



Mestrado Integrado em Medicina Dentária
Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra

**Caracterização da interface adesiva em dentina após o
jateamento com Al₂O₃ - Estudo piloto**

Liliana Sofia Pinto da Cruz

Orientador: Prof. Doutor João Carlos Ramos

Co-Orientador: Mestre Dr. Rui Isidro Falacho

Coimbra, junho de 2017

Caracterização da interface adesiva em dentina após o jateamento com Al₂O₃ - Estudo piloto

Cruz, L^{*1}, Falacho, RI², Ramos, JC³

1. Aluna do 5º ano do Mestrado Integrado em Medicina Dentária da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra

2. Assistente convidado do Mestrado Integrado em Medicina Dentária da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra

3. Professor Auxiliar do Mestrado Integrado em Medicina Dentária da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra

Endereço:

Área de Medicina Dentária, FMUC, Coimbra - Portugal

Av. Bissaya Barreto, Blocos de Celas,

3000-075 Coimbra

Telefone.: +351 239 484 183

Fax.: +351 239 402 910

Endereço de e-mail:

liliana_s_cruz@hotmail.com

Sumário

Resumo

Abstract

Introdução

Materiais e Métodos

Resultados

Discussão

Conclusão

Bibliografia

Agradecimentos

Índice

Resumo

Introdução: A adesão dentinária representa um desafio na Medicina Dentária, sendo que a formação da camada híbrida é um fator crítico para o seu sucesso. São conhecidas diversas formas para preparar a dentina para a adesão. Existe alguma especulação sobre a possibilidade de o jateamento da dentina com partículas de óxido de alumínio poder promover uma melhoria na limpeza da cavidade preparada e na adesão a este substrato. Contudo, a inexistência de estudos objetivos sobre os efeitos deste tratamento de superfície torna a técnica controversa e sem bases científicas para aplicação clínica. O objetivo deste trabalho é realizar um estudo piloto que analise ultramorfolologicamente os efeitos do jateamento com óxido de alumínio na dentina bem como na interface adesiva produzida com dois sistemas adesivos.

Materiais e Métodos: Utilizaram-se dois molares inferiores extraídos que se seccionaram diversas vezes transversalmente de modo a obter discos de dentina, sendo que cada disco foi posteriormente dividido em 4 partes que constituíram o substrato para as amostras em estudo. As amostras (1/4 de disco) foram distribuídas por 6 grupos de acordo com tratamento da superfície e a aplicação de sistema adesivo: 3 grupos foram jateados com partículas de óxido alumínio sendo que em dois dos foram aplicados dois sistemas adesivos diferentes (*self-etch* de 2 passos e *total-etch* de 3 passos); os outros 3 grupos não foram jateados, sendo que em 2 deles foram aplicados os sistemas adesivos referidos. Posteriormente as amostras foram preparadas, revestidas e observadas por microscopia eletrónica de varrimento por duas incidências e várias ampliações.

Resultados: Nos grupos com dentina “normal”, não jateada, foi possível observar a morfologia típica da dentina, da *smear layer* e das interfaces adesivas. Contudo, nos grupos em que a dentina foi jateada com óxido de alumínio foi possível detetar a presença de uma camada de dentina “amorfa”, compactada e densa, semelhante a uma *smear-layer* produzindo interfaces adesivas menos definidas e mais irregulares em ambos os sistemas adesivos testados.

Conclusão: Tendo em consideração as limitações do presente estudo, verificou-se que o jateamento da dentina com óxido de alumínio promove a formação de uma *smear layer* com aspeto atípico, mais denso e compacto que parece dificultar a ação dos sistemas adesivos avaliados.

Palavras-chave: Dentina; Jateamento; Óxido de alumínio; Adesão dentinária; Microscopia eletrónica de varrimento

Abstract

Introduction: Dentin adhesion represents a challenge in dentistry and the formation of the hybrid layer is a critical factor for its success. There are several ways to prepare dentin for adhesion. There is some speculation that dentin sandblasting with aluminum oxide particles may promote improved cleaning of the prepared cavity and adhesion to this substrate. However, the lack of objective studies on the effects of this surface treatment renders the technique controversial and without scientific basis for clinical application. The purposes of this work is to conduct a pilot study that analyzes ultramorphologically the effects of sandblasting with aluminum oxide on the dentin as well as on the adhesive interface produced with two adhesive systems.

Materials and Methods: Two extracted lower molars were used which were cross-sectioned several times to obtain dentin disks, and each disc one being divided into 4 parts that constituted the substrate for the samples under study. The samples (1/4 disk) were distributed in 6 groups according to surface treatment and the application of adhesive system: 3 groups were sandblasted with aluminum oxide particles and in two of them were applied two different adhesive systems (self- 2-step etch and 3-step total-etch); The other 3 groups were not sandblasted and in 2 of them the referred adhesive systems were applied. Subsequently the samples were prepared, coated and observed through scanning electron microscopy by two incidences and several enlargements.

Results: In the groups where normal dentin is present, we seem to observe the typical morphology of dentin, smear layer and adhesive interfaces. However, in the groups where the dentin was sandblasted with aluminum oxide, it is possible to detect the presence of a compact and dense amorphous dentin layer similar to a collapsed dentin and an irregular and poorly defined adhesive interface in both adhesive systems.

In the groups with "normal", not sandblasted dentin, we seem to observe the typical morphology of dentin, smear layer and adhesive interfaces. However, in the groups where the dentin was sandblasted with aluminum oxide, it was possible to detect the presence of compact and dense "smear-layer" amorphous dentin layer producing less defined and more irregular adhesive interfaces in both adhesive systems tested.

Conclusion: Considering the limitations of the present study, it was verified that the sandblasting of the dentin with aluminum oxide promotes the formation of an atypical, denser and more compact smear layer that seems to hamper the action of the evaluated adhesive systems.

Keywords: Dentin; Sandlating; Aluminum oxide; Dentin adhesion; Scanning electron microscopy

Introdução

A metodologia de seleção da literatura-alvo desta introdução consistiu numa pesquisa bibliográfica na base de dados Pubmed, recorrendo às palavras-chave " aluminum oxide", " sandblasting " dentin " e "dentistry" combinadas através dos conectores booleanos "AND" e "OR". Foram selecionados artigos correspondentes a meta-análises, revisões sistemáticas, revisões e RCT's, disponíveis em versão "Full text", em língua portuguesa, espanhola ou inglesa e com resumo disponível online, publicados entre maio de 2007 e maio de 2017. Após leitura do título e abstract foram selecionados 11 dos 83 artigos obtidos inicialmente (72 foram excluídos por não estarem em concordância com os objetivos do trabalho). Foram ainda adicionados 7 artigos por referência cruzada.

