



• U • C • **FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA**

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**CONDICIONAMENTO DENTINÁRIO PARA ADESÃO:
CARACTERIZAÇÃO ULTRAMORFOLÓGICA**

Vânia Daniela Santos Sobral

Orientador: Prof. Doutor João Carlos Ramos

Co - orientadora: Dra. Ana Daniela Soares

Coimbra, 2014

Condicionamento dentinário para adesão: caracterização ultramorfológica

Sobral V., Soares A., Ramos J.

Área de Medicina Dentária, Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra

Av. Bissaya Barreto, Blocos de Celas

3000-075 Coimbra

Portugal

Tel.: +351 239 484 183

Fax: +351 239 402 910

e-mail: vaniadsobral@hotmail.com

Resumo

Introdução: A evolução dos sistemas adesivos modificou profundamente a vertente restauradora da Medicina Dentária, alterando os conceitos de preparação de cavidades e possibilitando a realização de procedimentos restauradores mais conservadores. Existem vários são os sistemas adesivos presentes no mercado diferenciando-se essencialmente quanto à composição, forma de apresentação e número passos de aplicação. A sua interação com substratos, é bastante diferenciada e está intimamente relacionada com as características estruturais, morfológicas e histológicas que cada um apresenta.

Atualmente, existem dois tipos de sistemas adesivos no que concerne à sua interação com a *smear layer*: do tipo condicionar e lavar (*etch-and-rinse*) e auto-condicionantes (*self-etch*). Os primeiros removem totalmente a *smear layer* enquanto que os segundos a dissolvem e incorporam na interface adesiva.

Adicionalmente, a procura por materiais mais versáteis levou ao aparecimento comercial de sistemas adesivos que podem ser utilizados de ambas as formas denominados universais ("*multi-purpose*").

Apesar da adesão representar um dos assuntos mais abordados na literatura científica, pouco se sabe a respeito da eficácia dos diversos sistemas em dentes temporários. No entanto, as diferenças químicas, fisiológicas, histológicas e micromorfológicas existentes entre as duas dentições sugerem que é importante avaliar estes materiais especificamente em dentes temporários.

Objetivo: Este trabalho teve como objectivo analisar e descrever o padrão de condicionamento dentinário promovido por diferentes estratégias adesivas ao nível dos dentes temporários e permanentes.

Materiais e Métodos: Foram efetuados cortes axiais em dentina coronária de 3 dentes temporários e permanentes armazenados em formaldeído; as amostras foram cortadas no sentido perpendicular ao longo eixo do dente, pela unidade de corte ponto de contacto, na máquina Exackt 300 CL/CP com cortes sequenciais de 1 mm de espessura, e polidos com lixa de água de 360 e 500 de grão, de modo a produzir *smear layer*; posteriormente foram criados 5 grupos em função da interação com a *smear layer*: 1- *smear layer* não tratada (grupo controle); 2- condicionamento com ácido fosfórico a 36% (Conditioner 36, Dentsply) e lavagem com jato de ar e água durante 15 segundos; grupo 3 - aplicação activa de um *primer* de um adesivo auto-condicionante em dois passos (Clearfil™ Protect Bond); grupo 4 - aplicação activa de um adesivo autocondicionante de um passo

(Clearfil™ S³ Bond Plus); e grupo 5 – aplicação activa de um sistema adesivo universal (Scotchbond™ Universal). Nestes dois últimos grupos os adesivos não foram polimerizados de modo a promover a sua remoção.

Os cortes foram de seguida desidratados, recobertos e observados por *microscopia electrónica de varrimento*.

A avaliação qualitativa das imagens de microscopia sugere que: o padrão de desmineralização mais agressivo e profundo para ambos os tipos de dentina foi obtido com o ácido fosfórico que promoveu a remoção completa da *smear layer*. O *primer* do adesivo autocondicionante de 2 passos proporcionou uma maior dissolução da *smear layer* e profundidade de desmineralização que o sistema autocondicionante de 1 passo; o adesivo do tipo universal parece ser o que menor desmineralização e dissolução da *smear layer* produz; a profundidade de desmineralização dentinária e de dissolução da *smear layer* dos sistemas autocondicionantes parece ser mais acentuada na dentina temporária que na dentina definitiva.

Conclusão: Existem diferenças acentuadas na profundidade de desmineralização e de dissolução da *smear layer* por parte das diferentes estratégias adesivas. O comportamento dos materiais adesivos difere consoante se aplicam em dentina temporária ou definitiva, nomeadamente os sistemas autocondicionantes.

Palavras-chaves: “adhesives”; “self-etch”; “primary teeth”; “dentin”; “universal”; “SEM”

Abstract

Introduction: The development of adhesive systems profoundly modified the aspect of restorative dentistry, changing cavity preparation concepts and enabling the implementation of more conservative restorative procedures.

There are several adhesive systems on the market differentiating themselves mainly on the composition, manner of presentation and number of application steps. Their interaction with dental substrates is quite different and is closely related to inherent structural, morphological and histological characteristics.

Currently, there are two types of adhesive systems with regard to their interaction with the *smear layer*: The etch-and-rinse and self-etching. The first completely remove the smear layer while second dissolves it and incorporates it the adhesive interface.

Additionally, the demand for more versatile materials has led to the commercial development of a new “category” of adhesive systems, called universal or *multi-purpose*, which can be used in both ways.

Despite adhesion represents one of the most discussed topics in the scientific literature, little is known about the effectiveness of the various systems in temporary teeth. However, existing chemical, physiological, histological and micromorphological differences between the two dentitions suggest that it is important to evaluate these materials specifically in temporary teeth.

Purpose: This study aimed to analyse and describe the pattern of dentin conditioning promoted by different adhesives strategies on temporary and permanent teeth dentin.

Materials and Methods: Axial cuts were made in coronal dentin of 3 temporary and permanent teeth stored in formaldehyde; the samples were cut perpendicular to the long axis of the tooth direction, and polished with sandpaper water of 360 and 500 grain to produce smear layer. According to the smear layer treatment, 5 groups were created: 1 - smear layer untreated (control group); 2 - etching with phosphoric acid 36% (Conditioner 36, Dentsply DeTrey) and washing with a jet of air and water for 15 seconds; Group 3 – active application of a primer from a two-step self-etching adhesive (Clearfil™ Protect Bond); Group 4 – active application of a one-step self-etching adhesive (Clearfil™ S³ Bond Plus); and group 5 – active application of a universal adhesive system (Universal Scotchbond™). In the latter two groups light-curing of the adhesives was not implemented in order to promote its removal.

Sections were then dehydrated, coated and observed by scanning electron microscopy.

The qualitative assessment of microscopy images suggests that: the more aggressive and deep pattern of demineralization in both types of dentin was obtained with the phosphoric acid, which promoted the complete removal of the *smear layer*. The 2 step *self-etching* adhesive *primer* provided greater dissolution of the *smear layer* and demineralization depth than 1 step *self-etching* system; universal adhesive type seems to have the lowest rate and depth of demineralization and produces less dissolution of the *smear layer*; the depth of dentin demineralization and dissolution of the *smear layer* of *self-etching* systems seems to be more pronounced in temporary than in permanent dentin.

Conclusion: There are marked differences in the depth of demineralization and dissolution of the *smear layer* by the different adhesive strategies. The behaviour of adhesive materials differs when used in temporary or permanent, mainly for the self-etching dentin systems.

Keywords: “adhesives”; “self-etch”; “primary teeth”; “dentin”; “universal”; “SEM”

Introdução

“O desenvolvimento dos sistemas adesivos modificou profundamente a vertente restauradora da Medicina Dentária, alterando os conceitos de preparação de cavidades e possibilitando a realização de procedimentos restauradores mais conservadores”⁽¹⁾. A utilização de sistemas adesivos iniciou-se com Buonocore, em 1955, que propôs a aplicação de ácido fosfórico no esmalte, com o objectivo de criar micro-retenções que permitissem a adesão das resinas compostas ^(2, 3)

O mecanismo básico da adesão ao esmalte e à dentina envolve essencialmente o processo de remoção de minerais dos tecidos duros e a sua reposição através de monómeros resinosos, que, após polimerização, promovem uma união micromecânica nas microporosidades criadas. Este mecanismo foi inicialmente descrito por Nakabayashi *et al.* e definido como hibridização, ou formação da camada híbrida⁽⁴⁾. Atualmente, para além da obtenção de uma boa retenção da restauração, um dos principais objectivos da técnica adesiva é também a procura de um selamento hermético das interfaces restauradoras. A integridade desta interface é essencial para evitar a microinfiltração marginal e a sensibilidade pós-operatória, aumentando assim a longevidade das restaurações. A evolução dos procedimentos adesivos permitiu, por isso, a realização de técnicas restauradoras mais preventivas e conservadoras^(1-3, 5).

