage of Class II restorations and microtensile bond strength to dentin of low-shrinkage composites. *American Journal of Dentistry*, 26(5), 271–277.

- Kakaboura, A., Rahiotis, C., Watts, D., Silikas, N., & Eliades, G. (2007). 3D-marginal adaptation versus setting shrinkage in light-cured microhybrid resin composites. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 23(3), 272–278. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2006.01.020>
- Kalmowicz, J., Phebus, J. G., Owens, B. M., Johnson, W. W., & King, G. T. (2015). Microleakage of Class I and II Composite Resin Restorations Using a Sonic-resin Placement System. *Operative Dentistry*, 40(6), 653–661. <https://doi.org/10.2341/15-006-L>
- Kim, H. J., & Park, S. H. (2014). Measurement of the internal adaptation of resin composites using micro-CT and its correlation with polymerization shrinkage. *Operative Dentistry*, 39(2), E57-70. <https://doi.org/10.2341/12-378-L>
- Leite, M. L. de A. E. S., Costa, C. A. de S., Duarte, R. M., Andrade, A. K. M. de, & Soares, D. G. (2018). Bond Strength and Cytotoxicity of a Universal Adhesive According to the Hybridization Strategies to Dentin. *Brazilian Dental Journal*, 29(1), 68–75. <https://doi.org/10.1590/0103-6440201801698>
- Loguercio, A. D., Loeblein, F., Cherobin, T., Ogliari, F., Piva, E., & Reis, A. (2009). Effect of solvent removal on adhesive properties of simplified etch-and-rinse systems and on bond strengths to dry and wet dentin. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 11(3), 213–219.
- Lokhande, N. A., Padmai, A. S., Rathore, V. P. S., Shingane, S., Jayashankar, D. N., & Sharma, U. (2014). Effectiveness of flowable resin composite in reducing microleakage—An in vitro study. *Journal of International Oral Health: JIOH*, 6(3), 111–114.

- Luque-Martinez, I. V., Perdigão, J., Muñoz, M. A., Sezinando, A., Reis, A., & Loguercio, A. D. (2014). Effects of solvent evaporation time on immediate adhesive properties of universal adhesives to dentin. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 30(10), 1126–1135. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2014.07.002>
- Magne, P., Kim, T. H., Cascione, D., & Donovan, T. E. (2005). Immediate dentin sealing improves bond strength of indirect restorations. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 94(6), 511–519. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2005.10.010>
- Miyazaki, M., Ando, S., Hinoura, K., Onose, H., & Moore, B. K. (1995). Influence of filler addition to bonding agents on shear bond strength to bovine dentin. *Dental Materials*, 11(4), 234–238. [https://doi.org/10.1016/0109-5641\(95\)80055-7](https://doi.org/10.1016/0109-5641(95)80055-7)
- Morresi, A. L., D’Amario, M., Capogreco, M., Gatto, R., Marzo, G., D’Arcangelo, C., & Monaco, A. (2014). Thermal cycling for restorative materials: Does a standardized protocol exist in laboratory testing? A literature review. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 29, 295–308. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2013.09.013>
- Nagarkar, S., Theis-Mahon, N., & Perdigão, J. (2019). Universal dental adhesives: Current status, laboratory testing, and clinical performance. *Journal of Biomedical Materials Research. Part B, Applied Biomaterials*. <https://doi.org/10.1002/jbm.b.34305>
- Nunes, M. C. P., Franco, E. B., & Pereira, J. C. (2005). *MICROINFILTRAÇÃO MARGINAL: ANÁLISE CRÍTICA DA METODOLOGIA*. 24(3), 17.

- Pagano, S., Lombardo, G., Balloni, S., Bodo, M., Cianetti, S., Barbati, A., ... Marinucci, L. (2019). Cytotoxicity of universal dental adhesive systems: Assessment in vitro assays on human gingival fibroblasts. *Toxicology in Vitro: An International Journal Published in Association with BIBRA*, 60, 252–260. <https://doi.org/10.1016/j.tiv.2019.06.009>
- Pashley, D. H. (1992). The effects of acid etching on the pulpodentin complex. *Operative Dentistry*, 17(6), 229–242.
- Pashley, David H., Tay, F. R., Breschi, L., Tjäderhane, L., Carvalho, R. M., Carrilho, M., & Tezvergil-Mutluay, A. (2011). State of the art etch-and-rinse adhesives. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 27(1), 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.10.016>
- Pashley, E. L., Zhang, Y., E. Lockwood, P., Rueggeberg, F. A., & Pashley, D. H. (1998). Effects of HEMA on water evaporation from water–HEMA mixtures. *Dental Materials*, 14(1), 6–10. [https://doi.org/10.1016/S0109-5641\(98\)00003-7](https://doi.org/10.1016/S0109-5641(98)00003-7)
- Patel, M. U., Punia, S. K., Bhat, S., Singh, G., Bhargava, R., Goyal, P., ... Raiyani, C. M. (2015). An in vitro Evaluation of Microleakage of Posterior Teeth Restored with Amalgam, Composite and Zirconomer—A Stereomicroscopic Study. *Journal of Clinical and Diagnostic Research: JCDR*, 9(7), ZC65-67. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2015/13024.6225>
- Perdigão, J., Sezinando, A., & Monteiro, P. C. (2013). Effect of substrate age and adhesive composition on dentin bonding. *Operative Dentistry*, 38(3), 267–274. <https://doi.org/10.2341/12-307-L>