A adesão dentinária representa um desafio na Medicina Dentária, sendo que a formação da camada híbrida é um fator crítico para o seu sucesso contribuindo para o êxito das restaurações.¹⁻⁴ O processo convencional de hibridização da dentina consiste na remoção ou dissolução da *smear layer*, e na exposição da malha de colagénio para a infiltração do adesivo.^{1,5}

O condicionamento com utilização do ácido ortofosfórico é o método mais comum para a remoção total da *smear layer*, sendo que com a evolução dos adesivos surgiram novas formas de tratamento da superfície da dentina.¹

Os adesivos modernos podem ser divididos em dois grupos de acordo com a sua forma de interação com a *smear layer*: *self-etch* e *total-etch*.³ Não está ainda totalmente comprovado qual destas técnicas adesivas é superior na obtenção de uma melhor força de adesão, mas algumas das vantagens e inconvenientes de cada uma estão já bem descritos.⁶ O recurso a um sistema *total-etch* pressupõe um passo de condicionamento ácido do esmalte e da dentina com a produção de uma área profunda de desmineralização, sem a certeza da infiltração completa dos monómeros da resina na malha de colagénio exposta, afetando assim a longevidade da adesão.^{3,5} Os sistemas *self-etch* para além de reduzirem a sensibilidade técnica, eliminando o passo do condicionamento ácido da dentina, parecem evitar a formação de áreas de desmineralização que podem não ser totalmente infiltradas com o monómero.^{5,7}

Atualmente, é utilizado o jateamento da dentina com partículas de óxido alumínio (Al_2O_3), que consiste na utilização de energia cinética, gerada por um fluxo de alta velocidade das partículas de Al_2O_3 .^{4,5,7-13} A utilização desta ferramenta clínica está bem descrita para preparação de superfícies de resina, porém a sua aplicação na preparação de dentina e esmalte, tendo pouco impacto em superfícies mais suaves com o tecido gengival, não está bem documentada.^{7-10,13}

Aparentemente, para além de promover a limpeza do substrato e desenvolver alguma ação mecânica, esta técnica poderá segundo alguns autores potenciar a penetração de monómeros de resina na malha de colagénio.^{1,2,14} Este método produz uma rugosidade irregular, aumentando a área de superfície e consequentemente a molhabilidade do sistema adesivo para promover retenção mecânica adicional, resultando numa melhoria das forças de adesão.^{2,7,8,10} Assim, hipoteticamente, caso não se verifiquem outros efeitos nocivos e desvantagens, poderá de um ponto de vista teórico, ser vantajoso.^{5,7}

No que concerne a aceitação pelos pacientes, esta tende a ser boa uma vez que não causa tanto desconforto por vibração e ruído.^{5,9,10,12,15} Um dos principais inconvenientes desta técnica é a formação de uma nuvem potencialmente perigosa de pó de alumina gerado durante o tratamento do paciente. No entanto, Neuhaus e colaboradores afirmam que estas partículas não são suficientes para criar riscos para o paciente ou para o operador, sendo que esta nuvem pode ser controlada com uma aspiração adequada.¹²

O jateamento com Al_2O_3 é também utilizado na preparação de superfícies de resina tendo em vista uma melhoria nos valores de adesão através do aumento da rugosidade e consequentemente da área de superfície para adesão.^{1,16}

Os objetivos deste estudo piloto são observar e descrever morfologicamente dentina normal e dentina jateada com partículas de Al_2O_3 , bem como avaliar a aplicação de dois sistemas adesivos sobre dentina normal e jateada.

A hipótese nula deste trabalho é que não existem diferenças morfológicas entre dentina “normal” e a dentina jateada com Al_2O_3 antes e após aplicação dos sistemas adesivos.

Materiais e Métodos

Preparação dos discos de dentina

Utilizaram-se dois molares humanos inferiores extraídos e armazenados numa solução salina. Foi feita uma chave em Lab Putty®- Lab Putty + Lab Putty Hard, de base quadrangular, utilizada para a inclusão destes dentes em blocos de resina acrílica (VERTEX Self Curing® - Cold Curing Acrylic Denture repair material Shade 4 (AVSL P0401000) + Monomer (AVSCV00500)). Com recurso a uma máquina de corte por ponto de contacto Exakt® com sistema integrado de refrigeração seccionaram-se as coroas transversalmente de forma a obter discos de dentina de 1 mm de espessura.

Os discos foram então polidos utilizando lixas de de água *silicon carbide* de diferentes granulometrias, pela seguinte ordem 120-240-600, tendo em vista a criação de *smear layer*.

Desenho experimental e preparação das amostras

Cada disco de dentina foi posteriormente dividido em 4 partes que constituíram o substrato para as amostras em estudo. As amostras (1/4 de disco) foram distribuídas por 6 grupos de acordo com tratamento da superfície e a aplicação de sistema adesivo:

Grupo 1: Dentina com *smear layer*

Grupo 2: Dentina com *smear layer* jateada com partículas de Al_2O_3 .

Group 3: Dentina com *smear layer* jateada com partículas de Al_2O_3 + sistema adesivo Clearfil SE Bond.

Group 4: Dentina com *smear layer* jateada com partículas de Al_2O_3 + sistema adesivo Optibond FL.

Group 5: Dentina com *smear layer* + sistema adesivo Clearfil SE Bond.

Group 6: Dentina com *smear layer* + sistema adesivo Optibond FL.

Tabela I: Características dos sistemas adesivos utilizados.

	Fabricante	Composição	Carga	Lote	Prazo de Validade
Clearfil SE Bond®	Kuraray Dental	O primer é constituído por MDP, HEMA, canforquinona e dimatacrilato hidrofílico. O adesivo é constituído por MDP, BIS-GMA, HEMA, sílica coloidal, N,N-dietanol p-toluidine, dimetacrilato hidrofílico e canforquinona.	10%	840034	2018/12
Optibond™ FL	Kerr™	O primer é constituído por HEMA, GPDM, PAMM, álcool etílico, canforquinona e água. O adesivo é constituído por BIS-GMA, HEMA, Borosilicato de alumínio e bário (partículas de 0.6 micron), microsíllica, glicerol dimetacrilato e canforquinona.	48%	5870992	2017/07

Para parametrização do protocolo experimental foi utilizado Al_2O_3 com partículas de 50 μm , tendo o jateamento sido realizado a 1 cm de distância com o auxílio de calibração que pode ser visualizada figura 1 (fig. 1) e pressão de 2.0 bar durante 2 segundos, com recurso ao jato Airsonic® Mini Sandblaster (Hagerwerken).



Fig. 1 Fotografia do jato de óxido de alumínio com calibração de distância a 1cm.

Os sistemas adesivos foram aplicados segundo as indicações dos fabricantes. Para o Clearfil SE Bond®, um sistema adesivo *self-etch* de dois passos, aplicou-se o primer de forma ativa com um *microbrush* durante 20 segundos, “secou-se” com jato de ar para evaporação do solvente, aplicou-se a resina adesiva e utilizou-se o jato de ar para remoção dos excessos até obtenção de uma camada brilhante e imóvel, seguindo-se a polimerização durante 10 segundos com recurso a um fotopolimerizador Bluephase Style 20i®. Após esta etapa, aplicou-se um gel de glicerina (PowerBlock BM4® - lote 0149/0716 e com validade até 07/2018) e polimerizou-se durante mais 10 segundos para assegurar completa polimerização da camada inibida por oxigénio.