A interação dos sistemas adesivos com os diferentes substratos, como o esmalte e a dentina, é bastante diferenciada e está intimamente relacionada com as características estruturais, morfológicas e histológicas destes tecidos⁽⁶⁾. A dentina assume-se como um substrato mais dinâmico, variável e heterogéneo tornando a técnica de adesão a este tecido mais sensível e imprevisível^(1, 7, 8). Já o esmalte, mais mineralizado e homogéneo, apresenta usualmente valores de adesão mais elevados e contantes⁽⁹⁾.

Atualmente, existem dois tipos de sistemas adesivos no que concerne à sua interação com a *smear layer*: do tipo condicionar e lavar (*etch-and-rinse*) e auto-condicionantes (*self-etch*). Os primeiros removem totalmente a *smear layer* enquanto que os segundos a dissolvem e incorporam na interface adesiva⁽¹⁰⁻¹²⁾.

Os sistemas *etch-and-rinse* podem ser aplicados em 2 ou 3 passos. A sequência de 3 passos inicia-se, (tal como a de 2 passos), pelo condicionamento ácido durante 15 segundos (usualmente ácido fosfórico), seguido de lavagem e secagem, remoção da *smear layer*, desmineralização da camada mais superficial de esmalte e dentina e exposição da malha de colagénio. Com a aplicação do *primer* (2º passo), a tensão superficial diminui e

aumenta a molhabilidade (energia) da superfície, de modo a facilitar a impregnação da resina fluida hidrofóbica (vulgar mas erradamente chamada bonding),(3º passo)^(13, 14).

A sequência de 2 passos, inicia-se também pelo condicionamento total com ácido fosfórico, lavagem e secagem, mas seguidamente, aplica-se num mesmo passo um único produto que possui monómeros hidrófilos e hidrofóbicos, funcionando como *primer* e o *bonding*, em simultâneo⁽⁷⁾.

Os sistemas *self-etch*, também promovem uma desmineralização da dentina mas devido ao pH dos seus *primers* (nos de 2 passos) ou do próprio adesivo (1 passo) expõem as fibras de colagénio, ao mesmo tempo que desmineralizam a superfície. De seguida ou simultaneamente (dependendo se se trata de um sistema de dois passos ou 1 passo, respetivamente) a resina fluida impregna esses mesmos espaços incorporando a *smear layer* na camada híbrida⁽¹⁵⁾.

Os sistemas adesivos *self-etch* podem ser classificados de acordo com o valor de pH, grau de agressividade e número de passos clínicos. Quanto à forma de apresentação e número de passos, estes podem ser considerados:

1. Dois frascos e dois passos – São constituídos por duas soluções, uma com o *primer* ácido e a outra com a resina fluida. Estes componentes são aplicados separadamente na superfície dentária, sendo que o primeiro a ser utilizado é o *primer* constituído por monómeros ácidos.
2. Dois frascos e um passo – é formado também por dois componentes armazenados em separado, mas que são misturados previamente à sua aplicação nos tecidos dentários;
3. Um frasco e um passo - que combinam na mesma solução, o *primer* ácido e a resina fluida, aplicado num só passo^(12, 16, 17).

Com a evolução dos sistemas adesivos, e com a procura para que estes sejam cada vez mais práticos e versáteis, surgiu mais recentemente no mercado uma “nova categoria” autodenominada de adesivos universais ou “*multi-purpose*”. Estes novos sistemas são caracterizados por uma abordagem mais flexível quanto ao tipo de condicionamento da estrutura dentária. Apresentam como vantagem, permitir a escolha da técnica adesiva mais

apropriada, mediante cada caso clínico, com a utilização apenas de um único sistema adesivo^(18, 19).

A sua aplicação potencial inclui o modo *etch-and-rinse* (com prévio condicionamento em esmalte e dentina), o modo *self-etch* (com as opções de um ou dois passos, mediante o fabricante) ou o modo de condicionamento seletivo do esmalte. A previsibilidade e comportamento a longo prazo, destes novos adesivos, ainda não são devidamente conhecidos, pois existe pouca informação na literatura sobre o seu desempenho clínico prolongado⁽¹⁸⁾.

Com a eliminação do passo do condicionamento ácido e lavagem, os sistemas adesivos *self-etch* apresentam um protocolo de aplicação menos sensível, mais simplificado e permitem diminuir o tempo operatório, tornando-os potencialmente atrativos para a consulta de Odontopediatria^(14, 20, 21). Contudo, apesar dos sistemas adesivos representarem um dos assuntos mais abordados na literatura, pouco se sabe a respeito da sua eficácia clínica em dentes temporários. Atualmente, as instruções dos fabricantes para a utilização de adesivos em dentes temporários ainda não estão firmemente estabelecidas, não existindo protocolos diferenciados para este tipo de dentes^(14, 22).

No entanto, as diferenças químicas, fisiológicas, histológicas e micromorfológicas existentes entre dentes temporários e permanentes sugerem uma importância potencialmente relevante para este assunto^(23, 24).

Os dentes temporários apresentam uma camada de esmalte de menores dimensões, com a presença de esmalte aprismático, uma menor densidade de prismas de esmalte e conseqüentemente, as suas propriedades mecânicas, nomeadamente, a dureza e a força de tensão, encontram-se diminuídas^(21-23, 25).

Relativamente à dentina, este substrato possui uma menor quantidade de magnésio e potássio, assim como a concentração de cálcio e fosfato na dentina peritubular e intertubular, tornando este tecido “mais reativo” ao condicionamento ácido^(14, 22, 23, 25-27). Os túbulos dentinários, elementos importantes da estrutura da dentina, apresentam-se em menor densidade, com diâmetro proporcionalmente aumentado e presença de microcanais transversais, fatores que contribuem para a presença de menor quantidade de dentina intertubular^(23, 28). Estas particularidades, influem em algumas propriedades mecânicas da dentina, nomeadamente dureza e módulo de elasticidade^(25, 29, 30).

As diferenças relatadas para os dentes temporários e permanentes podem levar a diferenças na capacidade de condicionamento e no mecanismo de adesão dos diversos sistemas^(20, 23, 31).

Este trabalho teve como objectivo analisar e descrever o padrão de condicionamento dentinário promovido por diferentes estratégias adesivas ao nível dos dentes temporários e permanentes.

Materiais e Métodos

Materiais estudados

Neste estudo foram avaliados quatro materiais, entre adesivos ou componentes parciais de sistemas adesivos, usados de acordo com as instruções dos fabricantes, mas adaptadas ao objetivo do trabalho (tabela 1).

Material	Fabricante	Classificação	Composição	pH	lote
De Trey® Conditioner 36	Dentsply DeTrey	Ácido integrante dos sistemas <i>etch-and-rinse</i>	Ácido fosfórico a 36%	-0,26	121000 1112
Clearfil™ Protect Bond (primer)	Kuraray Noritake Dental inc.	Primer de sistema adesivo <i>self-etch</i> (dois passos)	Primer: MDPB, MDP, HEMA, dimetacrilato hidrofílico, água	2.0	0017 A
Clearfil™ S³ Bond Plus	Kuraray Noritake Dental inc.	Sistema adesivo <i>self-etch</i> (um passo)	MDP, BIS-GMA, HEMA, dimetacrilato alifático hidrófilo, metacrilato alifático hidrófobo, sílica coloidal, aceleradores, iniciadores, NaF, etanol, água, dl-camforoquinona	2,3	00031 A
Scotchbond™ Universal	3M ESPE	Sistema adesivo universal	MDP, dimetacrilato, HEMA, Vitrebond™ copolímero, Filler, etanol, água, iniciadores, silano	2.7	54036 8

Tabela 1: Materiais utilizados no estudo

Preparação das amostras

Na preparação das amostras foram usados 3 molares temporários humanos e 3 pré-molares permanentes humanos, livres de cárie, armazenados em formaldeído.

