



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

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**INFLUÊNCIA DE DIFERENTES PRÉ-TRATAMENTOS NA
DENTINA - RESISTÊNCIA À MICROTRAÇÃO E
CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA**

Trabalho submetido por
Fátima Joana de Campos Sebastião
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

setembro de 2016



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

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**INFLUÊNCIA DE DIFERENTES PRÉ-TRATAMENTOS NA
DENTINA - RESISTÊNCIA À MICROTRAÇÃO E
CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA**

Trabalho submetido por
Fátima Joana de Campos Sebastião
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Prof. Doutora Alexandra Franco Montalegre Pinto Rodrigues

e coorientado por
Mestre Inês Maria Candeias Carpinteiro

setembro de 2016

*“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar.
Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota.”*

Madre Teresa de Calcutá

AGRADECIMENTOS

À Prof. Doutora Alexandra Pinto, por todo o apoio, orientação, dedicação e disponibilidade que me deu para a construção deste trabalho, assim como a sua permanente gentileza com que sempre me recebeu e incentivou.

À Prof. Inês Carpinteiro, pela sua constante simpatia, por ter estado sempre pronta a ajudar, apoiar e aconselhar no que fosse preciso e pela motivação sempre transmitida.

Ao Prof. Mário Polido, pela prontidão com que sempre me recebeu e pela disponibilidade e ajuda indispensáveis no funcionamento dos equipamentos do laboratório de biomateriais.

À marca 3M Unitek, por todo o material disponibilizado, essencial à execução desta investigação.

Ao Prof. Doutor José João Mendes, a toda a Direcção Clínica e Professores da Instituição, o meu agradecimento por todas as condições proporcionadas e por todos os ensinamentos que me fizeram crescer tanto a nível académico como pessoal.

Aos meus pais e irmã Rita e restante família, por serem os meus pilares, pelo apoio infinito e amor constante, por encorajarem a ser cada vez melhor, mostrando que nada é impossível.

Às minhas amigas de sempre, fundamentais em todos os momentos da minha vida, por toda a amizade incondicional e por sempre acreditarem em mim.

A todos os meus colegas que me acompanharam, em especial à Rita e à Bruna, de quem tive o privilégio de estar ao lado nos últimos cinco anos e com quem partilhei os melhores e menos bons momentos deste percurso. Pela cumpridade, apoio, incentivo e amizade que sei que ficará para a vida.

E por último, mas não menos importante, ao Alex, por me encorajar sempre a perseguir os meus sonhos, e mesmo nos momentos em que o cansaço e a ausência de descanso se tentaram apoderar de mim, a sua paciência ilimitada e apoio constante, nunca me deixaram desistir ou desanimar.

Muito obrigada a todos!

RESUMO

Objetivos: avaliar a influência de diferentes pré-tratamentos na dentina na resistência adesiva à microtração a uma resina composta e avaliar o efeito do envelhecimento em dois períodos de armazenamento em água destilada (24 horas e 3 meses).

Materiais e Métodos: 36 molares hígidos, foram seleccionados e distribuídos aleatoriamente em seis grupos experimentais segundo diferentes tipos de pré tratamentos na dentina: jateamento com partículas de óxido de alumínio de 27 μm e partículas de óxido de alumínio silicizadas de 30 μm , e presença ou ausência de selamento imediato da dentina. Cada grupo foi subdividido em dois subgrupos, um que se destinou ao estudo da resistência adesiva após 24 horas e outro ao estudo da resistência adesiva após envelhecimento em imersão em água destilada a 37°C durante 3 meses. Com o auxílio de um cilindro calibrado, foram obtidos 36 discos em resina composta Z100TM MP Restorative (3M ESPE) e cimentados às amostras previamente tratadas com a mesma resina composta mas pré-aquecida. Após 24 horas e 3 meses, as amostras foram seccionadas com uma lâmina diamantada a baixa rotação, na direcção X e Y, obtendo palitos com a secção de $1\pm 0,2 \text{ mm}^2$. Os palitos foram traccionados numa máquina de testes universal à velocidade de 0,5 mm/min e as fracturas resultantes foram analisadas na lupa estereoscópica.

Na análise estatística utilizou-se o ANOVA one-way e post-hoc com $p\leq 0,05$ (SPSS20.0).

Resultados: Os valores de adesão mais elevados foram obtidos nos grupos jateados com partículas de óxido de alumínio silicizadas de 30 μm e com selamento imediato da dentina. Não se verificaram diferenças significativas nos grupos com a dentina sem IDS.

Conclusão: Diferentes pré-tratamentos na dentina apresentam diferentes valores de resistência adesiva. O jateamento da superfície dentinária não melhora significativamente os valores de adesão.

Palavras-chave: Tratamento de superfície; Dentina; Óxido de alumínio; Resistência adesiva.

ABSTRACT

Objectives: to evaluate the influence of different pretreatments on dentin's microtensile bond strength to a resin composite and evaluate the effect of aging, in two periods of storage in distilled water (24 hours and 3 months).

Materials and methods: 36 healthy molars were selected and randomly distributed in six experimental groups according to the different types of dentin's pretreatment: 27 µm aluminum oxide particles, 30 µm aluminum oxide silicized particles, and the presence or absence of immediate dentin sealing. Each group was divided into two subgroups, one that was intended for the study of bond strength after 24 hours and the other to the study of bond strength after aging by immersion in distilled water for 3 months. By using a calibrated cylinder, 36 blocks of composite Z100TM MP Restorative (3M ESPE) were obtained and luted to the samples that were previously treated, with the same composite but preheated. After 24 hours and 3 months, the specimens were cut with a diamond blade with low rotation speed in X and Y directions in order to get sticks with $1\pm 0,2 \text{ mm}^2$ section. The sticks were pulled in a universal testing machine at 0,5 mm/min rate and the resulting fractures analyzed in stereomicroscope.

For the statistical analysis, ANOVA one-way and post-hoc $p\leq 0,05$ (SPSS20.0) tests were used.

Results: The highest adhesion values were obtained in the groups sandblasted with 30 µm silica coated aluminium oxide particles and with immediate dentin sealing. No statistically significant differences among groups with dentine without IDS were observed.

Conclusion: Different pretreatments in dentin show different levels of bond strength. Sandblasting the dentin surface does not significantly improve the adhesion values.

Keywords: Surface treatment; Dentin; Aluminium oxide; Bond strength.

INDÍCE GERAL

| | |
|--|----|
| I. Introdução | 9 |
| 1. Dentina..... | 9 |
| 1.1. Estrutura e Morfologia | 9 |
| 1.2. Propriedades físicas e químicas | 12 |
| 1.3. Tipos de dentina | 14 |
| 2. Adesão | 16 |
| 2.1. Mecanismos de adesão à dentina | 17 |
| 2.2. Sistemas adesivos..... | 23 |
| 3. Restaurações indiretas em resina composta | 27 |
| 3.1. Indicações | 28 |
| 3.2. Contra-indicações..... | 28 |
| 3.3. Vantagens | 28 |
| 3.4. Desvantagens..... | 29 |
| 3.5. Procedimentos clínicos | 29 |
| 3.6. Evolução das resinas compostas em restaurações indiretas..... | 30 |
| 4. Selamento Imediato da dentina..... | 31 |
| 5. Métodos de tratamento de superfície..... | 34 |
| 5.1. Partículas de Óxido de Alumínio | 35 |
| 5.2. Partículas de Óxido de Alumínio Silicizadas..... | 36 |
| 5.3. Jateamento do Selamento Imediato da Dentina | 37 |
| 5.4. Jateamento da Dentina | 39 |
| II. Objectivos | 40 |
| III. Hipóteses de Estudo | 41 |
| IV. Materiais e Métodos | 43 |
| 1. Grupos experimentais | 43 |
| 2. Procedimento experimental | 46 |
| V. Resultados | 56 |
| VI. Discussão | 67 |
| VII. Conclusões | 79 |
| VIII. Bibliografia | 81 |
| IX. Anexos | |

INDÍCE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 – A dentina peritubular (P) apresenta maior conteúdo mineral comparando com a dentina intertubular (I) (MEV). (Adaptado de: Boushell & Sturdevant, 2013).... | 10 |
| Figura 2 – Comparação entre a dentina peritubular e intertubular próxima da JAD e próxima da polpa. (Adaptado de: Breschi., Ferracane, Cadenaro, Mazzone & Hilton, 2013)..... | 11 |
| Figura 3 – Diferença entre a dentina superficial (à esquerda) e dentina profunda (à direita) (MEV). (Adaptado de: Perdigão, 2010)..... | 13 |
| Figura 4 – Os dois tipos de dentina terciária: dentina reaccional e dentina reparadora. (Adaptado de: Simon, 2009)..... | 16 |
| Figura 5 – Presença de <i>smear layer</i> (SL) e <i>smear plug</i> (SP) no interior do túbulo dentinário (T) (MEV 10.000x). (Adaptado de: Sezinando, 2014) | 18 |
| Figura 6 – Imagem obtida por microscopia electrónica de varrimento da dentina após aplicação de ácido ortofosfórico a 37% durante 15 segundos. (Adaptado de: Reis <i>et al.</i> , 2007)..... | 19 |
| Figura 7 – Interface dentina (D)/restauração(R), demonstrando a camada híbrida (setas) (MEV). (Adaptado de: Cavalheiro & Ramos, 2009)..... | 21 |
| Figura 8 – Dentina após ser submetida a condicionamento ácido e desidratação. Verifica-se o colapso das fibras de colagénio e da dentina intertubular (MEV). (Adaptado de: Cavalheiro & Ramos, 2009) | 22 |
| Figura 9 – Esquema representativo das estratégias adesivas actuais. (Adaptado de: Sezinando, 2014) | 23 |
| Figura 10 – Aspecto da superfície dentinária antes (A) e após (B) a aplicação da técnica IDS com adesivo Optibond™ FL. (Adaptado de: Magne & Nielsen, 2009)..... | 34 |
| Figura 11 – Partículas de óxido de alumínio silicizadas. (MEV, 1000x). (Adaptado de: Falkensammer <i>et al.</i> , 2014) | 36 |
| Figura 12 – Espessura da camada de adesivo antes do jateamento. As medições foram feitas numa direcção paralela às linhas orientadores marcadas na dentina (MEV 100x). (Adaptado de: Stavridakis <i>et al.</i> , 2005) | 38 |
| Figura 13 – Espessura da camada de adesivo após jateamento. (Adaptado de: Stavridakis <i>et al.</i> , 2005)..... | 38 |
| Figura 14 – Dentina após preparação com jato abrasivo (A – 100x e B – 250x). (Adaptado de: França, Santos & Lovadino, 2007) | 39 |
| Figura 15 – Secção das raízes no micrótopo de tecidos duros (esq.) e preenchimento da câmara pulpar com cola de cianocrilato (Wurth, Künzensaul, Germany) (dirt.) | 46 |