Para o Optibond FL®, um sistema adesivo *total-etch* de três passos, aplicou-se ácido ortofosfórico a 37% durante 15 segundos na dentina, lavou-se e secou-se, aplicou-se o *primer* de forma ativa com um *microbrush* durante 15 segundos, secou-se com jato de ar aproximadamente 5 segundos, aplicou-se a resina adesiva e utilizou-se o jato de ar para remoção dos excessos até obtenção de uma camada brilhante e imóvel, seguindo-se a polimerização durante 20 segundos com recurso a um fotopolimerizador Bluephase Style 20i®. Após esta etapa, aplicou-se um gel de glicerina (PowerBlock BM4®) e polimerizou-se durante mais 10 segundos para assegurar completa polimerização da camada inibida por oxigénio.

Cada uma das amostras foi posteriormente fraturada em duas partes, uma para observação da superfície e outra para observação em secção transversal as quais foram desidratadas em soluções de concentração crescente de etanol (60%, 80%, 90% e 100% duas vezes) durante 2 minutos cada.

Análise microscópica

Cada espécimen obtido foi incluído num suporte para microscopia com cola de carbono, revestido com banho de ouro-paládio (Polaron Equipment Limited SEM Coating Unit E5000) durante 4 minutos e analisado em microscópio eletrónico de varrimento (MEV; Hitachi S-4100, Japão) em diversas ampliações (250x, 500x, 1000x e 2000x).

Resultados

Análise microscópica

Podem observar-se as fotomicrografias representativas do grupo 1 que corresponde a dentina com *smear layer* nas figuras (figs.) 2 e 4 com ampliação de 500 e 1000x numa vista superficial e nas figs. 6 e 8 com uma ampliação de 1000 e 2000x numa secção transversal. O grupo 2, que corresponde a dentina jateada com partículas de 50 μm de óxido de alumínio, encontra-se representado nas fig. 3 e 5 com ampliação de 500 e 1000x numa vista superficial e fig. 7 e 9 com uma ampliação de 1000 e 2000 vezes numa secção transversal.

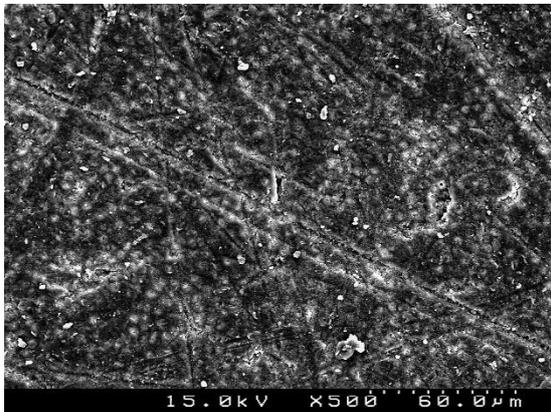


Fig. 2 Fotomicrografia representativa do grupo 1 – vista superficial, ampliada 500x.

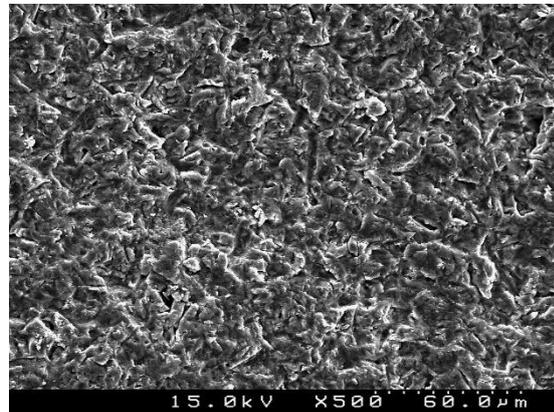


Fig. 3 Fotomicrografia representativa do grupo 2 – vista superficial, ampliada 500x.

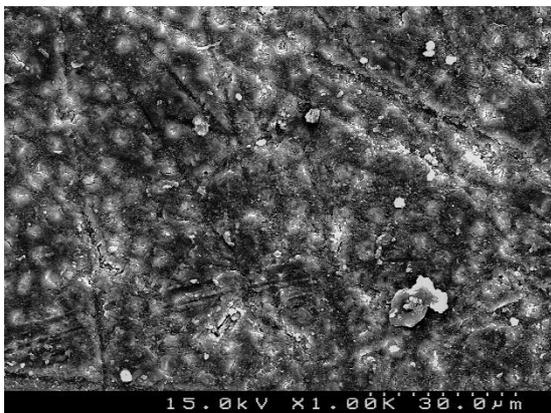


Fig. 4 Fotomicrografia representativa do grupo 1 – vista superficial, ampliada 1000x.

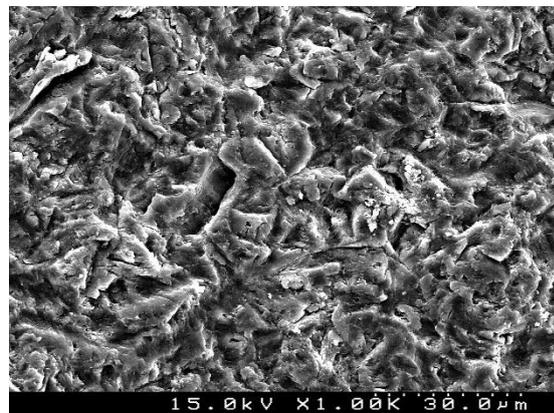


Fig. 5 Fotomicrografia representativa do grupo 2 – vista superficial, ampliada 1000x.

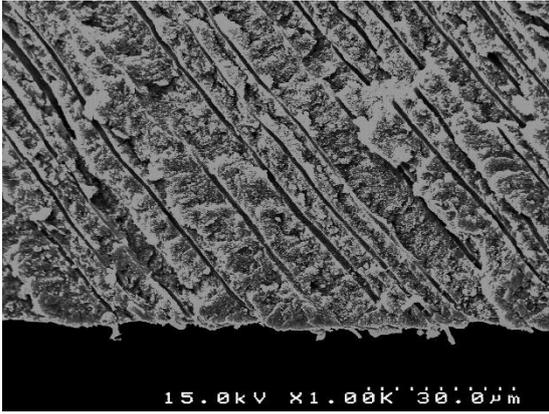


Fig. 6 Fotomicrografia representativa do grupo 1 – secção transversal, ampliada 1000x.

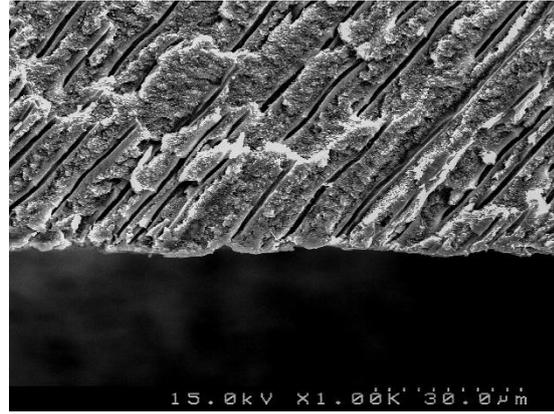


Fig. 7 Fotomicrografia representativa do grupo 2 – secção transversal, ampliada 1000x.