Os dentes foram limpos de eventuais restos de tecidos moles e de seguida foram parcialmente incluídos em resina acrílica autopolimerizável (Orthocryl®, Dentaurum, Alemanha) utilizando cilindros de PVC. Posteriormente, cada amostra foi cortada coronalmente no sentido perpendicular ao longo eixo do dente, (Exackt 300 CL/CP) em cortes sequenciais de 1 mm de espessura.

Após análise, foram escolhidos os discos que representavam dentina profunda. De seguida procedeu-se ao polimento das amostras com lixa de água de grão 360 e 600, em ambos os lados, para obter uma camada superficial de *smear layer*.

Posteriormente, os sistemas adesivos foram aplicados segundo as normas de utilização do fabricante, embora adaptados ao objectivo do estudo (tabela 2). Sempre que possível os materiais foram aplicados todos no mesmo disco (dividido regionalmente em 5 zonas de acordo com os grupos e materiais) de modo a diminuir o efeito de variação do substrato. Após aplicação dos materiais, metade das amostras foram regional e estrategicamente seccionadas em partes de menores dimensões de modo a obter uma visão longitudinal das mesmas (paralela ao longo eixo dos dentes).

	Material	Condicionamento dentinário	Dentina
Grupo 1	-	-	Definitiva e temporária
Grupo 2	Ácido fosfórico a 36% (integrante dos sistemas <i>etch-and-rinse</i>)	Colocação do ácido durante 15 segundos, lavagem e secagem	
Grupo 3	<i>Primer do Clearfil™</i> Protect Bond	Aplicação ativa do <i>primer</i> durante 20 segundos e aplicação leve de jacto ar	
Grupo 4	Clearfil™ S ³ Bond Plus	Aplicação ativa durante 10 segundos e aplicação de jacto ar durante mais de 5 segundos	
Grupo 5	Scotchbond™ Universal	Aplicação ativa durante 20 segundos e aplicação jacto de ar durante 5 segundos	

Tabela 2: Procedimentos de colocação dos materiais

Análise ultramorfológica das interfaces por MEV (microscopia electrónica de varrimento)

Nesta última fase do protocolo, as amostras foram desidratadas, sendo colocadas em soluções de etanol a 100%, em ciclos de ultra-sons de 12 minutos. Incluíram-se as amostras em suportes de microscopia usando uma cola de carbono revestiram-se em banho de ouro *palladium* e observaram-se num microscópio electrónico de varrimento (Hitachi S-4100). As ampliações utilizadas foram de 2.500 e 6.000 para os cortes axiais e de 6.000 para os cortes transversais. As amostras foram percorridas e observadas em toda a sua extensão procedendo-se de seguida à captação de imagens representativas de cada uma.

Resultados

Os resultados obtidos neste trabalho experimental estão representados nas seguintes imagens captadas em condições o mais uniformizadas possível.

Grupo 1

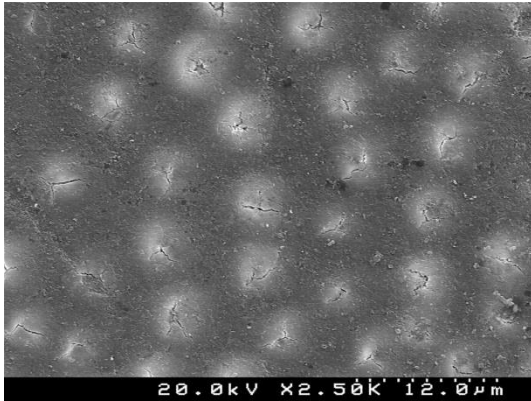


Figura 1

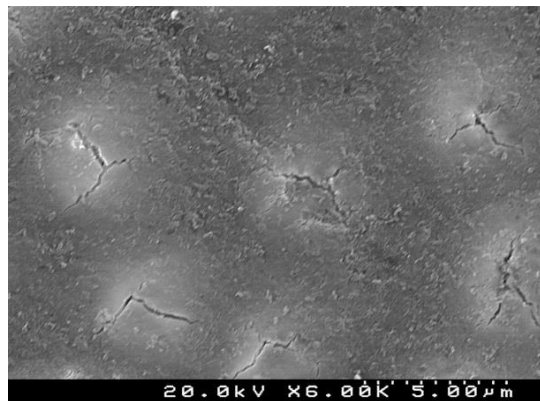


Figura 2

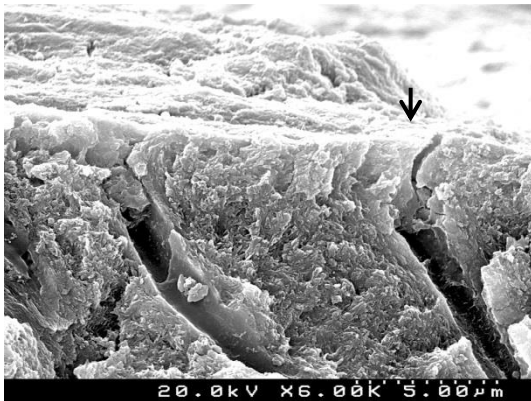


Figura 3

Figura 1 e 2: Dentina permanente, com presença de *smear layer*, em toda a superfície e com os túbulos dentinários obliterados. Ampliação de 2500x e 6000x respectivamente.

Figura 3: Dente permanente, com presença de *smear layer*, e *smear plugs* (seta preta). (corte longitudinal). Ampliação de 6000x

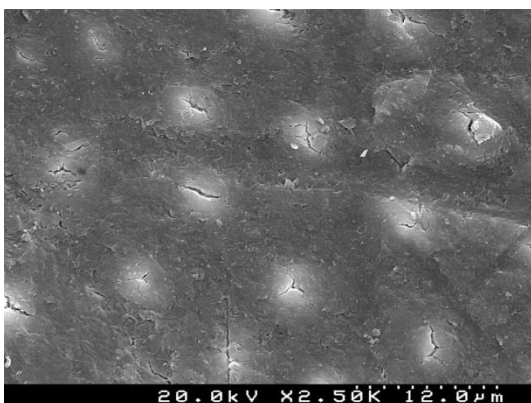


Figura 4

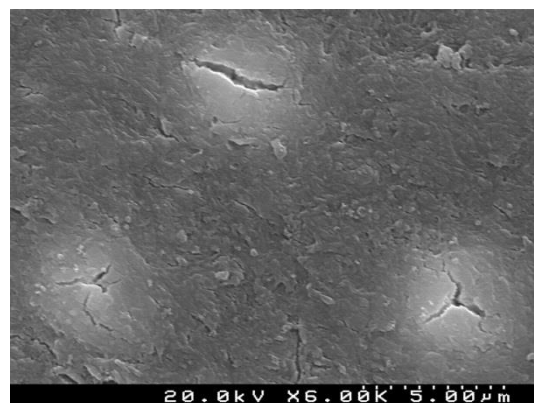


Figura 5

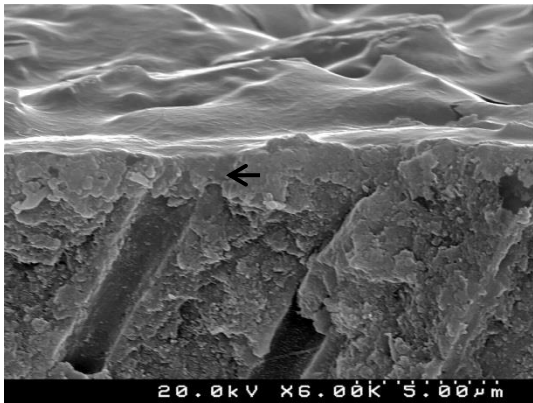


Figura 6

Figura 4 e 5: Dentina temporária com *smear layer* generalizada em toda a superfície, com obliteração dos túbulos dentinários. (cortes transversais). Ampliação de 2500x e 6000x, respectivamente.

Figura 6: Visão longitudinal mostrando uma ampla camada de *smear layer* e a presença de *smear plugs* (seta preta) na entrada dos túbulos dentinários. Ampliação de 6000x.