| | |
|---|----|
| Figura 16 – Exposição da dentina média com recurso ao micrótomo de tecidos duros Accutom-50 (Struers A/S, Ballerup, Denmark) (dirt.) | 46 |
| Figura 17 – Criação de <i>smear layer</i> padronizada com um disco abrasivo SiC de 600-grit na máquina polidora (LaboPol-4, Struers A/S, Ballerup, Denmark | 47 |
| Figura 18 – Sequência do protocolo da técnica IDS com o sistema adesivo Optibond™ FL (Kerr) | 47 |
| Figura 19 – Aplicação de glicerina e nova fotopolimerização a uma intensidade mínima de 500 mW/cm ² controlada o radiómetro Optilux Radiometer (Kerr Corporation, Orange, CA, USA) | 48 |
| Figura 20 – Execução dos discos de resina composta com 6mm de altura..... | 49 |
| Figura 21 – Jato Airsonic Mini Sandblaster (Hager & Werken, Duisburg, Germany) (esq.) com um arame ortodôntico a 10 mm de distância do dente (dirt.)..... | 49 |
| Figura 22 – Tratamento de superfície dos discos de resina composta, utilizando partículas de óxido de alumínio silicizadas CoJet™ Sand (3M ESPE) | 50 |
| Figura 23 – Processo de limpeza de superfície dos discos de resina composta | 50 |
| Figura 24 – Aplicação do silano ESPE™ Silane Coupling Agent (3M ESPE) e tratamento térmico da superfície. Aplicação do adesivo Optibond™ FL (Kerr) sem fotopolimerizar | 51 |
| Figura 25 – Resina composta Z100™ MP Restorative (3M ESPE) | 51 |
| Figura 26 – Representação da cimentação do disco de resina composta ao dente com a resina composta Z100™ MP Restorative (3M ESPE) pré-aquecida..... | 52 |
| Figura 27 – Estufa Excellent INE 400 (Memmert, Germany) | 52 |
| Figura 28 – Corte dos palitos com uma secção transversal de 1±0,2 mm ² . Apenas os palitos marcados com a área correspondente à dentina foram aproveitados..... | 52 |
| Figura 29 – Craveira digital (Maachi, Digital Caliper, BS Pyromatic, Índia)..... | 53 |
| Figura 30 – Fixação do palito a um jig de Geraldeli com a cola de cianoacrilato (Zapit®, Dental Ventures of America, Corona, CA, EUA) e colocação na máquina de testes universal (Shimadzu Autograph AG-IS, Kyoto, Japan) para ser submetido ao teste de microtração. Observação das fracturas na Lupa estereoscópica (Leica Microsystems® MZ6, Germany) | 54 |
| Figura 31 – Esquema representativo do procedimento laboratorial executado..... | 54 |
| Figura 32 – Esquema representativo da classificação dos tipos de fratura e respectiva fotografia, capturada através da máquina fotográfica digital (Leica Microsystems® DF 290 HD, Germany) | 54 |

INDÍCE DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Protocolo laboratorial Esquemático | 45 |
| Tabela 2 – Comparação dos valores de resistência adesiva (MPa) entre os grupos não submetidos à técnica IDS: Média (M) e Desvio-padrão (Dp). G1a – sem jateamento; G3a – 27 µm; G4a – partículas silicizadas de 30µm | 56 |
| Tabela 3 – Comparação dos valores de resistência adesiva (MPa) entre os grupos submetidos à técnica IDS: Média (M) e Desvio-padrão (Dp). G2a – sem jateamento; G5a – 27 µm; G6a – partículas silicizadas de 30 µm | 57 |
| Tabela 4 – Comparação dos valores de resistência adesiva (MPa) entre os grupos em que a superfície não foi jateada: Média (M) e Desvio-padrão (Dp). G1a – sem IDS; G2a – com IDS | 58 |
| Tabela 5 – Comparação dos valores de resistência adesiva (MPa) entre os grupos em que a superfície foi jateada com partículas de óxido de alumínio de 27µm: Média (M) e Desvio-padrão (Dp). G3a – sem IDS; G5a – com IDS | 58 |
| Tabela 6 – Comparação dos valores de resistência adesiva (MPa) entre os grupos em que a superfície foi jateada com partículas de óxido de alumínio silicizadas de 30µm: Média (M) e Desvio-padrão (Dp). G4a – sem IDS; G6a – com IDS | 59 |
| Tabela 7 – Comparação dos valores de resistência adesiva (MPa) do grupo G1 no imediato e após envelhecimento: Média (M) e Desvio-padrão (Dp). G1a – imediato; G1b – envelhecimento | 60 |
| Tabela 8 – Comparação dos valores de resistência adesiva (MPa) do grupo G2 no imediato e após envelhecimento: Média (M) e Desvio-padrão (Dp). G2a – imediato; G2b – envelhecimento | 60 |
| Tabela 9 – Comparação dos valores de resistência adesiva (MPa) do grupo G3 no imediato e após envelhecimento: Média (M) e Desvio-padrão (Dp). G3a – imediato; G2b – envelhecimento | 60 |
| Tabela 10 – Comparação dos valores de resistência adesiva (MPa) do grupo G4 no imediato e após envelhecimento: Média (M) e Desvio-padrão (Dp). G4a – imediato; G4b – envelhecimento | 61 |
| Tabela 11 – Comparação dos valores de resistência adesiva (MPa) do grupo G5 no imediato e após envelhecimento: Média (M) e Desvio-padrão (Dp). G5a – imediato; G5b – envelhecimento | 61 |
| Tabela 12 – Comparação dos valores de resistência adesiva (MPa) do grupo G6 no imediato e após envelhecimento: Média (M) e Desvio-padrão (Dp). G6a – imediato; G6b – envelhecimento | 61 |

INDÍCE DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| Gráfico 1 – Resistência adesiva (MPa): G1a- sem jateamento; G3a – 27 µm; G4a - partículas silicatizadas de 30 µm..... | 56 |
| Gráfico 2 – Resistência adesiva (MPa): G2a- sem jateamento; G5a – 27 µm; G6a - partículas silicatizadas de 30 µm..... | 57 |
| Gráfico 3 – Resistência adesiva (MPa): G1a- sem jateamento/sem IDS; G2a – sem jateamento/com IDS; G3a – 27 µm/sem IDS; G4a - partículas silicatizadas de 30 µm/ sem IDS; G5a - 27 µm/com IDS; G6a - partículas silicatizadas de 30 µm/ com IDS | 59 |
| Gráfico 4 – Resistência adesiva (MPa) e desvio-padrão: G1a - imediato; G1b – envelhecimento; G2a – imediato; G2b - envelhecimento; G3a - imediato; G3b – envelhecimento; G4a – Imediato; G4b – envelhecimento; G5a – imediato; G5b – envelhecimento; G6a – imediato; G6b – Envelhecimento | 62 |
| Gráfico 5 – Análise do tipo de fractura nos grupos com dentina exposta. G1a – sem jateamento; G3a – 27µm; G4a – partículas silicatizadas de 30µm | 62 |
| Gráfico 6 – Análise do tipo de fractura nos grupos com dentina IDS. G2a – sem jateamento; G5a – 27µm; G6a – partículas silicatizadas de 30µm | 63 |
| Gráfico 7 – Análise do tipo de fractura nos grupos com dentina não sujeita a jateamento. G1a – sem IDS; G2a – com IDS | 63 |
| Gráfico 8 – Análise do tipo de fractura nos grupos com dentina jateada com partículas de óxido de alumínio de 27 µm. G3a – sem IDS; G5a – com IDS | 64 |
| Gráfico 9 – Análise do tipo de fractura nos grupos com dentina jateada com partículas de óxido de alumínio silicatizadas de 30 µm. G4a – sem IDS; G6a – com IDS..... | 64 |
| Gráfico 10 – Análise do tipo de fractura no grupo G1: Envelhecimento (G1b) vs. Imediato (G1a)..... | 65 |
| Gráfico 11 – Análise do tipo de fractura no grupo G2: Envelhecimento (G2b) vs. Imediato (G2a)..... | 65 |
| Gráfico 12 – Análise do tipo de fractura no grupo G3: Envelhecimento (G3b) vs. Imediato (G3a)..... | 65 |
| Gráfico 13 – Análise do tipo de fractura no grupo G4: Envelhecimento (G4b) vs. Imediato (G4a)..... | 66 |
| Gráfico 14 – Análise do tipo de fractura no grupo G5: Envelhecimento (G5b) vs. Imediato (G5a)..... | 66 |
| Gráfico 15 – Análise do tipo de fractura no grupo G6: Envelhecimento (G6b) vs. Imediato (G6a)..... | 66 |

LISTA DE ABREVIATURAS

Bis-GMA – bisfenol-A-glicidil dimetacrilato

Dp – desvio-padrão

GPa – Gigapascais

HEMA – 2-hidroxietil metacrilato

IDS – Immediate Dentin Sealing (Selamento Imediato da Dentina)

JAD – Junção amelo-dentinária

JCD – Junção cimento-dentinária

M – média

MDP – metacriloiloxidecil dihidrogenofosfato

MEV – microscópio electrónico de varrimento

mm – milímetro

mm² – milímetro quadrado

mm/min – milímetro por minuto

MPa – MegaPascais

mW/cm² – mili Watts por centímetro quadrado

N – Newton

TEGDMA – trietilenoglicol dimetacrilato

UDMA – uretano dimetacrilato

µm – micrómetro

µTBS – Microtensile bond strength

I. Introdução

1. Dentina

Constituída por uma estrutura tubular intimamente ligada à polpa e revestida externamente por esmalte na coroa anatômica e cimento na porção radicular, a dentina é a estrutura com maior representação no dente, sendo nesta efectuados a maioria dos procedimentos adesivos em Medicina Dentária (Boushell & Sturdevant, 2013; Carvalho, R.M., Tjäderhane, Manso, Carrilho & Carvalho, C.A.R., 2012).

Formada por células odontoblásticas, a dentina é um tecido sem inervação ou vascularização significativa, mas com capacidade de responder a estímulos externos físicos, químicos e mecânicos. Fornece tanto cor como uma base elástica ao esmalte subjacente, actuando como uma barreira protectora dos tecidos vitais pulpaes (Fruits, Khajotia & Nicholson, 2013).

1.1. Estrutura e Morfologia

A dentina é um tecido conjuntivo avascular, especializado e mineralizado de origem ectomesenquimática. É um substrato heterogéneo, duro mas elástico, com características próprias resultantes do equilíbrio que existe entre os componentes minerais e orgânicos que a constituem (Mantovani, 2011).