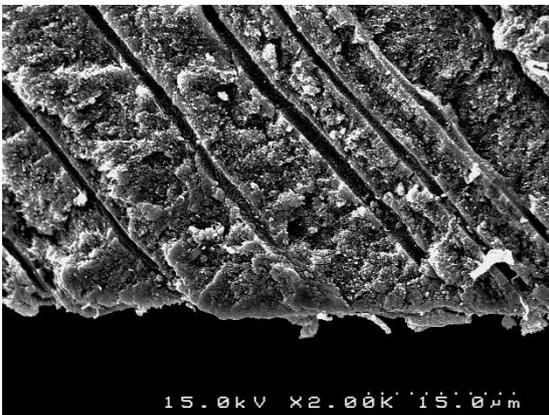


Fig. 8 Fotomicrografia representativa do grupo 1 – secção transversal, ampliada 2000x.

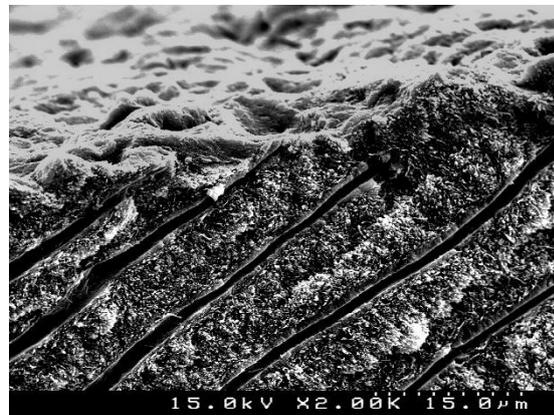


Fig. 9 Fotomicrografia representativa do grupo 2 – secção transversal, ampliada 2000x.

Nas fotomicrografias do grupo 1 é possível observar numa vista superficial a presença de *smear layer* convencional. Visualizam-se as entradas dos túbulos dentinários obliteradas por *smear plugs*. Numa secção transversal, é possível contemplar uma morfologia típica da dentina, com a presença dos túbulos dentinários, dentina tubular, peritubular e intertubular. Observa-se ainda a presença de *smear layer*, e de *smear plugs*.

Nas fotomicrografias do grupo 2 observa-se numa vista superficial a presença de uma camada de dentina irregular, amorfa, compactada e densa. Na secção transversal também se observa esta camada, mas notam-se menos *smear plugs* comparativamente à dentina não jateada.

As figuras 10, 12, 14 e 16 são representativas do grupo 3, que corresponde a dentina jateada com partículas de 50 µm de óxido de alumínio e seguido da aplicação de Clearfil SE Bond numa vista superficial e numa secção transversal.

O grupo 5, que corresponde a dentina não jateada seguido da aplicação de Clearfil SE Bond, encontra-se representado nas figs. 11 e 13 com ampliação de 1000 e 2000x numa vista superficial e nas figs. 15 e 17 com uma ampliação de 1000 e 2000x numa secção transversal.



Fig. 10 Fotomicrografia representativa do grupo 3 – vista superficial, ampliada 1000x.

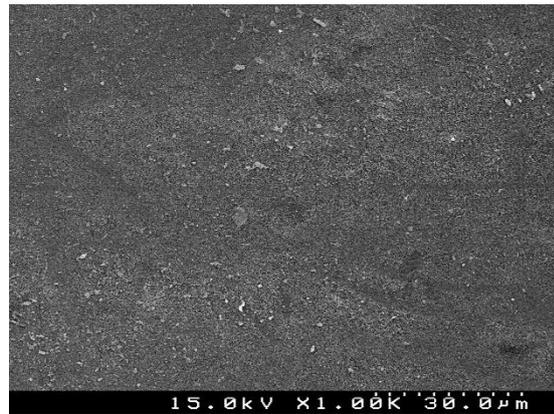


Fig. 11 Fotomicrografia representativa do grupo 5 – vista superficial, ampliada 1000x.

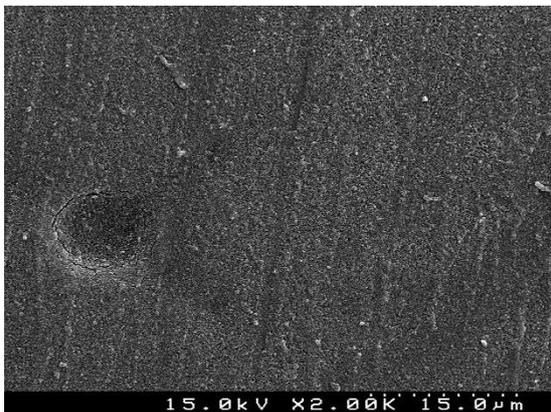


Fig. 12 Fotomicrografia representativa do grupo 3 – vista superficial, ampliada 2000x.

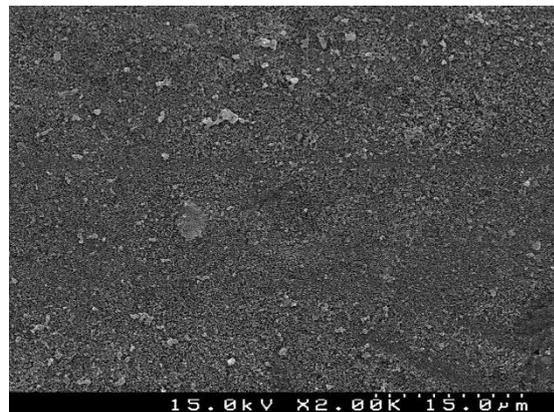


Fig. 13 Fotomicrografia representativa do grupo 5 – vista superficial, ampliada 2000x.

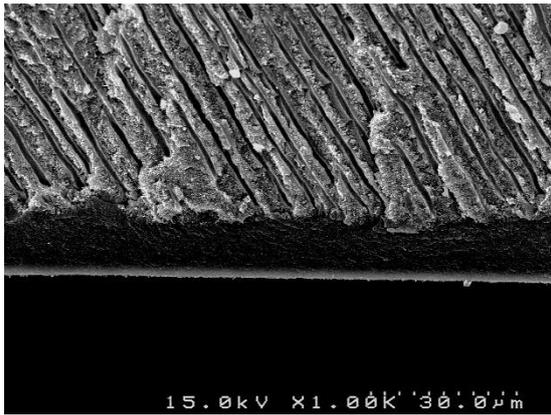


Fig. 14 Fotomicrografia representativa do grupo 3 – secção transversal, ampliada 1000x.

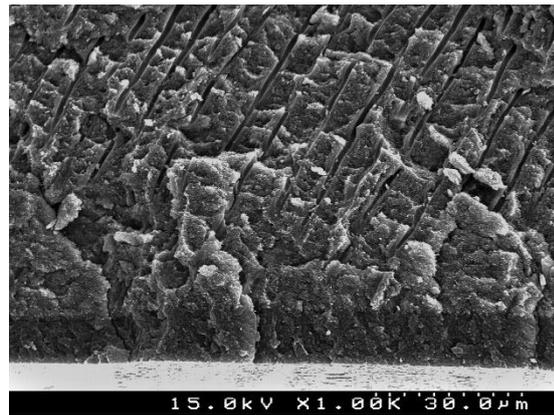


Fig. 15 Fotomicrografia representativa do grupo 5 – secção transversal, ampliada 1000x.