Grupo 2

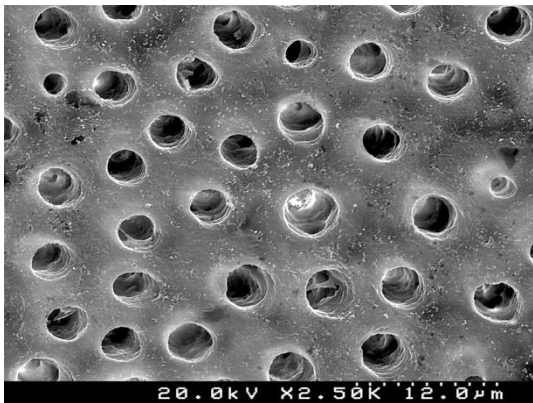


Figura 7

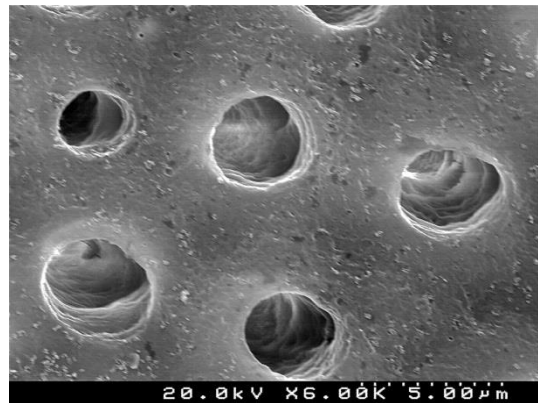


Figura 8

Figura 7 e 8: Dente permanente, tratado com ácido fosfórico a 36% durante 15 segundos evidenciando a remoção total da *smear layer* e *smear plugs*, com exposição de colagénio na dentina intratubular e peritubular. (cortes transversais). Ampliação de 2500x e 6000x, respectivamente.

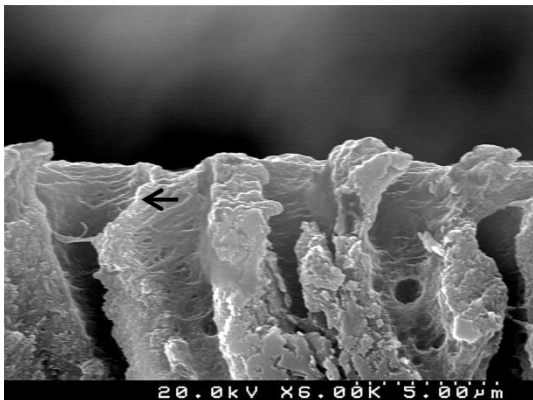


Figura 9

Figura 9: Visão longitudinal evidenciando o mesmo das duas figuras anteriores, com realce para o alargamento da entrada dos túbulos dentinários (seta preta) e desmineralização da dentina peritubular mais profunda (corte longitudinal). Ampliação de 6000x.

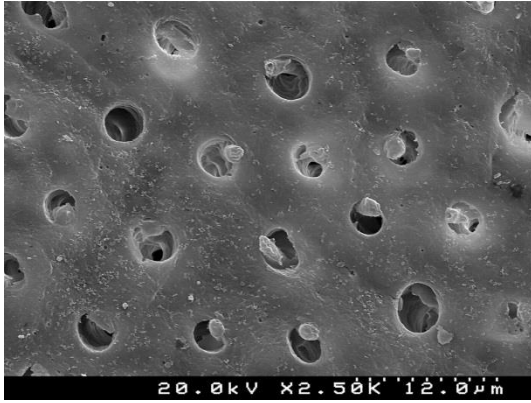


Figura 10

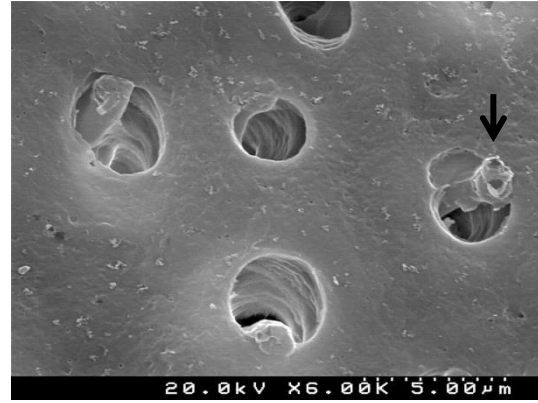


Figura 11

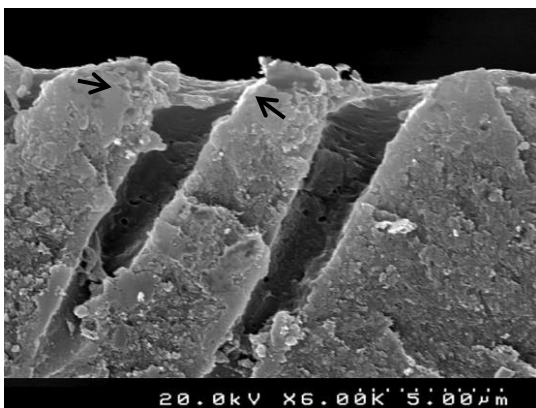


Figura 12

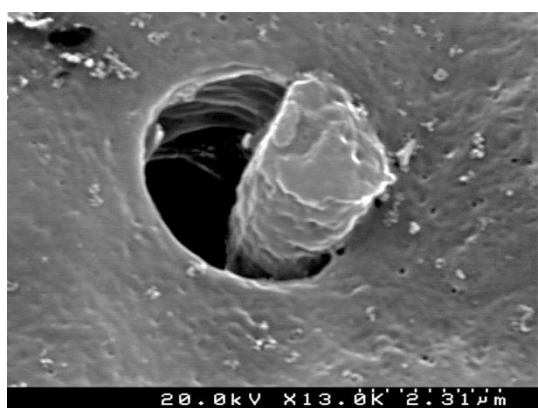


Figura 13

Figura 10 e 11: Dentina temporária tratada com ácido fosfórico a 36% evidenciando uma remoção completa da *smear layer* e dos *smear plugs*, desmineralizando a entrada dos túbulos dentinários, realçando muitos prolongamentos odontoblásticos (seta preta) (cortes transversais). Ampliação de 2500x e 6000x respectivamente.

Figura 12: Visão longitudinal da entrada dos túbulos dentinários evidenciando a remoção completa da *smear layer* e dos *smear plugs*, com desmineralização da dentina peritubular, alargamento da entrada dos túbulos dentinários, criando uma forma cônica (setas pretas). Ampliação de 6000x.

Figura 13: Maior ampliação evidenciando um túbulo dentinário com a entrada alargada e um prolongamento odontoblástico emergente. Ampliação de 13000x.

Grupo 3

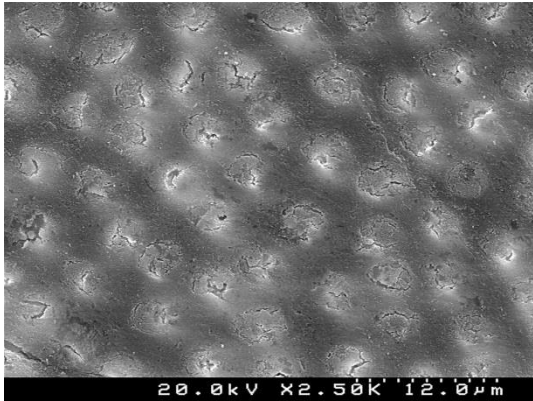


Figura 14

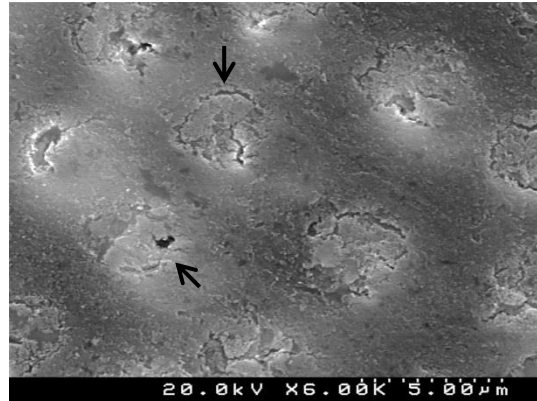


Figura 15

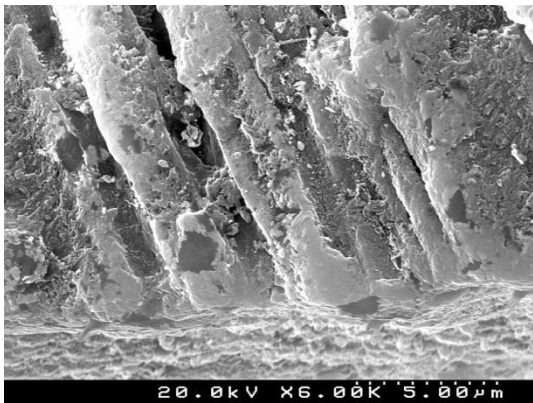


Figura 16

Figura 14 e 15: Dentina permanente, condicionada com o *primer* do Clearfil™ Protect Bond – mostrando a *smear layer* parcialmente dissolvida, quer ao nível intertubular quer na entrada dos túbulos dentinários que permanecem obliterados embora com várias soluções de continuidade (setas pretas) ao nível dos *smear plugs*. (cortes transversais). Ampliação de 2500x e 6000x respetivamente.