Constituída por um conteúdo orgânico significativo, a dentina é um tecido permeável caracterizado pela presença de múltiplas estruturas tubulares, os túbulos dentinários, cujo número e tamanho diferem entre as suas várias camadas (Perdigão, 2010).

Os túbulos dentinários são pequenos canais que convergem em direcção à câmara pulpar e são formados à medida que a matriz dentinária é sintetizada pelos odontoblastos. Dispõem-se radialmente ao longo das diversas regiões da dentina, sendo que perto da polpa a área ocupada por estes é cerca de 22% e ao nível da junção amelo-dentinária é apenas 1%. Na zona coronária, os túbulos dentinários, distribuem-se desde a junção amelo-dentinária até à polpa, na porção radicular estendem-se desde a polpa até à junção cimento-dentinária (Carvalho *et al.*, 2012; Fruits, Khajotia & Nicholson, 2013; Perdigão, 2010).

Os túbulos dentinários são preenchidos por remanescentes do processo citoplasmático da célula odontoblástica e por fluido dentinário derivado da polpa, tornando a dentina um substrato naturalmente húmido (Mjör, 2009).

O fluido dentinário existente nos túbulos é um fluido semelhante ao plasma, e está sujeito a uma pressão leve mas constante vinda da polpa, de cerca 25 a 30 mmHg. Este gradiente de pressão facilita a difusão de substâncias da polpa para a dentina mas dificulta a mesma difusão no sentido contrário, da dentina para a polpa (Mjör, 2009; Swift, 2002).

Cada túbulo é revestido internamente por dentina peritubular, rica em matéria mineral (95% de volume mineral). Entre os túbulos, existe a dentina intertubular, rica em material orgânico (principalmente colagénio) e menos mineralizada (30% de volume mineral), que desempenha um papel fundamental nos processos adesivos e confere suporte ao dente (Boushell & Sturdevant, 2013; Fruits, Khajotia & Nicholson, 2013; Carvalho *et al.*, 2012).

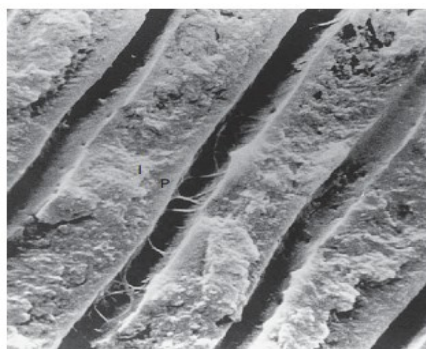


Figura 1 – A dentina peritubular (P) apresenta maior conteúdo mineral comparando com a dentina intertubular (I) (MEV). (Adaptado de: Boushell & Sturdevant, 2013)

À medida que a dentina intertubular é formada pelos odontoblastos, alterações ao nível das proporções dos túbulos dentinários em diferentes regiões na dentina vão-se tornando mais evidentes. O número de túbulos varia entre os 8.000 túbulos dentinários/mm² na JCD, 57.000/mm² na porção terminal da polpa, e ao nível da JAD existem aproximadamente 15.000 túbulos dentinários/mm² (Lopes & Sequeira, 2015; Love, 2004).

Em condições saudáveis, os túbulos descrevem um percurso rectilíneo, variando entre 1 a 3 μm de diâmetro. O diâmetro dos túbulos pode diminuir com a idade ou com a deposição de dentina peritubular, como acontece quando a dentina é exposta a um estímulo crónico de baixa intensidade. A deposição de dentina peritubular é maior na dentina superficial e vai decrescendo próximo da polpa. Isto resulta na formação de um túbulo cónico com maiores dimensões junto da polpa (cerca de 2,5 μm de diâmetro), e com dimensões menores na junção amelodentinária e na junção cementodentinária (aproximadamente 0,9 μm de diâmetro) (Lopes & Sequeira, 2015; Love, 2004).

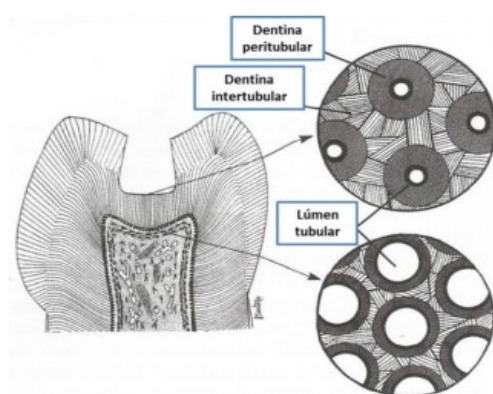


Figura 2 – Comparação entre a dentina peritubular e intertubular próxima da JAD e próxima da polpa. (Adaptado de: Breschi., Ferracane, Cadenaro, Mazzoni & Hilton, 2013)

Apesar de muito importante para a manutenção da integridade da dentina, a estrutura tubular pode comprometer a sua função como barreira de protecção (Fruits, Khajotia & Nicholson, 2013).

A remoção da camada externa de esmalte ou cimento da dentina, através de procedimentos restauradores ou periodontais, ou de condições patológicas como a cárie, trauma, abrasão ou erosão, causam a exposição dos túbulos. Os túbulos passarão assim a funcionar como canais condutores directos entre a polpa e o meio externo oral (Simon, 2009).

As variações dos componentes estruturais e morfológicos ao longo do substrato dentinário, vão determinar a resposta clínica e biológica da dentina. Estas alterações estão dependentes da localização da dentina, idade e o historial de traumas do dente (Fruits, Khajotia & Nicholson, 2013).

1.2. Propriedades físicas e químicas

Conhecer as propriedades da dentina, é o primeiro passo para antever o comportamento da interface dentina-restauração e compreender de que forma os processos de envelhecimento e doença podem alterar a sua resistência e performance (Marshall G.W., Marshall S.J., Kinney & Balooch, 1997).

As diferenças na composição das diversas zonas (dentina superficial, profunda, radicular e coronal), assim como a orientação e a distribuição dos túbulos resultam em alterações significativas nas suas propriedades. Processos fisiológicos e patológicos, como o envelhecimento, cárie e esclerose contribuem também para estas alterações (Carvalho *et al.*, 2012).

A dentina é um substrato que apresenta uma cor amarela esbranquiçada, contribuindo directamente para a cor da peça dentária devido à translucidez do esmalte. Pode apresentar-se mais escura em pacientes idosos, podendo chegar a ficar castanha ou preta quando exposta aos fluidos orais, na presença de restaurações antigas ou cárie (Berkovitz, Holland & Moxham, 2009; Boushell & Sturdevant, 2013).

Apresenta em comparação com o esmalte, uma superfície mais opaca que reflecte menos na presença de luz e exhibe igualmente uma superfície mais macia (Boushell & Sturdevant, 2013).

A permeabilidade da dentina é uma propriedade essencial para a sua fisiologia e para os padrões de reacção do órgão dentino-pulpar. A partir da polpa, nutrientes e impulso nervosos são transportados por meio dos processos odontoblásticos presentes nos túbulos, sendo o seu conteúdo indispensável para a manutenção da vitalidade da dentina (Mjör, 2009).

Os túbulos cónicos na sua estrutura, apresentam a base maior direccionada para a polpa, sendo que à medida que avançamos em profundidade, a dentina torna-se sequencialmente mais permeável (Perdigão, 2010).

O grau de permeabilidade dentinário não é uniforme, variando em função da densidade, diâmetro e conteúdo dos túbulos presentes e entre as diferentes profundidades e áreas do dente (Love, 2004; Swift, 2002).

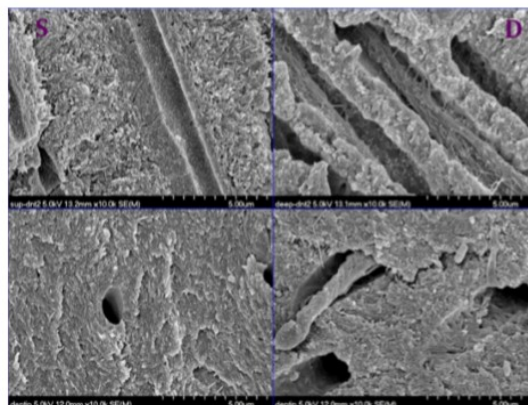


Figura 3 – Diferença entre a dentina superficial (à esquerda) e dentina profunda (à direita) (MEV).

(Adaptado de: Perdigão, 2010)

Quando comparada a permeabilidade ao longo da estrutura dentária, verifica-se que a dentina coronal é mais permeável quando comparada com a dentina radicular e a dentina proximal é mais permeável que a dentina oclusal. É ainda possível encontrar variações dentro da própria dentina oclusal, sendo a permeabilidade maior sobre os cornos pulpares e menor no centro da face oclusal (Swift, 2002).

A redução da permeabilidade dentinária também pode estar dependente de factores como o envelhecimento fisiológico da dentina, que resultam numa maior síntese de dentina peritubular (muito mineralizada) e conseqüentemente levam à diminuição do diâmetro dos túbulos dentinários e da permeabilidade. Esta redução também pode estar dependente da presença de outras substâncias nos túbulos como proteoglicanos, colagénio ou bactérias, ou em situações onde após a instrumentação há coagulação de fibrina dos vasos pulpares no interior dos túbulos dentinários (Ghazali, 2003).

Quanto à dureza, a dentina pode apresentar diferentes valores que estão dependentes das características que a constituem, como a densidade, diâmetro e orientação dos túbulos dentinários, ou matriz de colagénio e grau de mineralização do tecido (Mantovani, 2011).

É um tecido mais duro que o osso e o cimento, mas não tanto como o esmalte, sendo a dentina perto da junção amelodentinária três vezes mais dura que a dentina justa-pulpar (Boushell & Sturdevant, 2013).

Segundo Marshall *et al.* (1997), diferentes estudos demonstraram que a dentina peritubular apresenta maiores valores de dureza do que a dentina intertubular.

Apesar de rígida, a dentina possui propriedades elásticas, apresentando um módulo de elasticidade de aproximadamente 18 Gpa. A sua matriz orgânica e arquitetura tubular, confere-lhe comparativamente ao esmalte, uma melhor resistência às forças de compressão, tensão e flexão, apresentando uma resistência à força de tração de 40 MPa. Esta propriedade muito importante a nível funcional, permite à dentina amortecer os impactos durante as forças mastigatórias, contrabalançando a rigidez do esmalte. A elasticidade da dentina depende da quantidade de substância orgânica e da água constituinte (Berkovitz *et al.*, 2009; Fruits, Khajotia & Nicholson, 2013; Fuentes, 2004).