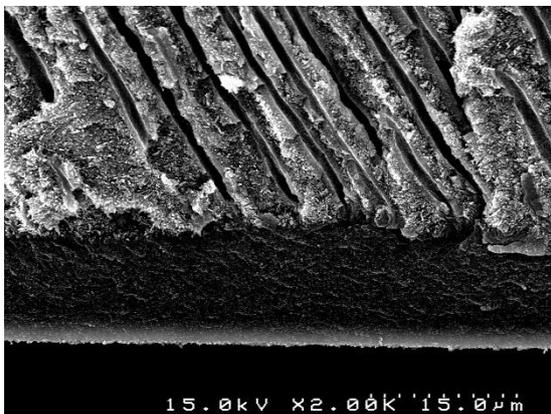


Fig. 16 Fotomicrografia representativa do grupo 3 – secção transversal, ampliada 2000x.

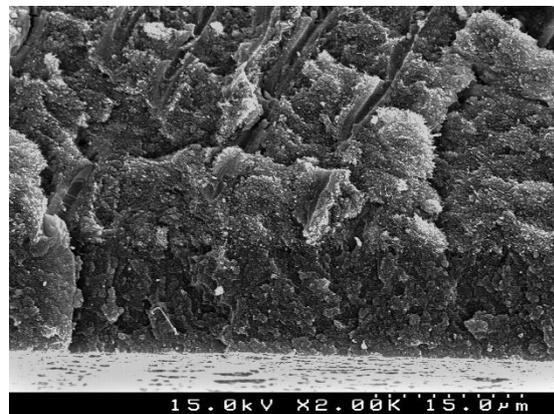


Fig. 17 Fotomicrografia representativa do grupo 5 – secção transversal, ampliada 2000x.

Nas fotomicrografias do grupo 3 observa-se, na secção transversal, uma camada espessa de adesivo e uma separação entre a dentina e o adesivo bem definida e nítida.

Nas fotomicrografias do grupo 5 a vista superficial é semelhante à do grupo 3 evidenciando-se a camada de resina hidrofóbica do próprio adesivo. Contudo, nas imagens de secção transversal é possível observar uma maior continuidade entre a dentina e o adesivo, traduzindo-se aparentemente numa melhor hibridização da dentina.

As figuras 18, 20, 22 e 24 representam as microfotografias representativas do grupo 4 que corresponde a dentina jateada com partículas de 50 µm de óxido de alumínio seguida da aplicação de Optibond FL, com ampliação de 500 e 1000x numa vista superficial e com uma ampliação de 1000 e 2000x numa secção transversal. O grupo 6, que corresponde a dentina com a aplicação de Optibond FL, encontra-se representado

nas figs. 19 e 21 com ampliação de 500 e 1000x numa vista superficial e figs. 23 e 25 com uma ampliação de 1000 e 2000x numa secção transversal.

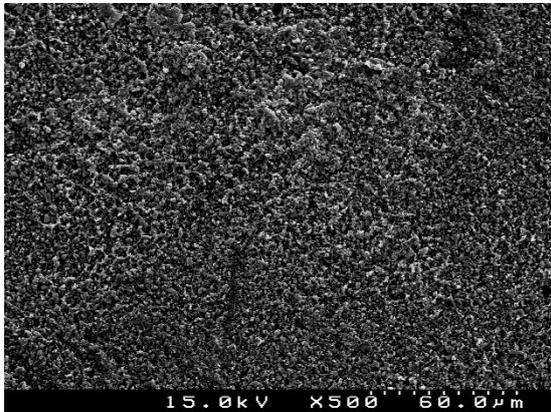


Fig. 18 Fotomicrografia representativa do grupo 4 – vista superficial, ampliada 500x.

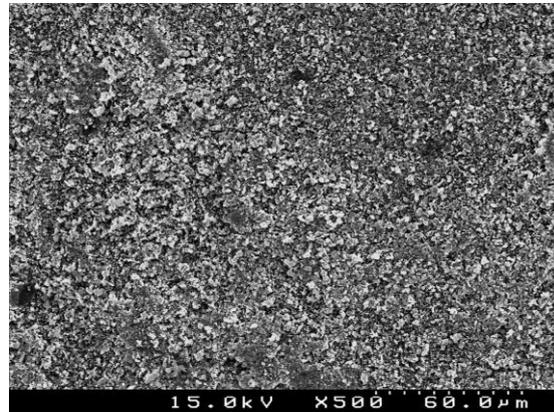


Fig. 19 Fotomicrografia representativa do grupo 6 – vista superficial, ampliada 500x.

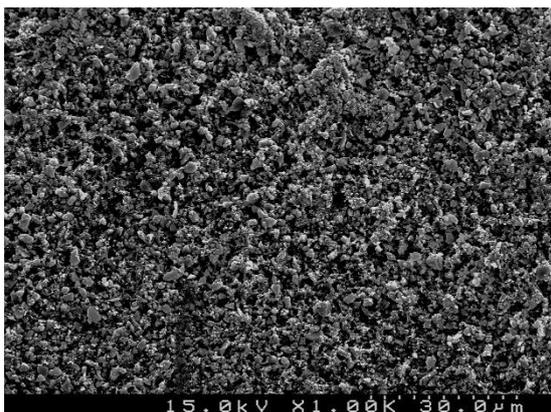


Fig. 20 Fotomicrografia representativa do grupo 4 – vista superficial, ampliada 1000x.

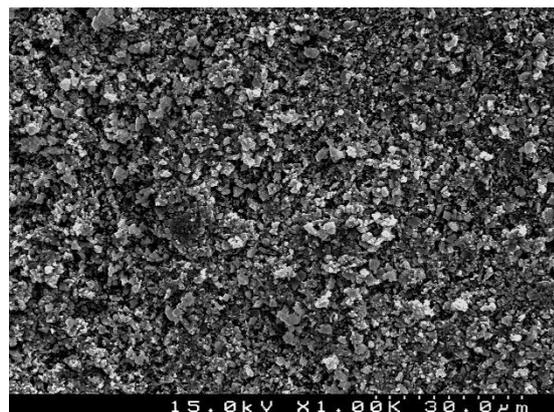


Fig. 21 Fotomicrografia representativa do grupo 6 – vista superficial, ampliada 1000x.

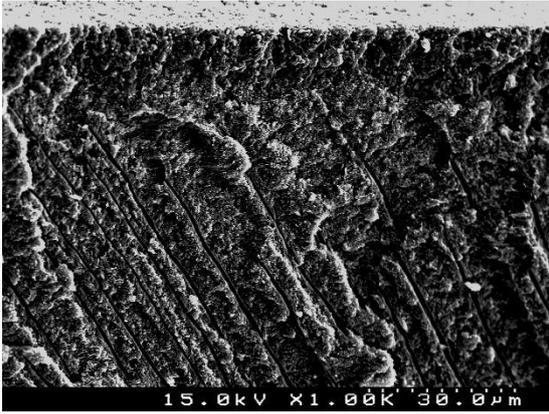


Fig. 22 Fotomicrografia representativa do grupo 4 – secção transversal, ampliada 1000x.