- Perdigão, Jorge. (2007). New developments in dental adhesion. *Dental Clinics of North America*, 51(2), 333–357, viii. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2007.01.001>
- Perdigão, Jorge, & Swift, E. J. (2015). Universal Adhesives. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 27(6), 331–334. <https://doi.org/10.1111/jerd.12185>
- Poggio, C., Chiesa, M., Scribante, A., Mekler, J., & Colombo, M. (2013). Microleakage in Class II composite restorations with margins below the CEJ: In vitro evaluation of different restorative techniques. *Medicina Oral, Patologia Oral Y Cirugia Bucal*, 18(5), e793-798. <https://doi.org/10.4317/medoral.18344>
- Politi, I., McHugh, L. E. J., Al-Fodeh, R. S., & Fleming, G. J. P. (2018). Modification of the restoration protocol for resin-based composite (RBC) restoratives (conventional and bulk fill) on cuspal movement and microleakage score in molar teeth. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 34(9), 1271–1277. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2018.05.010>
- Pouyanfar, H., Tabaii, E. S., Aghazadeh, S., Nobari, S. P. T. N., & Imani, M. M. (2018). Microtensile Bond Strength of Composite to Enamel Using Universal Adhesive with/without Acid Etching Compared To Etch and Rinse and Self-Etch Bonding Agents. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 6(11), 2186–2192. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2018.427>
- Reis, A., Klein-Júnior, C. A., de Souza, F. H. C., Stanislawczuk, R., & Loguercio, A. D. (2010). The use of warm air stream for solvent evaporation: Effects on the durability of resin-dentin bonds. *Operative Dentistry*, 35(1), 29–36. <https://doi.org/10.2341/08-065-L>

- Ritter, A. V., Swift, E. J., Heymann, H. O., Sturdevant, J. R., & Wilder, A. D. (2009). An eight-year clinical evaluation of filled and unfilled one-bottle dental adhesives. *Journal of the American Dental Association (1939)*, *140*(1), 28–37; quiz 111–112. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2009.0015>
- Sangwichit, K., Kingkaew, R., Pongprueksa, P., & Senawongse, P. (2016). Effect of thermocycling on the durability of etch-and-rinse and self-etch adhesives on dentin. *Dental Materials Journal*, *35*(3), 360–368. <https://doi.org/10.4012/dmj.2015-253>
- Serkies, K. B., Garcha, R., Tam, L. E., De Souza, G. M., & Finer, Y. (2016). Matrix metalloproteinase inhibitor modulates esterase-catalyzed degradation of resin-dentin interfaces. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, *32*(12), 1513–1523. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2016.09.007>
- Shokati, B., Tam, L. E., Santerre, J. P., & Finer, Y. (2010). Effect of salivary esterase on the integrity and fracture toughness of the dentin-resin interface. *Journal of Biomedical Materials Research. Part B, Applied Biomaterials*, *94*(1), 230–237. <https://doi.org/10.1002/jbm.b.31645>
- Silva Santana, S. V., Bombana, A. C., Flório, F. M., & Basting, R. T. (2009). Effect of surface sealants on marginal microleakage in Class V resin composite restorations. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry: Official Publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et Al.]*, *21*(6), 397–404. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8240.2009.00297.x>
- Sofan, E., Sofan, A., Palaia, G., Tenore, G., Romeo, U., & Migliau, G. (2017). Classification review of dental adhesive systems: From the IV generation to the