Ao nível da sua composição química, a dentina humana é um tecido biológico hidratado do tipo conjuntivo mineralizado, constituído aproximadamente em volume por 50 % de matéria inorgânica, maioritariamente sais de hidroxiapatite, 30 % de matéria orgânica, principalmente colagénio tipo I, e em menores concentrações, colagénio tipo III, V e VI, proteínas não colagénicas, fosfolípidos, glicosaminoglicanos e proteoglicanos, e os restantes 20 % de água. Em peso, a matéria inorgânica corresponde a 70%, a matéria orgânica a 20% e a água a 10%. Estas percentagens podem variar consoante a localização e estado da dentina (Carvalho *et al.*, 2012; Love, 2004).

Numa investigação conduzida por Ryou *et al.* (2011), concluiu-se que a composição química da dentina tem uma influência importante nas suas propriedades mecânicas. Os autores verificaram que a dentina profunda e próxima da câmara pulpar possui um conteúdo menor de colagénio quando comparada à dentina superficial, tendo apresentado menores valores de resistência mecânica.

1.3. Tipos de dentina

A matriz dentinária é formada por células odontoblásticas pulpares que são responsáveis pela segregação inicial de colagénio ao nível da junção amelo-dentinária. Posteriormente, recuam centrípticamente em conjunto com os processos odontoblásticos primários em torno da matriz, resultando na dentina primária e secundária ambas de natureza fisiológica. A dentina terciária (reaccional ou reparadora), é formada como resposta a estímulos externos nocivos (Love, 2004; Simon *et al.*, 2010).

Desde o início do desenvolvimento do dente até à completa formação da raiz, a dentina é continuamente segregada e é denominada de dentina primária. É esta dentina a principal constituinte da forma inicial do dente, estando a sua formação completa

normalmente 3 anos após a erupção dentária. A dentina primária é formada a uma taxa de cerca 4 $\mu\text{m}/\text{dia}$, sendo este processo mais lento na raiz que na coroa do dente. Apresenta uma estrutura tubular e regular (Boushell & Sturdevant, 2013; Mjör, 2009; Perdigão, 2010).

Dois a três anos antes da erupção dentária e após a conclusão da formação da raiz, a dentina secundária é formada, a uma taxa mais lenta (0.4 $\mu\text{m}/\text{dia}$) mas durante toda a vida do dente. Apresenta as mesmas características morfológicas e químicas que a dentina primária, embora com uma estrutura menos tubular (Mjör, 2009; Perdigão, 2010; Simon, 2009).

A interface entre a dentina primária e secundária é por vezes possível distinguível através da visualização de uma subtil linha de calcificação (Simon, 2009).

A dentina terciária é formada como resposta a estímulos irritantes de que são exemplos a atricção, abrasão, erosão, trauma, cárie e alguns procedimentos operativos (Boushell & Sturdevant, 2013). Normalmente localizada nas paredes da câmara pulpar, a dentina terciária pode ser dividida em dentina reaccional ou em dentina reparadora (Perdigão, 2010).

Na presença de um estímulo nocivo suave que não causa a morte dos odontoblastos, é formada dentina reaccional. Secretada por células odontoblásticas primárias, a dentina reaccional é uma estrutura tubular em continuidade com a dentina secundária fisiológica (Mjör, 2009; Simon *et al.*, 2010).

Como resultado de uma agressão mais intensa que compromete a sobrevivência dos odontoblastos primários, ocorre a formação da dentina reparadora. Na presença da destruição dos odontoblastos primários, as células indiferenciadas da polpa iniciam a sua diferenciação originando odontoblastos secundários, responsáveis pela secreção deste tipo de dentina terciária (Mjör, 2009; Simon *et al.*, 2010).

A dentina terciária reparadora, secretada por odontoblastos diferentes, é estruturalmente e quimicamente diferente da dentina primária e secundária, apresentando uma estrutura irregular atubular mineralizada. Uma vez que os túbulos da dentina primária e secundária não continuam nem estão presentes na dentina terciária, existe um efeito significativo na permeabilidade da dentina. Como resultado da morte das células odontoblásticas e respectivos processos odontoblásticos, a dentina irá actuar como uma

barreira a qualquer penetração, dando origem às chamadas *dead tracks*, que se estendem desde a dentina mais externa até à polpa (Boushell & Sturdevant, 2013; Mjör, 2009).

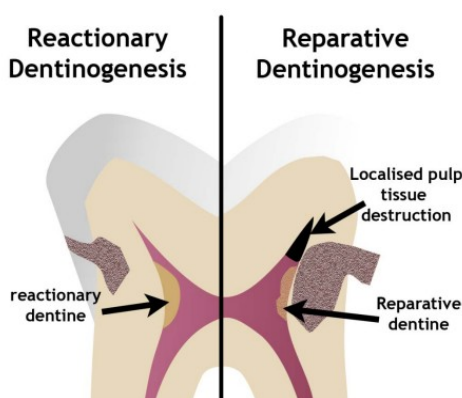


Figura 4 – Os dois tipos de dentina terciária: dentina reaccional e dentina reparadora. (Adaptado de: Simon, 2009)

A dentina radicular é formada durante a erupção do dente e apresenta em comparação com a dentina coronal, túbulos mais dispersos com pequenas ramificações (Mjör, 2009).

2. Adesão

O principal objectivo utilizando a técnica adesiva na realização de uma restauração é a obtenção de uma adaptação perfeita entre o material restaurador e a estrutura dentária (Perdigao, Reis, & Loguercio, 2013).

O processo de adesão pode ser definido como a manutenção do contacto entre duas superfícies ou materiais independentes, sem a interferência de forças externas (Breschi *et al.*, 2013). Pode ser categorizada segundo o tipo de ligação, ligações física, química, e/ou mecânica, que contribuem para a força adesiva da interface da união substrato-adesivo (Marshall S.J., Bayne, Baier, Tomsia & Marshall G.W., 2010).

Segundo Marshall *et al.*, (2010), a adesão é caracterizada por um processo que envolve um “aderente” ou substrato onde é aderido um “adesivo”, criando uma “interface”.

Desta forma, no procedimento restaurador adesivo existem sempre no mínimo dois materiais aderentes de natureza biológica ou sintética, unidos por intermédio de um adesivo (Reis, Pereira & Giannini, 2007).

Em Medicina Dentária os aderentes podem ser diversos incluindo esmalte, dentina, amálgama, compósito, cerâmica, entre outros e os adesivos podem envolver uma ou mais interfaces (Marshall *et al.*, 2010).

Nos tecidos dentários, a adesão que envolve a dentina e a o compósito, baseia-se num processo de troca, em que ocorre a substituição do material inorgânico do substrato dentário por monómeros resinosos, dando origem a um novo biocomposito constituído por fibrilhas de colagénio e resina. Não se espera que este biocomposito seja reabsorvido ou substituído por dentina, mas sim que forme uma ligação consistente entre a resina composta e o substrato dentinário (Carvalho *et al.*, 2012; Sousa & Moro, 2014).

Estes adesivos dentários resultam da combinação de monómeros resinosos hidrofílicos e hidrofóbicos, com diferentes pesos moleculares e solventes, que após polimerização estabelecem ligações entre a restauração e o substrato dentário (Perdigão, 2007).

No entanto, existem variáveis a ter em conta que podem influenciar a qualidade da adesão nomeadamente a rugosidade e limpeza da superfície, a viscosidade do adesivo, a alteração da dimensão do adesivo durante a sua solidificação e ainda a durabilidade do adesivo e da nova interface criada (Breschi *et al.*, 2013).

O sucesso clínico das restaurações depende e reflecte a efectividade e durabilidade da interface de união dente/restauração (Sousa & Moro, 2014). Hoje em dia um dos principais objetivos da técnica adesiva, para além de promover retenção da restauração aos tecidos dentários, é alcançar na interface dente/restauração uma união o mais hermética possível. A integridade desta interface torna-se fundamental para prevenir ou minimizar a microinfiltração marginal, a sensibilidade pós-operatória, manter a vitalidade pulpar e aumentar a longevidade das restaurações (De Munck *et al.*, 2005).

2.1. Mecanismos de adesão à dentina

O processo adesivo na dentina baseia-se na substituição do seu conteúdo mineral (inorgânico) por monómeros de resina, resultando na formação de um biocomposito constituído pelo colagénio dentinário e resina, que fica micromecanicamente retido nas porosidades criadas (De Munck *et al.*, 2005; Tjäderhane, 2015).

A adesão no esmalte é considerada eficiente e estável ao longo do tempo, muito em parte devido ao seu substrato uniforme, constituído essencialmente por cristais inorgânicos, dispostos num padrão bem organizado de prismas. Já a adesão na dentina, revelou-se imprevisível e menos consistente, apesar dos significativos avanços na tecnologia da adesão dentária no sentido de ultrapassar as dificuldades na adesão a esta estrutura (Coelho, Canta., Martins, Oliveira & Marques, 2012).

Continua a ser um desafio alcançar uma adesão efectiva na dentina, em parte devido às suas características biológicas, nomeadamente, devido ao seu elevado conteúdo orgânico (destacando-se o colagénio tipo I), estrutura mais húmida (devido à elevada percentagem de água), à sua estrutura tubular que contém os processos odontoblásticos pela pressão existente no fluido dos túbulos dentinários (pressão intrapulpar) e em parte devido a características da superfície da dentina após tratamentos mecânicos e químicos, como por exemplo a presença de *smear layer* após instrumentação na sua superfície (Anja *et al.*, 2015; Carvalho *et al.*, 2012; Manuja, Nagpal, & Pandit, 2012; Perdigão, Reis, & Loguercio, 2013).

A *smear layer* é constituída por componentes residuais (resíduos dentários, saliva e bactérias) resultantes da instrumentação da superfície dentária, formando uma camada uniforme, amorfa e não estruturada, com uma espessura que varia entre 1 a 5µm. Interfere com o processo de adesão ao bloquear os orifícios dos túbulos dentinários, tomando o nome de *smear plugs*, podendo diminuir a permeabilidade da dentina até 86% (Breschi *et al.*, 2013; Coelho *et al.*, 2012; Manuja, Nagpal & Pandit, 2012; Perdigão, 2007; Sezinando, 2014).

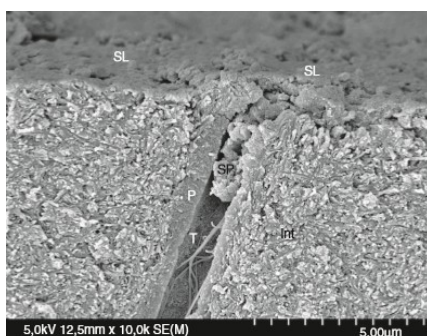


Figura 5 – Presença de *smear layer* (SL) e *smear plug* (SP) no interior do túbulo dentinário (T) (MEV 10.000x). (Adaptado de: Sezinando, 2014)

Por actuar como uma barreira à adesão, a *smear layer* é removida ou tornada permeável através do condicionamento ácido ou quando o sistema adesivo tem capacidade de se disseminar ao longo desta, através de *primers* ácidos. Desta forma, existe uma interacção directa entre os monómeros do adesivo e a superfície dentinária parcialmente desmineralizada, promovendo a adesão entre a dentina e o material restaurador (Oliveira *et al.*, 2003; Perdigão, 2007).