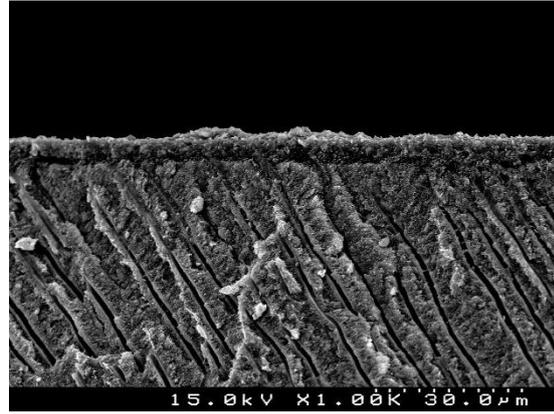


Fig. 23 Fotomicrografia representativa do grupo 6 – secção transversal, ampliada 1000x.

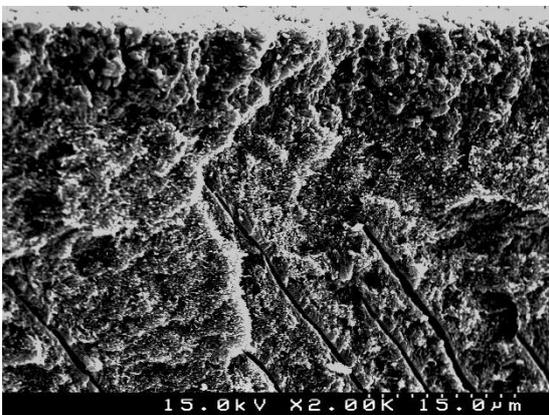


Fig. 24 Fotomicrografia representativa do grupo 4 – secção transversal, ampliada 2000x.

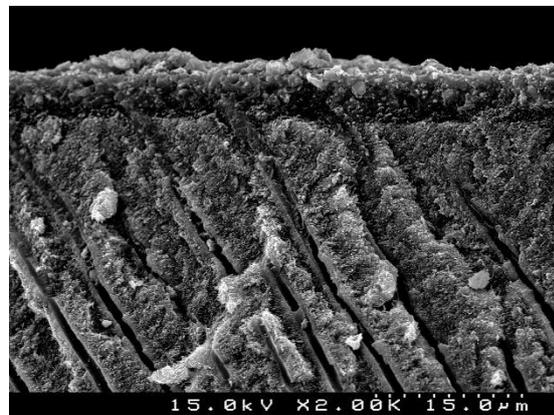


Fig. 25 Fotomicrografia representativa do grupo 6 – secção transversal, ampliada 2000x.

Nas fotomicrografias de superfície do grupo 4 e 6 não se vislumbram grandes diferenças sendo possível detetar a presença de alguns clusters de nanopartículas característicos do sistema adesivo. Contudo, nas imagens de secção transversal verificaram-se algumas diferenças entre estes dois grupos. No grupo 4 a zona híbrida parece mais irregular e menos bem definida e os túbulos dentinários não apresentam um aspeto alargado na sua parte mais coronal.

Nas fotomicrografias do grupo 6 em secção transversal a zona híbrida está bem definida, com a presença de *resin tags* e túbulos dentinários alargados na sua entrada coronal.

Discussão

Adesão Dentinária

A adesão dentinária é um desafio devido à morfologia, composição e elevada percentagem de água da dentina.¹⁷ Fatores como as características da *smear layer*, a densidade dos túbulos dentinários, o seu tamanho e comprimento são preponderantes.⁸

A *smear layer* ocorre devido à formação de pequenas partículas dos detritos de corte e é caracterizada por estruturas semi-porosas cuja espessura, composição e morfologia dependem da instrumentação e da localização dentinária do corte.^{4,11} Uma vez que esta camada oblitera os túbulos dentinários, reduzindo a sua permeabilidade, é necessária a sua remoção para otimizar a penetração do sistema adesivo.¹¹ Os sistemas adesivos *total-etch* possuem no seu protocolo a utilização de ácido ortofosfórico como primeiro passo com a finalidade remover a *smear layer*, dismeneralizar a dentina e expor as fibras de colagénio.^{5,11} Os sistemas adesivos *self-etch* contêm monómeros acídicos que penetram na camada de *smear layer*, dissolvendo-a, até à dentina mineneralizada.¹¹ No entanto, é importante realçar que os primers dos sistemas adesivos *self-etch* são menos sensíveis à variabilidade da dentina do que os adesivos *total-etch*, que possuem o passo de condicionamento ácido separado.¹¹ Contudo, a ausência deste passo permite manter o conteúdo mineral da dentina resultando num aumento da durabilidade da adesão dentinária devido preservação das fibras de colagénio.¹¹

Por muito tempo, a adesão dentinária era garantida pela infiltração dos monómeros do adesivo nos túbulos dentinários, permitindo a ligação mecânica da camada híbrida.¹ Atualmente considera-se que a adesão é o resultado de três características importantes: o bloqueio mecânico da camada híbrida, a rede de colagénio e a superfície de adesão.¹ Desta forma, pensa-se que a quantidade de dentina intertubular disponível tem um papel crítico na adesão e, por conseguinte, deve ser preservada.¹

Jateamento com partículas de óxido de alumínio

Este sistema usa partículas de óxido de alumínio impulsionadas por um fluxo de ar seco comprimido.¹⁷

Segundo Rafael e Quinelato, este método permite preservar o diâmetro original do orifício dos túbulos dentinários e, conseqüentemente, conservar a quantidade de

dentina intertubular, tendo apenas como efeito a criação de rugosidades nas superfícies dentinárias, ampliando a área de contato para adesão.¹ É muitas vezes utilizado como ferramenta na preparação de cavidades, permitindo a formação de uma estrutura irregular, com um aspeto escamoso na superfície dentinária.⁹

Há evidência na literatura que a eficácia deste método depende de vários fatores como o tipo e o diâmetro da ponta do jato, o tamanho das partículas de óxido de alumínio, a pressão do ar e a distância do jato à superfície dentária, o que pode ser uma explicação para os diferentes resultados encontrados noutros estudos.^{17,18} Conforme Souza-Zaroni e Chinelatti, uma ponta de menor diâmetro provoca uma concentração da mesma quantidade de partículas abrasivas numa área menor da estrutura do dente, podendo resultar num aumento da força cinética nesta superfície e conseqüente promoção da formação de irregularidades mais profundas e em maior quantidade do que as criadas com a ponta de maior diâmetro.⁷ No entanto, relativamente ao tamanho das partículas de Al₂O₃, de acordo com Chaiyabutr e Kois, não há diferenças nas forças de adesão utilizando diferentes tamanhos das partículas de óxido de alumínio, embora as partículas mais pequenas provoquem um padrão mais retentivo.¹⁰