Figura 16: Visão longitudinal mostrando uma remoção parcial dos *smear plugs*, à entrada dos túbulos dentinários mas sem alargamento destes. Ampliação de 6000x.

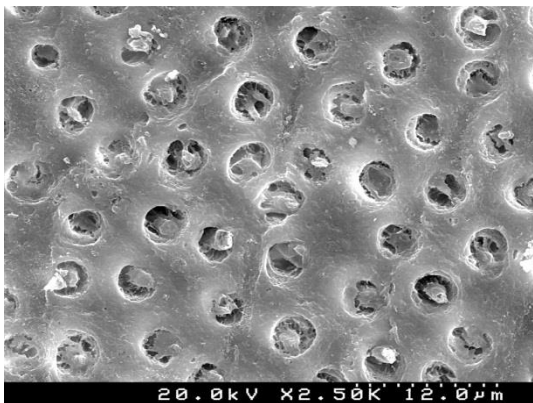


Figura 17

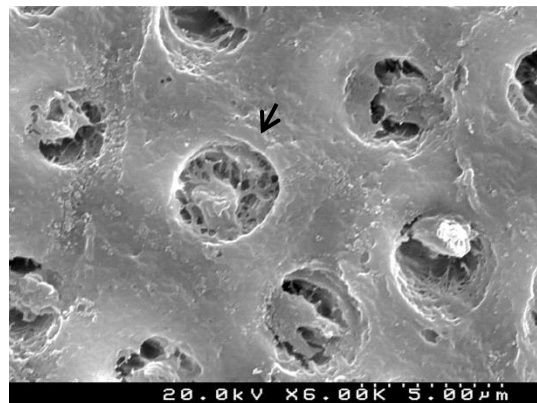


Figura 18

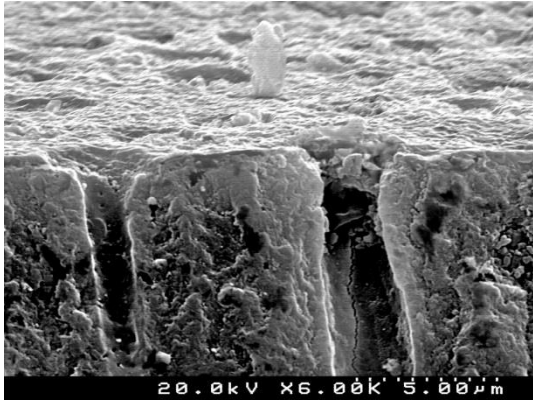


Figura 19

Figura 17 e 18: Dentina temporária tratada com *primer* do Clearfil™ Protect Bond mostrando uma dissolução evidente da *smear layer* ao nível intertubular e intratubular, com remoção praticamente completa dos *smear plugs*, algum alargamento da entrada dos túbulos dentinários e exposição da malha de colagénio (seta preta). (cortes transversais). Ampliação de 2500x e 6000x, respetivamente.

Figura 19: Visão longitudinal mostrando a dissolução da *smear layer* e remoção quase total dos *smear plugs*, com algum alargamento da entrada dos túbulos dentinários. Ampliação de 6000x.

Grupo 4

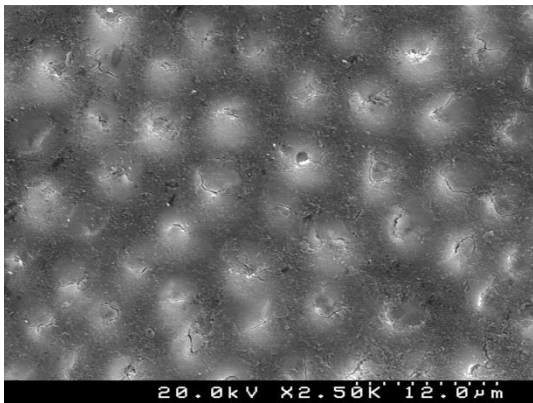


Figura 20

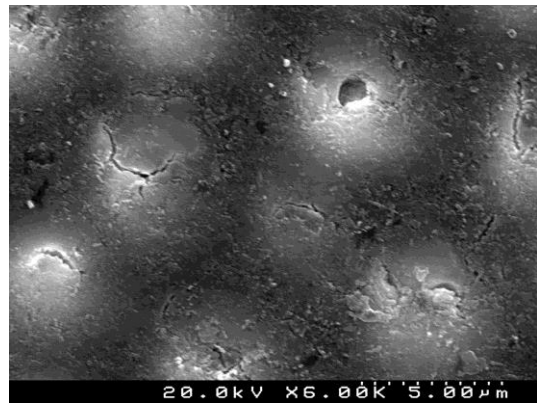


Figura 21

Figura 20 e 21: Dentina permanente tratada com Clearfil S³ Bond Plus, mostrando um padrão de dissolução parcial da *smear layer*, aparentemente menos evidente que o grupo anterior, nomeadamente ao nível da entrada dos túbulos, que permanecem obliterados pelos *smear plugs*. (cortes transversais). Ampliação de 2500x e 6000x respetivamente.

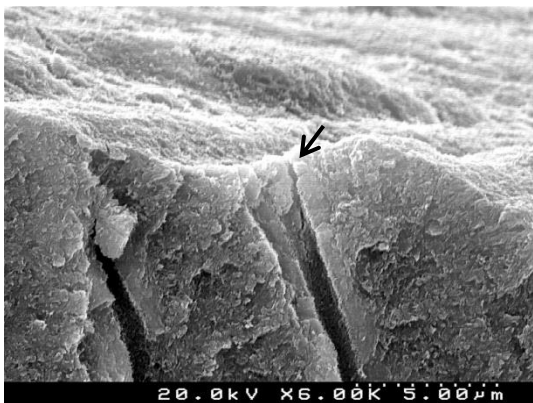


Figura 22

Figura 22: Visão longitudinal mostrando uma dissolução parcial da *smear layer*, e a presença de *smear plugs* na entrada dos túbulos (seta preta). Ampliação de 6000x.

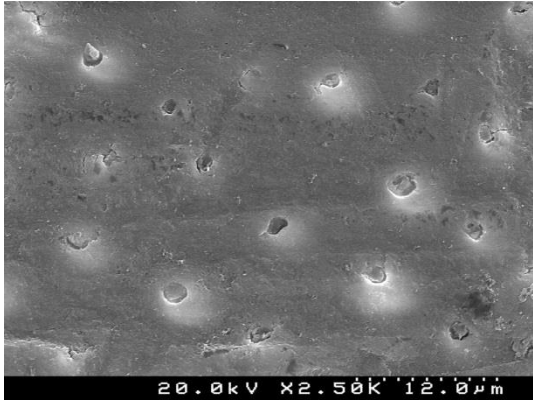


Figura 23

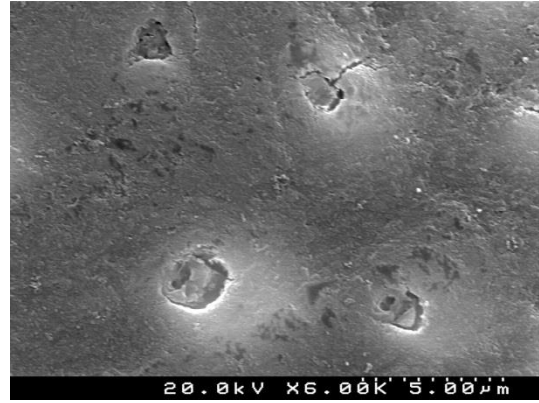


Figura 24

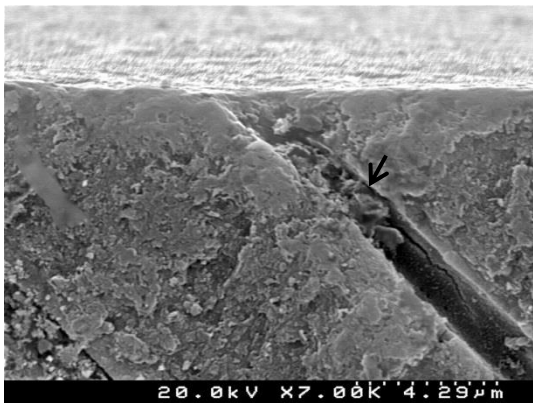


Figura 25

Figura 23 e 24: Dentina temporária tratada com Clearfil S³ Bond Plus, mostrando uma dissolução da *smear layer* ao nível da dentina intertubular e tubular. (cortes transversais). Ampliação de 2500x e 6000x, respetivamente.