- universal type. *Annali Di Stomatologia*, 8(1), 1–17.
<https://doi.org/10.11138/ads/2017.8.1.001>
- Sousa, J. H. P. de S., & Moro, A. F. V. (2014). Solventes do Primer: Revisão de literatura. *Revista Brasileira de Odontologia*, 71(1), 80–84.
<https://doi.org/10.18363/rbo.v71n1.p.80>
- Spencer, P., Ye, Q., Park, J., Topp, E. M., Misra, A., Marangos, O., ... Katz, J. L. (2010). Adhesive/Dentin interface: The weak link in the composite restoration. *Annals of Biomedical Engineering*, 38(6), 1989–2003. <https://doi.org/10.1007/s10439-010-9969-6>
- Stewardson, D. A., Shortall, A. C., & Marquis, P. M. (2010). The effect of clinically relevant thermocycling on the flexural properties of endodontic post materials. *Journal of Dentistry*, 38(5), 437–442. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2010.02.003>
- Swift, E. J., Perdigão, J., & Heymann, H. O. (1995). Bonding to enamel and dentin: A brief history and state of the art, 1995. *Quintessence International (Berlin, Germany: 1985)*, 26(2), 95–110.
- Tay, F. R., Gwinnett, A. J., Pang, K. M., & Wei, S. H. (1995). Variability in microleakage observed in a total-etch wet-bonding technique under different handling conditions. *Journal of Dental Research*, 74(5), 1168–1178.
<https://doi.org/10.1177/00220345950740050501>
- Tay, F. R., Gwinnett, J. A., & Wei, S. H. (1996). Micromorphological spectrum from overdrying to overwetting acid-conditioned dentin in water-free acetone-based,

single-bottle primer/adhesives. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 12(4), 236–244.

Tjäderhane, L., Nascimento, F. D., Breschi, L., Mazzoni, A., Tersariol, I. L. S., Geraldeli, S., ... Pashley, D. H. (2013). Optimizing dentin bond durability: Control of collagen degradation by matrix metalloproteinases and cysteine cathepsins. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 29(1), 116–135. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2012.08.004>

Van Landuyt, K. L., Snauwaert, J., De Munck, J., Peumans, M., Yoshida, Y., Poitevin, A., ... Van Meerbeek, B. (2007). Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. *Biomaterials*, 28(26), 3757–3785. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2007.04.044>

Van Meerbeek, B., Yoshihara, K., Yoshida, Y., Mine, A., De Munck, J., & Van Landuyt, K. L. (2011). State of the art of self-etch adhesives. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 27(1), 17–28. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.10.023>

Van Meerbeek, Bart, De Munck, J., Yoshida, Y., Inoue, S., Vargas, M., Vijay, P., ... Vanherle, G. (2003). Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: Current status and future challenges. *Operative Dentistry*, 28(3), 215–235.

Vermelho, P. M., Reis, A. F., Ambrosano, G. M. B., & Giannini, M. (2017). Adhesion of multimode adhesives to enamel and dentin after one year of water storage. *Clinical Oral Investigations*, 21(5), 1707–1715. <https://doi.org/10.1007/s00784-016-1966-1>

Yiu, C. K. Y., Pashley, E. L., Hiraishi, N., King, N. M., Goracci, C., Ferrari, M., ... Tay,

F. R. (2005). Solvent and water retention in dental adhesive blends after evaporation. *Biomaterials*, 26(34), 6863–6872.

<https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2005.05.011>

Yoshida, Y., Yoshihara, K., Hayakawa, S., Nagaoka, N., Okihara, T., Matsumoto, T., ...

Van Meerbeek, B. (2012). HEMA inhibits interfacial nano-layering of the functional monomer MDP. *Journal of Dental Research*, 91(11), 1060–1065.

<https://doi.org/10.1177/0022034512460396>

Yoshida, Y., Yoshihara, K., Nagaoka, N., Hayakawa, S., Torii, Y., Ogawa, T., ...

Meerbeek, B. V. (2012). Self-assembled Nano-layering at the Adhesive interface.

Journal of Dental Research, 91(4), 376–381.

<https://doi.org/10.1177/0022034512437375>

9. ANEXOS

Anexo 1 - Aprovação do estudo pela Comissão de Ética da Egas Moniz

Comissão de Ética



Proc. Interno nº 718

Ex.ma Senhora
Rita de Azevedo Paixão

Monte de Caparica, 13 de fevereiro de 2019.

Ex.ma Senhora,

Em resposta ao Pedido de Parecer que submeteu à apreciação da Comissão de Ética da Egas Moniz, com o tema denominado **“Avaliação da microinfiltração marginal associada à alteração do tempo de secagem do fabricante de um sistema adesivo universal, com margens em esmalte e dentina”**, foi aprovado por unanimidade.

Com os melhores cumprimentos,

A Presidente da Comissão de Ética da Egas Moniz


Prof.ª. Doutora Maria Fernanda de Mesquita