Caracterização da superfície de dentina jateada

O jateamento da dentina com partículas de Al₂O₃ foi utilizado como técnica de limpeza do substrato em vários estudos, tendo sido observado através da microscopia eletrónica de varrimento que esta técnica permite também aumentar a rugosidade e a área de superfície e, conseqüentemente, melhorar a adesão.^{8,14,16}

Em conformidade, também para Pahlavan e Mehmanchi este método é conservador e capaz de remover a *smear layer*.⁴ Consegue produzir irregularidades na dentina e melhorar a área para adesão por aumento da retenção mecânica.^{7,15}

Todavia, neste trabalho, após comparar as figuras do grupo 1 e grupo 2 foi possível observar que o grupo 2 apresenta uma dentina colapsada e uma *smear layer* com aspeto bastante distinto da encontrada no grupo 1, pelo que o jateamento com partículas de Al₂O₃ parece remover a *smear layer* e substituí-la por uma dentina amorfa e com menos *smear plugs*. Contrapondo as imagens dos grupos 3 e 5, o sistema adesivo *self-etch* utilizado aparenta não conseguir dissolver a *smear layer* produzida pelo jateamento devido às suas características atípicas, como uma maior densidade e maior compactação da dentina, parecendo dificultar a infiltração do sistema adesivo referido.

Assim, a hipótese referenciada anteriormente na literatura de que o jateamento com óxido de alumínio poderá melhorar a superfície para potenciar a adesão parece ser controversa. No grupo 5, onde a dentina não é jateada e é aplicado posteriormente o sistema adesivo a zona híbrida apresenta-se mais homogênea e contínua, de acordo com as características compatíveis com uma adequada técnica adesiva.

Confrontando os grupos 4 e 6, coloca-se novamente a suposição de que a *smear layer* incomum produzida após o jateamento da dentina com Al_2O_3 poderá ser um obstáculo à adesão uma vez que parece ser mais difícil remover essa massa de dentina amorfa após o condicionamento ácido. Na figura 6 observou-se uma interface adesiva bem definida, com a presença de *resin tags* e túbulos dentinários abertos e caliciformes, de acordo com o padrão desejável de condicionamento e hibridização. Pelo contrário, no grupo 4 os túbulos dentinários apresentam-se com menores dimensões e sem o aspeto caliciforme, bem como uma zona híbrida mais heterogênea, o que nos faz ponderar um condicionamento ácido menos eficaz na remoção da *smear layer* e um padrão de condicionamento díspar do desejado.

Assim, a hipótese nula do presente estudo é rejeitada, uma vez que nos grupos 2,3 e 4, com dentina jateada com Al_2O_3 , são observadas diferenças morfológicas potencialmente significativas, descritas já acima, quando comparados com os grupos 1, 5 e 6, com dentina normal.

Atoui e Chinelatti, observaram no SEM a morfologia da interface adesiva nas paredes laterais de cavidades jateadas e detetaram semelhanças às obtidas pelos instrumentos rotatórios, no entanto, a interface adesiva é mais irregular nos casos de jateamento.⁵

No estudo de Onisor e Bouillaguet, em que simularam a contaminação da superfície da cavidade através de jateamento com partículas de óxido de alumínio antes do procedimento restaurador, foi observado que estas não parecem interferir com as propriedades do esmalte e da dentina.¹⁷ No entanto, foram encontradas algumas fissuras que sugerem implicações na dureza dentinária, bem como na sua integridade estrutural. Há autores que referem que à medida que as partículas de óxido de alumínio colidem com a dentina, a energia cinética das partículas é transferida para o substrato, resultando em fraturas microscópicas deste.^{10,13}

Ainda no estudo de Onisor e Bouillaguet, foram também encontrados alguns detritos na superfície dentinária que podem estar relacionados com pequenas partículas de óxido de alumínio ou pequenos pedaços da dentina removidos durante o jateamento.^{1,17} Foi descrita na literatura a permanência de partículas de óxido de alumínio na superfície

abrasionada, influenciando também a infiltração dos monómeros de resina.⁵ Chinelatti e Corona também observaram no esmalte jateado uma superfície irregular sem um padrão de condicionamento definido e detetaram a presença de partículas de óxido de alumínio.⁸ Estas partículas têm provavelmente um efeito deletério na penetração do sistema adesivo, nomeadamente um efeito negativo na penetração dos adesivos na dentina.^{8,15}

O jateamento em sinergia com outros métodos

A efetividade desta técnica é controversa na medida em que muitos estudos suportam a ideia de que o jateamento não é eficaz no condicionamento nem do esmalte, nem da dentina e que a utilização deste método como um mero protocolo de limpeza no tratamento da dentina é benéfico e não causa efeitos adversos na força de adesão.^{8,10,11,17} Contudo, os resultados presentes nesta investigação parecem contrariar estas evidências como foi descrito acima na comparação do grupo 1 com o grupo 2.

Conforme Atoui e Chinelatti, o jateamento de cavidades promove uma melhoria no selamento das margens das restaurações de resina quando comparados com a turbina.⁵ Isto pode dever-se ao fato da presença de macro e micro-irregularidades na superfície abrasionada e influência na ligação mecânica.⁵ No entanto, a rugosidade de superfície resultante limita a penetração do adesivo na rede de colagénio quando a dentina não é condicionada com ácido ortofosfórico.⁵ Para aumentar a performance do sistema adesivo, muitos autores aconselham o condicionamento do esmalte e da dentina com ácido ortofosfórico após o jateamento com Al_2O_3 .^{8,9} No entanto, há controvérsia neste ponto uma vez que investigações anteriores sobre os efeitos do jateamento com óxido de alumínio seguido por condicionamento ácido da superfície dentinária não apresentam aumento da força de adesão.¹¹ Conforme observámos neste estudo, ao comparar o grupo 4 e 6 parece ser possível constatar que mesmo após o condicionamento ácido da dentina jateada com Al_2O_3 , poderá haver pior prognóstico para a adesão uma vez que este passo parece não conseguir remover a *smear layer* atípica produzida no jateamento e o condicionamento parece ser ineficaz na produção de um padrão normal com túbulos amplos na sua porção mais superficial.

O jateamento na prática Clínica

A utilização desta tecnologia na prática clínica requer alguns cuidados. É importante ter em conta que se deve utilizar sempre isolamento absoluto e uma boa aspiração para evitar a inalação de partículas de alumina durante o procedimento clínico.¹⁴ É ainda aconselhada, a utilização de óculos de proteção, tanto para o paciente como para operador.

Clinicamente, uma das dificuldades mais importantes reside na parameterização e uniformização do procedimento na medida em que se torna muito difícil manter uma angulação e distância constantes, bem como assegurar que o tempo de jateamento não excede o protocolar.

Considerações finais e limitações do estudo

Este trabalho resulta num estudo piloto com o objetivo de observar e comparar a dentina com e sem jateamento com partículas de Al_2O_3 , antes e após a aplicação de diferentes adesivos. No entanto, apresenta como limitação a utilização de apenas dois sistemas adesivos. Para além desta limitação, trata-se exclusivamente de uma avaliação morfológica subjetiva e, como estudo piloto, apresenta um reduzido número de amostras. Pelas razões acima mencionadas, é recomendada a continuação desta linha de investigação com a realização de mais estudos.