Figura 25: Visão longitudinal mostrando alguma desmineralização na entrada do túbulo dentinário mas com presença de parte do *smear plug* no seu interior (seta preta). Ampliação de 6000x.

Grupo 5

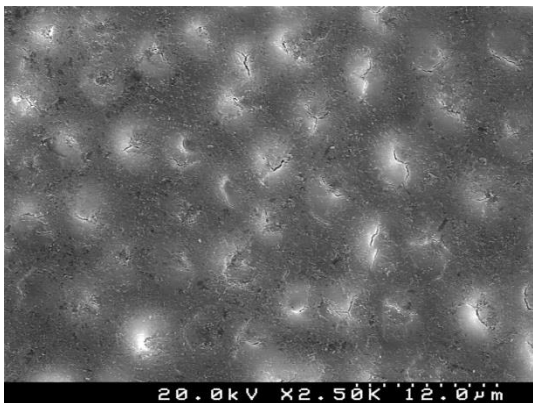


Figura 26

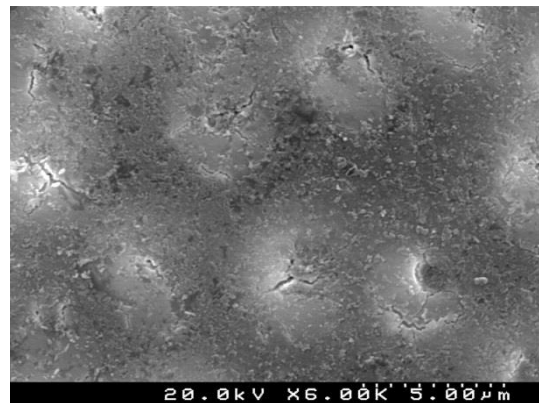


Figura 27

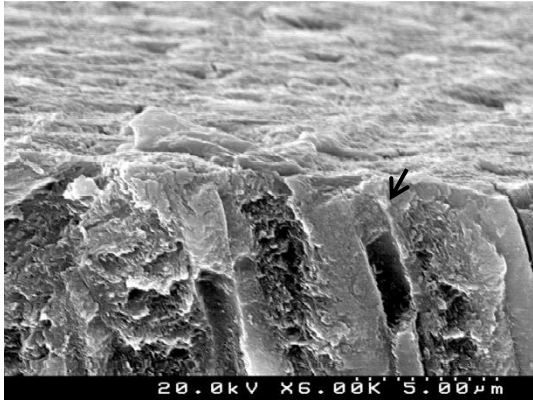


Figura 28

Figura 26 e 27: Dentina permanente tratada com Scotchbond Universal, mostrando uma dissolução parcial da *smear layer* e os túbulos dentinários completamente obliterados. (cortes transversais). Ampliação de 2500x e 6000x, respectivamente.

Figura 28: Visão longitudinal mostrando a obliteração completa dos túbulos dentinários por *smear plugs* (seta preta) e pouca desmineralização da dentina peri e intertubular. Ampliação de 6000x.

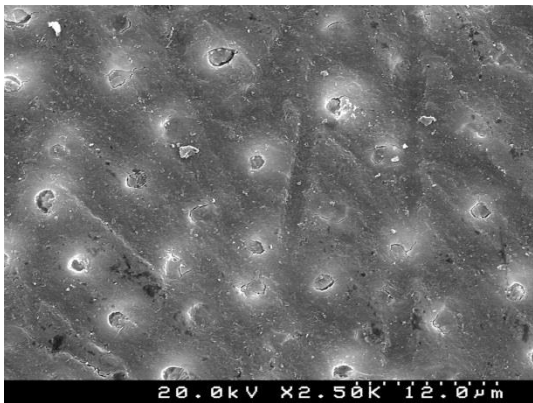


Figura 29

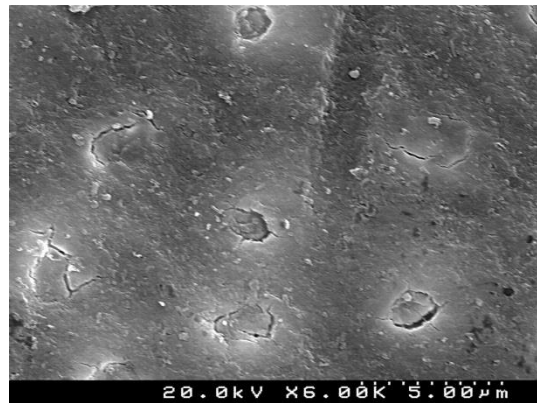


Figura 30

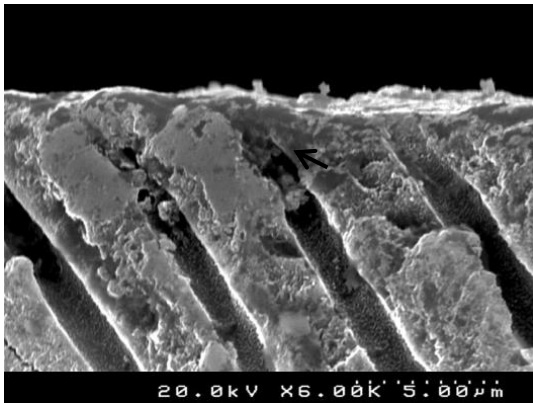


Figura 31

Figura 29 e 30: Dentina temporária condicionada com Scotchbond™ Universal mostrando uma dissolução parcial da *smear layer*. (cortes transversais). Ampliação de 2500x e 6000x, respectivamente.

Figura 31: Visão longitudinal mostrando a dissolução parcial da *smear layer* com diversos remanescentes na superfície e principalmente na entrada dos túbulos dentinários (seta preta).

Discussão

O condicionamento dos tecidos dentários é um passo operatório importante em procedimentos clínicos adesivos. Embora determinados sistemas adesivos já promovam alguma adesão química, a retenção micromecânica continua a ser a responsável máxima pela união dente – restauração. A análise do padrão de condicionamento pode contribuir significativamente para compreender a eficácia dos sistemas adesivos existentes no mercado e servir como base de estudo para o desenvolvimento de novas estratégias. A interação dos agentes condicionadores é também diferente consoante as características do substrato onde é aplicado. Os sistemas adesivos têm sido amplamente estudados através da análise qualitativa e quantitativa das respetivas interfaces. Contudo, existe ainda uma lacuna na literatura sobre o efeito dos diferentes condicionamentos adesivos em determinados tipos de substratos, onde se inclui naturalmente a dentina temporária^(24, 32-35).

A *smear layer* caracteriza-se por uma camada aderente de detritos nas superfícies dos dentes tratados formada pelo seu contacto com instrumentos rotatórios ou manuais. A camada de *smear layer* é revelada por microscopia eletrónica de varrimento (MEV), como uma subestrutura granular que cobre totalmente a dentina, tendo aproximadamente 1 - 2 µm de espessura⁽³⁶⁾. Os orifícios dos túbulos dentinários estão obliterados por prolongamentos destes detritos para o seu interior, denominados de *smear plugs*, e que se podem estender por uma profundidade de 1-10 µm^(23, 32, 36). As imagens obtidas no grupo 1 do presente trabalho, estão de acordo com estes dados da literatura científica no que concerne à dentina permanente, observando-se a presença de *smear layer* na superfície dentinária, assim como, os túbulos obliterados com *smear plugs* sem diferença evidente assinalável entre dentições.

A técnica adesiva dos sistemas *etch-and-rinse* remove a *smear layer* completamente através do condicionamento com ácido ortofosfórico seguido de lavagem. A superfície da dentina é morfologicamente alterada devido à dissolução de cristais de hidroxiapatite, conduzindo a uma ampla abertura dos túbulos dentinários, expondo as malhas de colagénio^(35, 37). As imagens do grupo 2 estão em plena conformidade com este padrão descrito na literatura^(38, 39).