O condicionamento ácido na dentina para além de expor a abertura dos túbulos dentinários, evidencia as fibras de colagénio que ficam espaçadas pelo aumento de porosidades na dentina intertubular. Dependendo da concentração e propriedades do ácido, este pode desmineralizar a superfície da dentina cerca de 2 μm a 6 μm de profundidade, removendo os seus componentes inorgânicos. Estas variações também estão dependentes da estrutura dentinária, sendo que nas camadas mais profundas, verifica-se uma menor desmineralização (Perdigão, May, Wilder & Lopes 2000; Souza Costa, Hebling & Hanks, 2000).

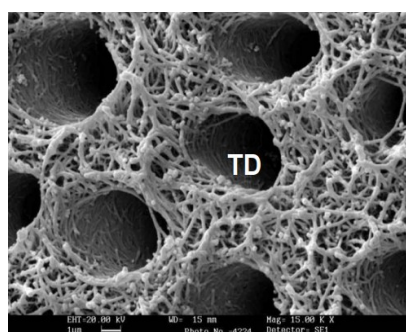


Figura 6 – Imagem obtida por microscopia electrónica de varrimento da dentina após aplicação de ácido ortofosfórico a 37% durante 15 segundos. (Adaptado de: Reis *et al.*, 2007)

Ao desobstruir os túbulos dentinários e a dentina intertubular, o condicionamento ácido permite uma melhor penetração do adesivo e resina nestas estruturas, resultando numa melhor qualidade de adesão e assim um melhor selamento (Castillo, Costa, Barros, Guerisoli & Figueiredo, 2013).

O condicionamento ácido, ao causar estas modificações químicas e morfológicas na dentina, tem repercussões ao nível da energia de superfície da dentina, diminuído-a. Tal pode ser explicado, através da remoção pelo ácido da hidroxiapatite que possui alta energia de superfície, mantendo-se o colagénio que é um constituinte de baixa energia de superfície (Eliades, 1994).

Para que os monómeros resinosos possam penetrar eficientemente o substrato dentinário, a energia de superfície da dentina deve ser restaurada. É então necessário aplicar o *primer*. O *primer* consiste numa solução de monómeros resinosos, principalmente HEMA, diluídos em solventes orgânicos geralmente acetona, etanol ou água. Permite a conservação do colagénio e ao mesmo tempo promove o aumento da energia de superfície dentinária (Donassollo, Lima, Rodrigues-Junior, Coelho-de-Souza & Demarco, 2010; Souza Costa *et al.*, 2000).

Donassollo *et al.* (2010), descreveu o *primer* como uma molécula “*bifuncional*”, no sentido que possui uma porção hidrofílica, que em conjunto com os solventes, permite a eliminação da água entre as fibrilhas de colagénio da camada desmineralizada possibilitando uma melhor penetração dos monómeros resinosos, e uma porção hidrofóbica com afinidade para o adesivo, que facilita penetração deste na dentina.

O adesivo, ou resina fluida, tem como principal função a penetração dos espaços interfibrilares, criados após o condicionamento ácido e aplicação do *primer*, actuando como estabilizador na estrutura de colagénio que ficou sem suporte. É constituído maioritariamente por monómeros hidrofóbicos, como o Bis-GMA, UDMA e TEGMA, e pequenas quantidades de monómeros hidrofílicos como o HEMA. Ainda na sua composição estão iniciadores da polimerização, estabilizadores, solventes e componentes inorgânicos (Breschi *et al.*, 2013; Sezinando, 2014).

Este adesivo ao penetrar nos espaços entre as fibras de colagénio e ao copolimerizar com o *primer*, dá origem a uma camada de colagénio impregnada com prolongamentos de resina, designada camada híbrida (Coelho *et al.*, 2012). A camada híbrida é uma estrutura com elevado conteúdo orgânico, relativamente hidrofóbica e ácido-resistente, sendo constituída por colagénio, partículas minerais residuais e resina (Souza Costa *et al.*, 2000; Tjäderhane, 2015).

Situada na zona de transição entre a dentina desmineralizada e a resina polimerizada, esta estrutura promove a adesão micromecânica à superfície da dentina, fornecendo ligações duplas suficientes para copolimerizar com a resina do material restaurador (Busato, Loguercio, Júnior, Lopes & Moura, 2010).

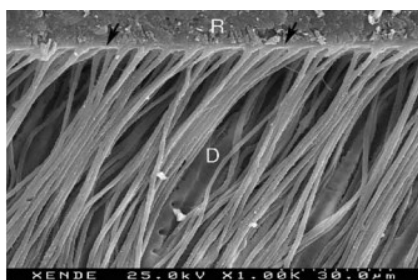


Figura 7 – Interface dentina (D)/restauração(R), demonstrando a camada híbrida (setas) (MEV).
(Adaptado de: Cavalheiro & Ramos, 2009)

A penetração do adesivo polimerizado nos túbulos dentinários forma os *resin tags*, cuja hibridização nas paredes laterais dos túbulos pode contribuir não só para a adesão, mas também para um selamento pulpo-dentinário, através da selagem hermética dos túbulos. Diminui a microinfiltração pulpar potencialmente danosa, impedindo o acesso à polpa de bactérias, toxinas e outros produtos (Van Meerbeek *et al.*, 2001).

A presença dos *resin tags* varia consoante a profundidade da dentina, sendo que na camada híbrida formada na dentina profunda existem em maior número, ao contrário da camada híbrida formada na camada de dentina superficial, onde praticamente não existem estas estruturas (Manuja, Nagpal & Pandit, 2012).

Independentemente do material ou sistema usado, por vezes a formação de uma camada híbrida estável e consistente não é alcançada, comprometendo o nível da adesão e a durabilidade da restauração. A qualidade e espessura desta estrutura depende de factores como, a presença e quantidade de humidade necessária para manter a rede de colagénio aberta para a penetração de resina ou a qualidade da impregnação dos monómeros de resina ao longo da região desmineralizada (Tjäderhane, 2015; Vasconcellos, Susin, Vaz & Oliveira Junior 2007).

A presença de água é essencial para a manutenção dos espaços nas fibras de colagénio que permitem a infiltração dos monómeros de resina (Tjäderhane, 2015). Apesar da manutenção de uma superfície húmida dentinária ser essencial para o óptimo desenvolvimento da camada híbrida, há que ter em conta a quantidade de água existente na superfície dentinária (Martins *et al.*, 2008).

Uma dentina demasiado seca resulta no colapso das fibras de colagénio e encerramento dos poros interfibrilhares na dentina intertubular, resultando na diminuição dos espaços disponíveis para a penetração do adesivo (Perdigão, Carmo & Geraldini, 2005). Por

outro lado, o excesso de água para além de diluir o *primer* tornando-o menos eficaz, forma uma barreira à penetração monomérica ao ocupar os espaços entre as fibras de colagénio (Castillo *et al.*, 2013).

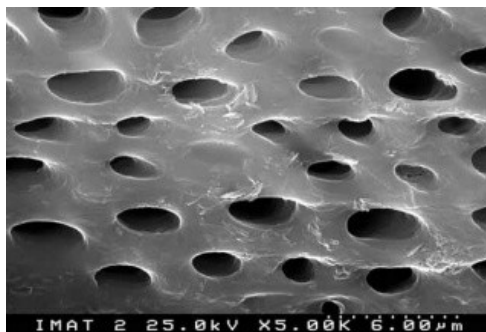


Figura 8 – Dentina após ser submetida a condicionamento ácido e desidratação. Verifica-se o colapso das fibras de colagénio e da dentina intertubular (MEV). (Adaptado de: Cavalheiro & Ramos, 2009)

O grau da impregnação dos monómeros de resina na região desmineralizada pode igualmente ter influência na qualidade de ligação dentina-adesivo, quando a profundidade de desmineralização excede a profundidade de penetração dos monómeros resinosos, resultando em fibrilhas de colagénio que ficaram sem suporte mineral e que não são infiltradas por resina. O resultado é uma camada de colagénio frágil, vulnerável à hidrólise (Vasconcellos *et al.*, 2007).

Uma infiltração e conversão desadequada dos monómeros de resina, resulta no aumento da degradação enzimática das fibras de colagénio expostas e hidrólise da camada híbrida e adesivo, resultando no comprometimento a longo prazo da interface e força adesiva e maior susceptibilidade à ocorrência de microinfiltrações e formação de *gaps* (Martins *et al.*, 2008; Tjäderhane, 2015).

Com a introdução de *primers* ácidos com elevado pH, através dos sistemas autocondicionantes, as forças adesivas na dentina têm-se tornado mais aceitáveis. Isto porque quando comparada com o condicionamento ácido, a utilização de *primers* ácidos, resulta numa desmineralização mais superficial (Perdigão, Gomes & Lopes, 2006).

2.2. Sistemas adesivos

Actualmente existe no mercado uma vasta gama de sistemas adesivos, o que torna um desafio para o profissional seleccionar qual se adequa à sua prática clínica e utilizá-los da forma correcta. É fundamental o Médico Dentista ter conhecimento de quais os tipos de sistema adesivo disponíveis, as suas propriedades físicas e químicas, e a relação destes com os substratos a aderir e possíveis interações químicas, visto que estas podem ter influência nas características de manipulação e aplicabilidade clínica (Carvalho *et al.*, 2012; Martins *et al.*, 2008).

Por muitos anos, os sistemas adesivos foram classificados em gerações. No entanto, este tipo de classificação caiu em desuso principalmente porque não permite que os adesivos sejam categorizados com critérios objectivos, dificultando a actuação na prática clínica no que diz respeito à selecção e aplicação dos diversos sistemas existentes no mercado (Silva e Souza Junior, Carneiro, Lobato, Silva e Souza & Góes, 2010; Van Meerbeek *et al.*, 2001).

A classificação mais utilizada actualmente para os sistemas adesivos são em *etch and rinse* e *self etch*. Estes dois tipos de sistemas vão diferir quanto à sua interacção com a estrutura dentária e a forma de tratamento dado à *smear layer*. Cada um é depois subdividido de acordo com o número de passos clínicos necessários para realizar o procedimento. Recentemente foram introduzidos no mercado os sistemas adesivos universais ou *multi-mode* (Rodrigues, Oliveira, Chasqueira, Portugal, & Arantes-Oliveira, 2015; Sezinando, 2014).

Todos estes sistemas têm em comum no seu mecanismo de adesão, o processo de “hibridização” ou seja a formação da camada híbrida (De Munck *et al.*, 2005).