Conclusões

Da revisão da literatura conclui-se que as publicações que abordam o tema da preparação de superfícies dentinárias com Al_2O_3 , são muito poucas, sendo os resultados contraditórios e muitas vezes mal parametrizados.

Tendo em consideração as limitações do presente estudo, as imagens de microscopia parecem indicar que a preparação da superfície de dentina com jato de Al_2O_3 influencia não só o tipo de *smear layer* presente, como o tipo de interface adesiva produzida com dois sistemas adesivos avaliados.

Por conseguinte, são necessários mais estudos complementares que avaliem detalhadamente esta técnica no que concerne à sua eficácia e potencial interferência na adesão dentinária.

Bibliografia

1. Freitas C. Morphological Analysis of Dentin Surface after Conditioning with Two Different methods : Chemical and Mechanical. 2016;58–62.
2. Soares CJ, Pereira JC, Souza SJB, Menezes MS, Armstrong SR. The effect of prophylaxis method on microtensile bond strength of indirect restorations to dentin. Oper Dent [Internet]. 2012;37(6):602–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22616925>
3. Sarac D, Bulucu B, Sarac YS, Kulunk S. The effect of dentin-cleaning agents on resin cement bond strength to dentin. J Am Dent Assoc. 2008;139(6):751–8.
4. Marshall GW, Marshall SJ, Kinney JH, Balooch M. The dentin substrate: structure and properties related to bonding. J Dent [Internet]. 1997;25(6):441–58. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0300571296000656>
5. Atoui JA, Chinelatti MA, Palma-Dibb RG, Corona SAM. Microleakage in conservative cavities varying the preparation method and surface treatment. J Appl Oral Sci. 2010;18(4):421–5.
6. Falkensammer F, Arnetzl GV, Wildburger A, Krall C, Freudenthaler J. Influence of different conditioning methods on immediate and delayed dentin sealing. J Prosthet Dent [Internet]. 2014;112(2):204–10. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.prosdent.2013.10.028>
7. Souza-Zaroni WC, Chinelatti MA, Delfino CS, Pécora JD, Palma-Dibb RG, Corona SAM. Adhesion of a self-etching system to dental substrate prepared by Er:YAG laser or air abrasion. J Biomed Mater Res - Part B Appl Biomater. 2008;86(2):321–9.
8. Chinelatti MA, Corona SAM, Borsatto MC, Ribeiro LF, Rocha RASDS, Palma-Dibb RG. Analysis of surfaces and adhesive interfaces of enamel and dentin after different treatments. J Mater Sci Mater Med. 2007;18(7):1465–70.
9. Burnett LHJ, Conceicao EN, Pelinos JE, Eduardo CD. Comparative study of influence on tensile bond strength of a composite to dentin using Er:YAG laser, air abrasion, or air turbine for preparation of cavities. J Clin Laser Med Surg. 2001;19(4):199–202.

10. Chaiyabutr Y, Kois JC. The Effects of Tooth Preparation Cleansing Protocols on the Bond Strength of Self-adhesive Resin Luting Cement to Contaminated Dentin. *Oper Dent* [Internet]. 2008;33(5):556–63. Available from: <http://www.jopdentonline.org/doi/abs/10.2341/07-141>
11. Chaves P, Giannini M, Ambrosano GMB. Influence of Smear Layer Pretreatment on Bond Strength to Dentin. *J Adhes Dent*. 2002;4(3):191–6.
12. Neuhaus KW, Ciucchi P, Donnet M, Lussi A. Removal of enamel caries with an air abrasion powder. *Oper Dent*. 2010;35(5):538–46.
13. Laurell K, Hess J. Scanning electron micrographic effects of air-abrasion cavity preparation on human enamel and dentin. *Quintessence Int (Berl)*. 1995;26(2):139–44.
14. Santos MJMC, Bapoo H, Rizkalla AS, Santos GC. Effect of dentin-cleaning techniques on the shear bond strength of self-adhesive resin luting cement to dentin. *Oper Dent* [Internet]. 2011;36(5):512–20. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21834711>
15. Pahlavan A, Mehmanchi M, Omrani LR, Chiniforush N. Effect of air abrasion and erbium-doped yttrium aluminum garnet (er: Yag) laser preparation on shear bond strength of composite to dentin. *J Lasers Med Sci*. 2013;4(3):127–30.
16. Poskus LT, Meirelles RS, Schuina VB, Matos L, Moreira E, Guilherme J, et al. Effects of different surface treatments on bond strength of an indirect composite to bovine dentine. *Indian J Dent Res*. 2015;26(3):289–94.
17. Dentist A. Influence of Different Surface Treatments on Adaptation in Enamel and Dentin. 2007;
18. Rodrigues JDA, de Vita TM, Cordeiro RDCL. In vitro evaluation of the influence of air abrasion on detection of occlusal caries lesions in primary teeth. *Pediatr Dent*. 2008;30(1):15–8.

Agradecimentos

Ao Prof. Doutor João Carlos Ramos por todo o cuidado, atenção, conhecimento, ensinamento, por promover a minha capacidade empreendedora de progredir a nível pessoal e profissional ao longo de todo este processo, permitindo e possibilitando, simultaneamente, uma experiencia inesquecível, um saber e uma curiosidade científica capaz.

Ao Mestre Rui Isidro Falacho por todo o apoio, dedicação, amizade, disponibilidade, motivação persistente, partilha de saber, ajuda permanente, contribuindo de forma inequívoca, pacientemente, na caminhada ascendente para a etapa que se segue, que só seria possível ser realizada de forma a permitir uma formação pessoal e profissional única, tornando-se, num trabalho muito gratificante.

À técnica de laboratório Cláudia Brites por toda a disponibilidade, simpatia e cooperação na preparação das amostras para análise em microscopia eletrónica de varrimento.

Um agradecimento muito especial à minha binómia Ana Carolina Melo, pelo apoio e amizade incondicional. Aos meus amigos, à Alexia, à Inês, à Linda, à Joana, ao Pedro e ao “binómio de tese”, o Renato, por toda a amizade, paciência e entreaajuda não só neste trabalho mas durante esta jornada académica, foram essenciais.

À minha família, em especial aos meus pais e irmã, por todo o incentivo, encorajamento e apoio durante estes 5 anos de curso e na realização deste trabalho.

Índice

Resumo	IV
Abstract	V
Introdução	- 6 -
Materiais e Métodos	- 8 -
Preparação dos discos de dentina	- 8 -
Desenho experimental e preparação das amostras	- 8 -
Análise microscópica	- 11 -
Resultados	- 12 -
Análise microscópica	- 12 -
Discussão	- 18 -
Adesão Dentinária	- 18 -
Jateamento com partículas de óxido de alumínio	- 18 -
Caracterização da superfície de dentina jateada	- 19 -
O jateamento em sinergia com outros métodos	- 21 -
O jateamento na prática Clínica	- 22 -
Considerações finais e limitações do estudo	- 22 -
Conclusões	- 23 -
Bibliografia	- 24 -
Agradecimentos	- 26 -