Constatou-se no entanto que este padrão de condicionamento pode ser ligeiramente diferente consoante o tipo de dentição onde é aplicado. Este pressuposto está de acordo com os estudos de Carmona *et al.* em 2006 e Pimenta *et al.* em 2010 onde foram observados diferentes padrões de condicionamento^(35, 40). Também Nor *et al.* em 2004,

verificaram que a aplicação de condicionadores ácidos em dentina temporária produzia um aumento da espessura da camada de desmineralização que associado a uma subsequente e incompleta penetração da resina adesiva, pode contribuir para uma resistência inferior da interface^(37, 38, 40). Assim, uma redução do tempo de condicionamento ou o uso de soluções ácidas com um valor de pH mais elevado, podem produzir camadas híbridas mais funcionais, sugerindo que deve existir um protocolo diferenciado para a dentina temporária^(35, 39). Todavia, as observações ultra-estruturais obtidas no presente estudo não permitiram visualizar diferenças regulares, inequívocas e evidentes entre os dois substratos dentinários sujeitos ao condicionamento com ácido fosfórico.

Nesta linha, Borges *et al.* em 2007, referem que a aplicação de ácido fosfórico a 35%, diminui a dureza da dentina em ambas as dentições. Embora o efeito tampão da hidroxiapatite restrinja a interação dos agentes condicionadores, o conteúdo inorgânico da dentina é removido, expondo a camada de matriz orgânica superficial e a entrada dos túbulos, criando porosidades, que resultam em dentina mais resiliente e menos dura⁽³⁰⁾.

Alguns estudos, referem que as diferenças morfológicas e químicas na dentina dos dentes temporários, relativamente aos permanentes, são consideradas as principais causas explicativas do desempenho inferior de sistemas adesivos em dentina primária. Estes resultados são suportados pela hipótese de que a dentina primária é mais reactiva ao condicionamento ácido devido ao conteúdo mineral inferior, levando-a a uma desmineralização mais profunda^(22, 34, 37, 40, 41).

Os adesivos do tipo *self-etch* seguem um protocolo de adesão diferente dos sistemas adesivos anteriores. Estes agentes penetram, dissolvem e incorporam a *smear layer* na interface adesiva. A desmineralização e a hibridização são absolutamente correspondentes, uma vez que a infiltração da malha de colagénio e a desmineralização dos componentes inorgânicos da dentina passaram a ocorrer em simultâneo e exatamente à mesma profundidade que a penetração dos monómeros adesivos^(12, 38). Foi reconhecido que este mecanismo de ação trouxe uma vantagem importante, uma vez que diminui a sensibilidade pós-operatória, embora este benefício ainda seja algo discutível na literatura^(12, 17).

Os sistemas adesivos *self-etch*, apresentam diferentes composições, formas de aplicação e grau de agressividade (acidez). No que concerne a este último aspeto, podem ser classificados em fortes ($\text{pH} \leq 1$), intermédios/moderados ($\text{pH} \approx 1,5$), leves ($\text{pH} \approx 2$) e ultra leves ($\text{pH} \approx 2,7$). Esta propriedade está directamente relacionada com a capacidade de dissolução e penetração na *smear layer*, bem como na desmineralização do substrato

subjacente⁽³²⁾. A dissolução da *smear-layer* varia de acordo com o pH do *primer* / adesivo. Da mesma forma, as características estruturais da camada híbrida produzida por estes adesivos dependem da extensão em que monômeros acídicos desmineralizaram o substrato^(16, 34, 36, 38).

Os valores de pH dos sistemas adesivos avaliados podem ter influenciado os diferentes padrões de condicionamento observados. Os adesivos *self-etch* leves tendem a desmineralizar a dentina muito superficialmente, deixando cristais de hidroxiapatite em torno das fibras de colágeno disponíveis. Geralmente, os *smear plugs* não são completamente removidos dos túbulos, resultado numa camada híbrida superficial⁽²³⁾. Como se pode observar através das imagens, o *primer* do sistema Clearfil™ Protect Bond, apresenta um padrão de desmineralização mais acentuado na entrada dos túbulos dentinários, e um padrão de dissolução de *smear layer* mais evidente que o das amostras condicionadas com Clearfil™ S³ Bond Plus ou Scotchbond™ Universal. Esta constatação pode estar relacionada com os valores de pH destes materiais, mas também com outros factores, tais como o tempo e o modo de aplicação ou a espessura da camada de *smear layer* presente⁽²³⁾. A aplicação ativa pode melhorar o desempenho da união de sistemas adesivos à dentina⁽¹⁸⁾.

Entre os sistemas adesivos *self-etch* avaliados, o que apresentou um padrão de condicionamento mais acentuado, foi o *primer* do *self-etch* de dois passos, onde foi possível observar bem a dissolução de *smear layer*, desmineralização dos túbulos dentinários na sua área mais superficial, permanecendo no entanto, os túbulos parcialmente obliterados, embora com a presença de várias soluções de continuidade. A diferença entre o *primer* do sistema de dois passos para os dois outros sistemas adesivos foi particularmente evidente no padrão obtido em dentina temporária, onde o primeiro proporcionou um padrão caracterizado por uma dissolução completa e marcada da *smear layer* e dos *smear plugs*, desmineralizando a dentina subjacente e alargando mesmo a entrada dos túbulos dentinários. Esta constatação vem de encontro e é explicada pela literatura que refere que devido à suas diferenças a dentina temporária é mais facilmente “reactiva” a alguns agentes acídicos^(34, 37, 41).

Outra razão, apontada na literatura, para um desempenho menos eficaz do sistema *self-etch* de um passo, é a mistura num mesmo frasco de componentes hidrofílicos e hidrofóbicos⁽¹⁷⁾.

O que foi observado nas imagens de MEV vem de encontro a alguns resultados presentes na literatura sobre adesão em dentes temporários. Krämer et al. em 2013 analisou forças de adesão de dez *self-etch* existentes no mercado em dentina temporária e

conclui que alguns sistemas adesivos *self-etch* (principalmente os de 2 frascos e 2 passos) conseguem obter resultados muito semelhantes aos conseguidos com o adesivo *gold standart* (do tipo *etch-and-rinse*)⁽³³⁾.

Das amostras analisadas, a que apresentou padrões de condicionamento mais ténues, para ambas as dentições, foi o sistema adesivo universal, Scotchbond™ universal, mostrando baixa capacidade de dissolução e desmineralização, possivelmente justificada pelo seu valor de pH, superior aos restantes materiais⁽³⁶⁾.

Num estudo realizado por Muñoz et al. em 2013, os resultados indicaram que, os adesivos universais testados utilizando tanto a técnica adesiva *self-etch* como a *etch-and-rinse* em dentina, foram inferiores aos respectivos controles (Clearfil™ SE Bond, de dois passos *self-etch* ou Adper Single Bond 2, de dois passos *etch-and-rinse*) no que diz respeito a pelo menos uma das propriedades testadas (resistência de união, nanoinfiltração e em grau de conversão in situ), referindo que devem ser realizados mais estudos para avaliarem o desempenho a longo prazo desta nova categoria de adesivos⁽¹⁸⁾.

Considerando que o objectivo do presente estudo foi verificar a micromorfologia da dentina de dentes temporários e definitivos após o uso de diferentes agentes condicionadores, e que o sucesso do procedimento adesivo não é dependente exclusivamente do padrão de condicionamento ácido, outros estudos, especialmente os de avaliação quantitativa e clínica, são necessários para complementar e aferir as reais capacidades destas diferentes estratégias adesivas.

Conclusão

Com a execução deste trabalho de investigação *in vitro*, e mediante as suas limitações inerentes, pode ser concluído que:

1. O padrão de desmineralização mais agressivo e profundo para ambos os tipos de dentina foi obtido com o ácido fosfórico que promoveu a remoção completa da *smear layer*.
2. O *primer* do adesivo autocondicionante de 2 passos proporcionou uma maior dissolução da *smear layer* e profundidade de desmineralização comparativamente aos outros 2 adesivos, nomeadamente em dentina temporária; o adesivo do tipo universal parece ser o que menor desmineralização e dissolução da *smear layer* produz.
3. A profundidade de desmineralização dentinária e de dissolução da *smear layer* dos sistemas autocondicionantes parece ser mais acentuada na dentina temporária que na dentina definitiva.