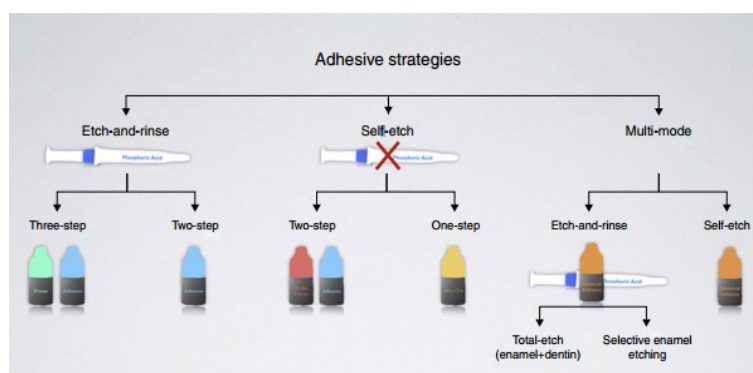


Figura 9 – Esquema representativo das estratégias adesivas actuais. (Adaptado de: Sezinando, 2014)

2.2.1. Sistemas adesivos *Etch and Rinse*

Os sistemas *etch and rinse*, podem apresentar-se de duas formas dependendo da aplicação combinada ou separada do *primer* e do adesivo: de dois ou três passos respectivamente (Silva & Souza Junior *et al.*, 2010).

Nesta abordagem é feito sempre o condicionamento do substrato com ácido, geralmente com o ácido fosfórico em concentrações de 30%-40%, em separado do resto do procedimento clínico. Seguido de lavagem e secagem, o ácido promove a remoção total da smear-layer e da hidroxiapatite superficial, levando à exposição da rede de fibrilhas de colagénio da dentina (De Munck *et al.*, 2005; Rodrigues *et al.*, 2015; Sezinando, 2014).

Em seguida na dentina previamente condicionada é aplicado o adesivo incorporado com o *primer* ou em separado, e após a infiltração da resina a camada híbrida é formada, sendo esta a principal responsável pela ligação entre adesivo e estrutura dentinária (Busato *et al.*, 2010; Rodrigues *et al.*, 2015).

Neste sistema é aplicado a técnica *wet bonding*, cujo processo adesivo é feito com a superfície dentinária húmida após o condicionamento ácido, de modo a que fibras de colagénio expostas não colapsem (Martins *et al.*, 2008).

Como vantagens, esta técnica possibilita a formação de uma camada híbrida mais espessa relativamente ao sistema *self etch* conseguindo melhores resultados no que diz respeito à adesão e durabilidade, principalmente na adesão ao esmalte (Van Dijken & Pallesen, 2011).

Por outro lado, tem sido apontada como desvantagem o facto de ser uma técnica muito sensível existindo factores que podem influenciar o seu desempenho como: o condicionamento ácido em excesso, o risco de secar excessivamente a dentina após o condicionamento ácido levando ao colapso das fibras de colagénio e ao mesmo tempo obter a humidade da estrutura dentinária necessária para alcançar óptimos níveis de adesão, sem ocorrer excesso de água (Martins *et al.*, 2008).

Vários autores referem que tanto na performance clínica como em estudos experimentais o sistema *etch and rinse* de três passos é o que tem mostrado os melhores resultados em termos de adesão às estruturas dentárias, sendo considerado o “*golden*

standard” dos sistemas adesivos (De Munck *et al.*, 2005; Sezinando, 2014).

2.2.2. Sistemas adesivos *Self etch*

Os sistemas *self etch* apresentam-se quanto ao número de procedimentos clínicos em um ou dois passos. Na abordagem *dois passos*, é aplicado um *primer* ácido seguido da aplicação do adesivo. Nos sistemas *self etch* de *um passo*, também chamados *all-in-one*, resultam da combinação e aplicação conjunta do *primer* ácido e adesivo (Sezinando, 2014).

Os sistemas *self etch* caracterizam-se por não requererem o condicionamento ácido como um passo em separado como acontece nos sistemas *etch and rinse*, pois contém um *primer* combinado com o ácido (*primer* ácido), sem necessidade de haver lavagem e posterior secagem do substrato (Bello, Fonseca, Silva & Beatrice, 2011; Van Meerbeek *et al.*, 2011).

Através de monómeros ácidos diluídos numa solução aquosa, conseguem penetrar na smear-layer que não é nem total nem parcialmente removida, levando à criação de uma camada híbrida onde está incorporada a *smear layer* e onde os túbulos dentinários permanecem parcialmente obstruídos. A infiltração da resina ocorre simultaneamente ao processo de desmineralização (Busato *et al.*, 2010; Rodrigues *et al.*, 2015).

O facto destes dois processos ocorrerem ao mesmo tempo, evita que se forme uma zona desmineralizada e não molhada pelo *primer*, visto que sucedem simultaneamente e à mesma profundidade que a penetração dos monómeros. As microporosidades criadas na dentina ficam assim todas preenchidas, reduzindo os defeitos estruturais que possam ocorrer na interface adesiva (Coelho *et al.*, 2012; Silva e Souza Junior *et al.*, 2010).

Apesar desta particularidade, segundo Perdigoão *et al.* (2013) penetrações incompletas de monómeros foram reportadas, principalmente em adesivos *self etch* com monómeros com baixo potencial ácido.

A diferença principal entre os sistemas adesivos *etch and rinse* e *self etch* pode ser considerada a sua acidez. O ácido fosfórico por norma usado no condicionamento total, é mais agressivo e desmineraliza mais em profundidade comparado com os *primers* autocondicionantes (Aguilar-Mendoza, Rosales-Leal, Rodríguez-Valverde, González-López & Cabrerizo-Vílchez, 2008).

Os sistemas autocondicionantes, podem classificados segundo o seu Ph e potencial ácido em sistemas de agressividade *forte* ($\text{pH} \leq 1$), *moderada* ($1 < \text{pH} > 2$) ou *suave* ($\text{pH} \approx 2$), sendo que quanto menor o pH maior a profundidade de desmineralização (Bello *et al.*, 2011).

Os adesivos *self etch* têm como base na sua constituição água. Contendo geralmente 30%-40% de água, esta tem um papel importante neste tipo de sistema adesivo, pois permite a ionização dos monómeros ácidos e a formação de iões de hidrogénio, necessários ao processo de desmineralização do tecido dentário (Perdigão *et al.*, 2013).

Os monómeros desta técnica estabelecem ligações químicas com a estrutura dentária nomeadamente a hidroxiapatite e ligações covalentes com as fibras de colagénio da dentina (Coelho *et al.*, 2012).

Vários autores reconhecem que este sistema adesivo é menos susceptível à ocorrência de erros clínicos, tem menor sensibilidade à água, diminui o tempo de trabalho aumentando a eficiência clínica e alguns estudos constataram que a sua aplicação resulta de uma menor sensibilidade pós operatória, apesar de não ser consensual (Coelho *et al.*, 2012; Perdigão *et al.*, 2013).

No entanto este sistema adesivo, demonstra ter resultados imprevisíveis no que respeita à adesão ao esmalte pois comparativamente com a técnica *etch and rinse*, o efeito do condicionamento prévio com ácido fosfórico, não pode ser comparado ao efeito proporcionado pelos monómeros ácidos (Van Meerbeek *et al.*, 2011).

Tem sido então proposto, efectuar o condicionamento ácido convencional previamente e somente no esmalte, seguido da aplicação do adesivo *self etch* em toda a cavidade. Esta técnica, *selective enamel etching*, surgiu como uma alternativa para aumentar os níveis de adesão ao esmalte (Frankenberger, Lohbauer, Roggendorf, Nauman & Taschner, 2008; Sezinando, 2014).

2.2.3. Sistemas adesivos Universais ou *Multi-mode*

Nos últimos anos, surgiram os sistemas universais ou multi-modo, que promovem a adesão a diversos substratos. Podem ser aplicados na estrutura dentária segundo diferentes técnicas: como *etch and rinse* de dois passos, *self etch* de um passo ou condicionamento selectivo do esmalte (*selective enamel etching*), onde se aplica o ácido

fosfórico no esmalte como na técnica *etch and rinse*, seguido da utilização do sistema adesivo universal na vertente *self etch* na dentina (Muñoz *et al.*, 2013; Rodrigues *et al.*, 2015).

A maioria desses sistemas contém monómeros fosfatados, como o MDP (monómero metacrilóxidecil fosfato), nomeadamente a molécula 10-MDP. Estes monómeros interagem quimicamente com a hidroxiapatite, onde estabelece ligações iónicas com o cálcio presente, formando uma nanocamada que torna a interface adesiva mais estável (Rodrigues *et al.*, 2015; Sezinando, 2014).

3. Restaurações indiretas em resina composta

À medida que os materiais dentários foram evoluindo, e as exigências de restaurações estéticas por parte dos pacientes aumentando, novos materiais e técnicas têm emergido em Medicina Dentária na procura de longevidade clínica e restaurações esteticamente satisfatórias (Garcia, Consani, Churata & Pires-de-Souza, 2006; Skupien, Lago & Souza, 2011).

As restaurações indiretas em resina composta são uma óptima opção para este tipo de restaurações tanto em dentes posteriores como anteriores, no entanto para a conquista de sucesso a médio e longo prazo, é imprescindível um bom planeamento, adequado para cada caso, e o respeito de todas as etapas clínicas envolvidas (Skupien *et al.*, 2011).

Tal como as resinas compostas utilizadas para as restaurações diretas convencionais, as resinas compostas usadas para as restaurações indiretas são constituídas por uma matriz orgânica baseada em monómeros como o Bis-GMA, TEGMA e UDMA, que facilitam a sua manipulação (Higashi, Arita, Gomes & Hirata, 2007).

No entanto, são também constituídas por cadeias poliméricas que estabelecem múltiplas ligações cruzadas entre si durante a polimerização, através da presença de monómeros multifuncionais. Este processo não é exclusivamente alcançado com a fotopolimerização tradicional, mas também por meio de calor, pressão ou ausência de oxigénio. Estas formas complementares de polimerização permitiram ampliar o grau de conversão, ultrapassando os limites tradicionais. O resultado é uma estrutura macromolecular complexa e irreversível com características mecânicas semelhantes às do dente natural (Higashi *et al.*, 2007).

3.1. Indicações

As restaurações indiretas em resina composta podem ser indicadas, conforme a individualidade das situações, para inlays (restauração sem qualquer envolvimento de cúspides), onlays (apresentam envolvimento de pelo menos uma cúspide), overlays (envolvimento e recobrimento de todas as cúspides), facetas laminadas, coroas unitárias livres de metal, bem como alternativa viável para as restaurações estéticas em porcelana, quando estas estão contra-indicadas (D’Arcangelo *et al.*, 2014; Garcia *et al.*, 2006; Jain, Platt, Moore, Spohr & Borges, 2013).

Estão indicadas para restaurações em áreas estéticas, cavidades ou substituição de restaurações amplas pré-existentes e em cúspides fragilizadas que necessitem de recobrimento (Swift, Sturdevant & Boushell, 2013).

As indicações estão condicionadas pela estrutura dentária remanescente, condições intra-orais e o custo destas restaurações (Soares, Giannini, Oliveira, Paulillo & Martins, 2004).

3.2. Contra-indicações

As restaurações indiretas em resina composta estão contra-indicadas em doentes cujas forças mastigatórias e oclusais são fortes, nomeadamente nos doentes bruxómanos, em pacientes com uma higiene muito precária, em casos onde não é possível realizar um isolamento absoluto efectivo e em dentes com preparações cavitárias muito extensas e profundas que se estendam para a região subgingival (esta não é uma contra-indicação absoluta mas deve ser evitada). Devido ao desgaste excessivo, doentes com restaurações cerâmicas ou metálicas na arcada antagonista podem estar contra-indicados para restaurações indiretas em resina composta (Swift *et al.*, 2013).

3.3. Vantagens

As restaurações indiretas a resina composta permitem a obtenção de uma forma anatómica adequada, bons contornos e estabelecimento de pontos de contacto proximais devido à sua confecção extra-oral, boa estabilidade de cor, óptima morfologia oclusal e polimento de todas as superfícies assim como uma boa adaptação marginal, sendo mais

baixa a incidência de lesões de cárie secundária (Jain, Platt, Moore, Spohr & Borges, 2013; Skupien *et al.*, 2011).

Permitem o reforço da estrutura dentária remanescente, sendo os valores de resistência após a cimentação semelhantes aos dos dentes hígidos, possuem boa resistência ao desgaste, assim como baixo potencial de abrasividade nos dentes antagonistas. Existe ainda possibilidade de reparo, ajuste e polimento intra-oral. Quando comparadas com as resinas compostas diretas apresentam maior longevidade clínica (Garcia *et al.*, 2006; Skupien *et al.*, 2011).

Ao serem confeccionadas fora da cavidade oral, permitem uma melhor polimerização, maior grau de conversão de monómero para polímero e conseqüentemente melhores propriedades mecânicas e físicas, melhor polimento, menor solubilidade em água e aumento da dureza (Skupien *et al.*, 2011; Mendonça *et al.*, 2010).

A polimerização extra-oral permite contrapor os efeitos da contração de polimerização das resinas compostas na cavidade, que causam stress na interface de união dente/restauração evitando desta forma, defeitos marginais e fendas e conseqüentemente desadaptação marginal e maior incidência de cárie (Skupien *et al.*, 2011).

3.4. Desvantagens

Este tipo de restaurações pode apresentar como desvantagens a necessidade de duas consultas para a realizar, erros nas tomada de impressões e vazamento dos modelos, muitas vezes pode haver desgaste de estrutura dentária hígida devido à exigência de preparos expulsivos (apesar desta desvantagem poder ser contornada com a obtenção da expulsividade através de materiais restauradores) e a necessidade de cimentação é também uma desvantagem pois a resina para a cimentação exibe diferentes propriedades da resina usada na restauração. Em comparação com as resinas compostas diretas têm um custo mais elevado (Skupien *et al.*, 2011; Mendonça *et al.*, 2010).

3.5. Procedimentos clínicos

O procedimento clínico está dividido em duas consultas. Na primeira consulta é feita a preparação da cavidade, o selamento imediato da dentina, a impressão e colocação da restauração provisória (Rocca & Krejci, 2007).

A preparação da cavidade pode iniciar-se pela remoção do defeito que propiciou a necessidade da restauração. No final as paredes do preparo devem estar ligeiramente expulsivas ou divergentes, lisas e planas, sem irregularidades, ângulos internos arredondados, de modo a evitar *stress* nas margens da restauração, e o ângulo cavo-superficial deve estar a 90° graus ou levemente biselado, para assegurar a resistência marginal da restauração (Cavalcanti, 2009; Swift *et al.*, 2013).

Retenções que existam ou esmalte que não é suportado por dentina são podem ser preenchidos com materiais restauradores adesivos, de modo a preservar o tecido dentário hígido (Cavalcanti, 2009). A redução oclusal, quando está indicado o recobrimento cuspídeo, deve ser de pelo menos 1 mm em restaurações indiretas em resina composta (Rocca & Krejci, 2007).

Segue-se o selamento imediato da dentina exposta, tomada de impressões e registo intermaxilar. Normalmente na moldagem utilizam-se materiais à base de silicone ou poliéter e o registo da arcada antagonista pode ser feito com alginato. (Cavalcanti, 2009; Rocca & Krejci, 2007).

O último passo da primeira consulta é a colocação da restauração provisória que protege os tecidos moles e o dente, evitando que hajam alterações no preparo que possam dificultar o assentamento da peça definitiva (Swift *et al.*, 2013).

Na segunda e última consulta, faz-se *try-in* da restauração, onde se avaliam os contactos oclusais e adaptação marginal, e se estiver tudo correcto e ajustado, prossegue-se com a preparação da superfície do preparo e da peça restauradora através de diferentes tratamentos, finalizando-se com a cimentação definitiva, o acabamento e o polimento (D’Arcangelo *et al.*, 2014; Swift *et al.*, 2013).

3.6. Evolução das resinas compostas em restaurações indiretas

As resinas compostas usadas em restaurações indiretas começaram a ser utilizadas em Medicina Dentária no início dos anos 80, com a introdução da chamada *primeira geração* destes materiais. Constituídas por micropartículas de tamanho 0.04 µm, possuíam um baixo conteúdo de partículas inorgânicas. Por essa razão, exibiam propriedades mecânicas limitadas, como uma baixa resistência flexural (60 a 80 MPa), baixo módulo de elasticidade (2000 a 3500 MPa), maior fractura nas margens e

cúspides, baixa resistência ao desgaste e instabilidade da cor (Della Bona, Borba & Cecchetti, 2009; Higashi *et al.*, 2007).

Devido a estas propriedades inadequadas, a pesquisa por um material com características superiores, levou ao desenvolvimento das resinas compostas usadas em restaurações indiretas de *segunda geração* em meados dos anos 90 (Higashi *et al.*, 2007).

O aumento da percentagem de volume de partículas inorgânicas (cerca de 66%), a redução do tamanho (para 0,04 a 1µm), bem como alterações no formato e composição das partículas que passaram a ser microhíbridas, culminaram em progressos significativos nas propriedades mecânicas desta geração de resinas compostas (Borba, Della Bona & Cecchetti, 2009; Higashi *et al.*, 2007).

Com resistência flexural entre 120 e 160 MPa e módulo de elasticidade entre 8500 e 12000 MPa, estas resinas compostas apresentam uma redução na contração de polimerização, resistência à abrasão e fractura e aumento da estabilidade da cor (Borba *et al.*, 2009; Higashi *et al.*, 2007).

4. Selamento Imediato da Dentina

A manutenção dos tecidos dentários entre a preparação dentária e a fase da colocação da restauração em restaurações indiretas, desempenha um papel essencial no sucesso clínico deste tipo de restaurações (Qanungo *et al.*, 2016).

O tecido dentinário recém preparado, ou seja a dentina presente após a preparação cavitária e antes da tomada de impressão, é considerado o substrato ideal para a adesão dentinária (Magne, 2005).

Esta dentina é mais permeável, tornando-se mais vulnerável à contaminação bacteriana, principalmente durante o uso da restauração provisória. Apesar de ter também como funções a protecção da polpa contra variações térmicas e invasão bacteriana, a restauração provisória frequentemente oferece um fraco selamento (Duarte, de Freitas, Saad & Sadan, 2009; Leesungbok *et al.*, 2015).

A inevitável exposição dos túbulos dentinários durante a preparação dentária, faz com que eles atuem como canais abertos à difusão de estímulos mecânicos, químicos e

bacterianos que podem resultar em sensibilidade pós-operatória, e conseqüentemente irritação pulpar (Qanungo *et al.*, 2016).

Foi também reportado em diversos estudos, que cimentos provisórios podem contaminar a dentina recém-cortada, infiltrando os seus produtos pelos túbulos dentinários expostos e podendo assim comprometer o êxito das restaurações indiretas definitivas (Magne, 2005; Oliveira, Mota, Borges, Burnett Jr & Spohr, 2014).

De modo a prevenir este tipo de sequelas, foi introduzida nos anos 90 uma nova técnica que consiste no selamento imediato da dentina ou IDS (*Immediate Dentin Sealing*), ou seja, sempre que uma área considerável de dentina durante a preparação dentária é exposta, deve ser feito o seu selamento, imediatamente a seguir à preparação e antes da tomada de impressão definitiva. Este selamento é realizado através da aplicação de um adesivo dentinário (Gresnigt, Cune, Roos, & Özcan, 2016; Magne, So & Cascione, 2007).

O IDS para além de proteger o complexo pulpo-dentinário contra a contaminação bacteriana e prevenir a sensibilidade dentária durante o período da utilização da restauração provisória, apresenta ainda vantagens, tais como, o aumento da resistência adesiva à dentina, o aumento da retenção, a redução da formação de “espaços” entre o dente e a restauração e assim uma melhor adaptação da restauração, melhor amortecimento das forças oclusais e favorece o conforto do paciente, limitando o uso de anestesia (Magne, Kim, Cascione & Donovan, 2005; Oliveira, Mota, Borges, Burnett Jr & Spohr, 2014; Qanungo *et al.*, 2016).

A resistência adesiva obtida por esta técnica, tem sido comparada em diversos estudos com a técnica convencional, o selamento tardio da dentina ou DDS (*delayed dentin sealing*). Nesta última técnica, a aplicação e polimerização do adesivo é feita apenas na fase final do tratamento, previamente à cimentação da restauração definitiva, podendo resultar em alterações no preparo e dificuldades no assentamento da peça (Magne *et al.*, 2005; Qanungo *et al.*, 2016; Stavridakis, Krejci & Magne, 2005).

Simultaneamente, a não polimerização do adesivo antes do processo de cimentação, tem como consequência o colapso das fibras de colagénio da dentina desmineralizada, devido à pressão exercida durante o assentamento da restauração indirecta, prejudicando a formação da camada híbrida e conseqüentemente a adesão (Magne *et al.*, 2005).

Vários estudos que comparam a resistência adesiva da técnica convencional ou DDS com a técnica IDS, concluíram que a primeira apresenta resultados que variam entre os 2 e 12 MPa, em contraste com a técnica de selamento imediato da dentina onde foram obtidos resultados consideravelmente mais altos, entre os 15 e 58 MPa (Gresnigt *et al.*, 2016).