Bibliografia

1. Ramos JC. Estética em Medicina Dentária. 1ª Edição ed2009. p. 13-26.
2. Garcia RN, Souza CRdSd, Mazucco PEF, Justino LM, Schein MT, Giannini M. Avaliação da resistência de união de dois sistemas adesivos autocondicionantes–revisão de literatura e aplicação do ensaio de microcisalhamento. *RSBO*. 2007;4(1):37-45.
3. Baratieri LN, Monteiro Junior S, Andrada MA, Vieira LCC, Ritter AV, Cardoso AC. *Odontologia restauradora: fundamentos e possibilidades*: Santos; 2002.
4. Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *Journal of biomedical materials research*. 1982;16(3):265-73.
5. Van Landuyt KL, Snauwaert J, De Munck J, Peumans M, Yoshida Y, Poitevin A, et al. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. *Biomaterials*. 2007;28(26):3757-85.
6. Langer A, Ilie N. Dentin infiltration ability of different classes of adhesive systems. *Clinical oral investigations*. 2013;17(1):205-16.
7. Coelho A, Canta JP, Martins JN, Oliveira SA, Marques P. Perspetiva histórica e conceitos atuais dos sistemas adesivos amelodentinários–revisão da literatura. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial*. 2012;53(1):39-46.
8. Lopes GC, Baratieri LN, De Andrada M, Vieira L. Dental adhesion: Present state of the art and future perspectives. *Quintessence international* (Berlin, Germany: 1985). 2002;33(3):213-24.
9. De Menezes Oliveira MAH, Torres CP, Gomes-Silva JM, Chinelatti MA, De Menezes FCH, Palma-Dibb RG, et al. Microstructure and mineral composition of dental enamel of permanent and deciduous teeth. *Microscopy research and technique*. 2010;73(5):572-7.
10. Van Meerbeek B, Van Landuyt K, De Munck J, Hashimoto M, Peumans M, Lambrechts P, et al. Technique-sensitivity of contemporary adhesives. *Dental materials journal*. 2005;24(1):1-13.
11. Vashisth P, Mittal M, Goswami M, Chaudhary S, Dwivedi S. Bond Strength and Interfacial Morphology of Different Dentin Adhesives in Primary Teeth. *Journal of Dentistry* (Tehran, Iran). 2014;11(2):179.
12. Coelho A, Canta JP, Martins JNR, Oliveira SA, Marques P. Perspetiva histórica e conceitos atuais dos sistemas adesivos amelodentinários – revisão da literatura. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial*. 2012;53(1):39-46.
13. Baygin O, Korkmaz FM, Arslan I. Effects of different types of adhesive systems on the microleakage of compomer restorations in Class V cavities prepared by Er,Cr:YSGG laser in primary teeth. *Dental materials journal*. 2012;31(2):206-14.
14. Osorio R, Aguilera FS, Otero PR, Romero M, Osorio E, Garcia-Godoy F, et al. Primary dentin etching time, bond strength and ultra-structure characterization of dentin surfaces. *Journal of dentistry*. 2010;38(3):222-31.
15. Chasqueira AF, Arantes-Oliveira S, Portugal J. Effect of changes to the manufacturer application techniques on the shear bond strength of simplified dental adhesives. *Journal of applied biomaterials & functional materials*. 2012;11(2):e117-21.
16. Manuja N, Nagpal R. Resin–tooth interfacial morphology and sealing ability of one-step self-etch adhesives: Microleakage and SEM study. *Microscopy research and technique*. 2012;75(7):903-9.
17. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A. State of the art of self-etch adhesives. *Dental Materials*. 2011;27(1):17-28.
18. Muñoz MA, Luque I, Hass V, Reis A, Loguercio AD, Bombarda NHC. Immediate bonding properties of universal adhesives to dentine. *Journal of dentistry*. 2013;41(5):404-11.
19. Kearns JO, Barry JG, Fleming GJ. Cuspal deflection and cervical microleakage scores to determine the adhesive potential of universal bonding systems. *Journal of Dentistry*. 2014.
20. Sohrabi A, Amini M, Afzali B, Ghasemi A, Vahidpakdel S. Microtensile bond strength of self-etch adhesives in different surface conditionings. *European journal of paediatric dentistry: official journal of European Academy of Paediatric Dentistry*. 2012;13(4):317-20.

21. LEMOS LVF, Felizardo KR, Myaki SI, Lopes MB, Moura SK. Bond strength and morphology of resin materials applied to the occlusal surface of primary molars. *International Journal of Paediatric Dentistry*. 2012;22(6):435-41.
22. Pimentel E, Dias K, Bittencourt LP. Adesivos dentários na odontopediatria: revisão da literatura. *Revista Íbero-americana de Odontopediatria & Odontologia de Bebê*. 2010;6(30).
23. Eliades G, Watts D, Eliades T. *Dental hard tissues and bonding*: Springer; 2005.
24. Kaaden C, Schmalz G, Powers JM. Morphological characterization of the resin-dentin interface in primary teeth. *Clinical oral investigations*. 2003;7(4):235-40.
25. Angker L, Swain MV, Kilpatrick N. Micro-mechanical characterisation of the properties of primary tooth dentine. *Journal of dentistry*. 2003;31(4):261-7.
26. Sumikawa DA, Marshall G, Gee L, Marshall S. Microstructure of primary tooth dentin. *Pediatric dentistry*. 1999;21(7):439-44.
27. Corrêa MSNP. *Odontopediatria na primeira infância*. Odontopediatria na primeira infância: Santos; 1998.
28. Casagrande L, Brayner R, Barata JS, de Araujo FB. Cervical microleakage in composite restorations of primary teeth—in vitro study. *Journal of dentistry*. 2005;33(8):627-32.
29. Hosoya Y, Tay F. Hardness, elasticity, and ultrastructure of bonded sound and caries-affected primary tooth dentin. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*. 2007;81(1):135-41.
30. Borges AFS, Bitar RA, Kantovitz KR, Correr AB, Martin AA, Puppim-Rontani RM. New perspectives about molecular arrangement of primary and permanent dentin. *Applied Surface Science*. 2007;254(5):1498-505.
31. Marquezan M, Osorio R, Ciamponi AL, Toledano M. Resistance to degradation of bonded restorations to simulated caries-affected primary dentin. *American journal of dentistry*. 2010;23(1):47-52.
32. Marshall Jr GW, Marshall SJ, Kinney JH, Balooch M. The dentin substrate: structure and properties related to bonding. *Journal of dentistry*. 1997;25(6):441-58.
33. Kenshima S, Francci C, Reis A, Loguercio AD. Conditioning effect on dentin, resin tags and hybrid layer of different acidity self-etch adhesives applied to thick and thin smear layer. *Journal of dentistry*. 2006;34(10):775-83.
34. Mithiborwala S, Chaugule V, Munshi A, Patil V. A comparison of the resin tag penetration of the total etch and the self-etch dentin bonding systems in the primary teeth: An in vitro study. *Contemporary clinical dentistry*. 2012;3(2):158.
35. Pimenta RA, Penido CVdSR, Cruz RdA, Alves JB. Morphology of the dentin on primary molars after the application of phosphoric acid under different conditions. *Brazilian oral research*. 2010;24(3):323-8.
36. Suyama Y, Lührs A-K, De Munck J, Mine A, Poitevin A, Yamada T, et al. Potential smear layer interference with bonding of self-etching adhesives to dentin. *Journal of Adhesive Dentistry*. 2013;15(4):317-24.
37. Vashisth P, Goswami M, Mittal M, Chaudhary S. Comparative evaluation of the effect of different bonding agents on the ultramorphology of primary tooth dentin and the resin dentin interface. *Journal of conservative dentistry: JCD*. 2012;15(4):357.
38. Skupien JA, Susin AH, Angst P, Anesi R, Machado P, Bortolotto T, et al. Micromorphological effects and the thickness of the hybrid layer—a comparison of current adhesive systems. *J Adhes Dent*. 2010;12(6):435-42.
39. Perdigão J, Lopes M. *Dentin Bonding—Questions for the New iViliennium*. 1999.
40. Nor J, Feigal R, Dennison J, Edwards C. Dentin bonding: SEM comparison of the resin-dentin interface in primary and permanent teeth. *Journal of dental research*. 1996;75(6):1396-403.
41. Ricci HA, Sanabe ME, de Souza Costa CA, Hebling J. Bond strength of two-step etch-and-rinse adhesive systems to the dentin of primary and permanent teeth. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 2010;35(2):163-8.