A justificação destes valores reside também no facto de que na técnica IDS, a primeira aplicação de adesivo na dentina é feita sem a ocorrência de forças de *stress* e efeito das cargas oclusais, adiadas pela cimentação posterior da restauração definitiva. Desta forma, a resistência de união pode desenvolver-se e aumentar ao longo do tempo, resultando numa melhor adaptação da restauração (Duarte *et al.*, 2009; Magne *et al.*, 2005).

A resistência de união adesiva pode também ser aumentada pela aplicação de duas camadas de adesivo (uma depois da preparação dentária e outra no momento da cimentação definitiva), aumentando a sua espessura, e que pode funcionar como um amortecedor do *stress* gerado pelas cargas oclusais (Magne *et al.*, 2005; Van Meerbeek *et al.*, 2001).

No protocolo da técnica IDS, a técnica adesiva recomendada é a utilização de um sistema adesivo *etch and rinse* de três passos ou como alternativa um sistema *self etch* de dois passos (Leesungbok *et al.*, 2015).

Magne *et al.* (2005), aconselha ainda que o sistema adesivo utilizado na técnica de selamento imediato da dentina deve possuir partículas de carga que permitem a obtenção de uma camada adesiva mais espessa, prevenindo que nos procedimentos de tratamento de superfície, o microjateamento da camada adesiva destrua a camada híbrida obtida. No entanto, quando é utilizado um adesivo com ausência de partículas de carga, por ser obtida uma menor espessura de adesivo, o tratamento de superfície recomendado é o uso da pedra-pomes.

Um adesivo indicado para a técnica IDS é o Optibond™ FL (Kerr, Orange, USA). Este adesivo possui uma significativa percentagem de carga, sendo capaz de formar uma camada uniforme e consistente, apresentando igualmente uma boa coesividade com o cimento de resina. O facto de também ser um adesivo *etch and rinse* de três passos, que tal como os estudos indicam, é seguro na obtenção sucesso a longo prazo. O

Optibond™ FL, permite ainda a hibridização da dentina e confere um módulo de elasticidade baixo absorvente de *stress*, oferecendo um aumento significativo da adaptação à estrutura dentinária (Magne, 2005; Magne *et al.*, 2005).

Outra técnica também recomendada e alternativa para o selamento imediato da dentina, quando não é possível a aplicação de um adesivo com carga, é a utilização de uma resina composta de baixa viscosidade imediatamente à preparação dentária. Estudos demonstram que a aplicação desta resina composta de baixa viscosidade auxilia na protecção da camada híbrida, preservando o selamento dentinário (Oliveira *et al.*, 2014).

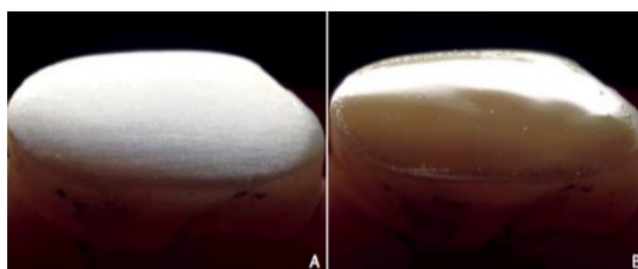


Figura 10 – Aspecto da superfície dentinária antes (A) e após (B) a aplicação da técnica IDS com adesivo Optibond™ FL. (Adaptado de: Magne & Nielsen, 2009)

5. Métodos de tratamento de superfície

Um dos principais objectivos da Dentisteria Operatória é a obtenção de sucesso a longo-prazo, sendo a durabilidade da força adesiva entre o material restaurador e a dentina de extrema importância para a longevidade da restauração (França, Santos & Lovadino, 2007; Moezizadeh, Ansari & Fard, 2012).

Os diferentes pré-tratamentos são utilizados tanto nas superfícies dentárias como nos materiais restauradores, e o seu mecanismo baseia-se no aumento da rugosidade e energia de superfície, favorecendo a molhabilidade do substrato (França *et al.*, 2007; Lung & Matinlinna, 2012). Permitem um maior contacto entre a superfície dentinária e a superfície adesiva influenciando desta forma as forças adesivas. Ao mesmo tempo, a criação de microporosidades facultadas pelos métodos de tratamento de superfície nos materiais restauradores, facilitam a penetração do silano e dos cimentos de resina (França *et al.*, 2007; Lung & Matinlinna, 2012).

Várias técnicas têm sido descritas para melhorar a adesão através da criação de retenção mecânica obtida pela utilização de tratamentos de superfície. Esta pode ser alcançada por meio de uma interação micromecânica utilizando como opções de tratamento mais comuns, o jateamento de partículas abrasivas, o uso de brocas diamantadas ou tungstênio e condicionamento ácido com ácido ortofosfórico, flúor fosfato acidulado ou ácido hidrófluídrico (D'Arcangelo & Vanini, 2007).

Adicionalmente o uso de silano pode aumentar os níveis de força de adesão proporcionando uma interação química (Soares, Giannini, Oliveira, Paulillo & Martins, 2004).

5.1. Partículas de Óxido de Alumínio

A abrasão através do jateamento com partículas de óxido de alumínio é comumente utilizada no aumento da adesão entre materiais resinosos e ligas metálicas, na remoção de cáries e reparação de restaurações. Adicionalmente, tem sido usada como pré-tratamento das superfícies dentárias como o esmalte e dentina, afectando favoravelmente a força de adesão (França *et al.*, 2007).

O princípio básico desta técnica é a utilização da energia cinética de pequenas partículas de óxido de alumínio (Al_2O_3), através de um fluxo bem definido e focalizado, impulsionado por uma pressão do ar de alta velocidade. À medida que as partículas abrasivas embatem na dentina é libertada energia cinética, resultando em pequenas fracturas microscópicas que aumentam a rugosidade da superfície dentinária (Anja *et al.*, 2015).

Para além da sua aplicação em superfícies dentárias, o jateamento com partículas de óxido de alumínio é usado no tratamento de materiais restauradores, como referido, nomeadamente na superfície interna das restaurações em resina composta. As micropartículas abrasivas ao embaterem na superfície da resina composta, provocam uma degradação não selectiva da resina, aumento da rugosidade, criando uma superfície irregular que melhora a adesão mecânica. Desta forma, tornam mais forte a retenção mecânica entre a resina adesiva e a resina composta jactada, reflectindo-se na qualidade da adesão. Por outro lado, atuam expondo as partículas de carga inorgânica na superfície do compósito para posterior silanização e promove a limpeza do substracto,

ao remover a camada superficial contaminada (Özcan, M. e Vallittu, 2003; Soares *et al.*, 2004).

O pó de óxido de alumínio é o agente abrasivo geralmente utilizado na técnica de jateamento de partículas, sendo as partículas de tamanho entre os 27 e 50 μm as mais recomendadas (Motisuki, Monti Lima, Emi Sanabe, Jacques & Santos-Pinto, 2006).

Diferentes factores devem ser tidos em conta quando o jateamento de partículas é utilizado: a pressão e velocidade aplicada, o tamanho e dimensão das partículas, a distância da superfície, o ângulo de contacto com a superfície jateada e o tempo de jateamento (Moezizadeh, Ansari & Fard, 2012).

5.2. Partículas de Óxido de Alumínio Silicatizadas

A otimização dos métodos de tratamento de superfície na Dentisteria Adesiva, levou à introdução de sistemas de jateamento de partículas de óxido de alumínio revestidas por sílica. Actualmente dentro dos sistemas disponíveis no mercado, os mais conhecidos são os sistema CojetTM Sand e RocatecTM (3M ESPE). Ambos são constituídos por partículas de óxido de alumínio silicatizadas e diferem na sua dimensão, o primeiro apresenta partículas de 30 μm e o segundo de 110 μm , sendo este último mais utilizado em laboratório (Heikkinen, Lassila, Matinlinna & Vallittu, 2007).

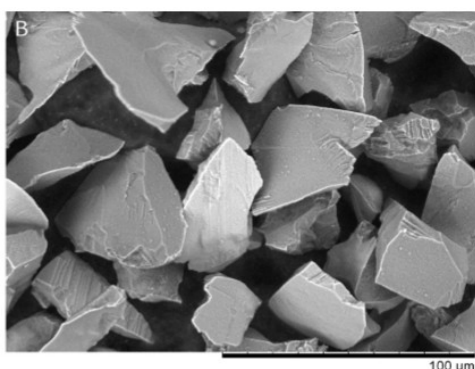


Figura 11 – Partículas de óxido de alumínio silicatizadas. (MEV, 1000x). (Adaptado de: Falkensammer *et al.*, 2014)

Os elevados valores de força adesiva associados ao uso destes sistemas é justificado através de dois mecanismos. Primeiro, por intermédio do jato abrasivo, o impacto das partículas no substrato resulta num aumento da temperatura e rugosidade da superfície resultando numa maior área disponível para a retenção micromecânica. Por outro lado, a incorporação dos compostos de sílica no substrato tornam a superfície quimicamente

mais reactiva à resina adesiva através da aplicação do silano (Della Bona *et al.*, 2007; Özcan & Vallittu, 2003).

O silano é uma molécula bifuncional que actua como um agente de união, criando ligações químicas entre os componentes inorgânicos das resinas compostas e os monómeros de metacrilato constituintes do cimento resinoso (Fuentes, Escribano, Baracco, Romero & Ceballos, 2016; Soares *et al.*, 2004).

O silano pode aumentar a molhabilidade e diminuir a tensão superficial do compósito ao tornar a sua superfície hidrofóbica. Consequentemente permitem um melhor escoamento da resina adesiva traduzindo-se numa melhor qualidade das forças de adesão (Matinlinna, Heikkinen, Özcan, Lassila & Vallittu, 2006; Fuentes *et al.*, 2016).

5.3. Jateamento do Selamento Imediato da Dentina

A questão que se coloca no jateamento do selamento imediato da dentina é que a superfície jateada é a superfície do adesivo e não a dentina (Dillenburg *et al.*, 2009).

Magne *et al.* (2005), recomendam a limpeza da superfície do adesivo anteriormente à cimentação definitiva através do jateamento com óxido de alumínio para que o material restaurador provisório seja totalmente removido e sejam criadas rugosidades.

Está indicado tanto na técnica de selamento imediato da dentina com aplicação de um adesivo, como utilizando uma resina composta de baixa viscosidade, ambos aplicados após a preparação dentária (Oliveira *et al.*, 2014).

Revendo a literatura, o pó de oxido de alumínio é o agente abrasivo mais utilizado para o jateamento da camada de IDS. No entanto, alguns autores advogam a combinação do jateamento com condicionamentos ácidos adicionais (Falkensammer, Arnetz, Wildburger, Krall & Freudenthaler, 2014).

Stavridakis *et al.* (2005), verificaram que quando apenas é aplicado o jato de óxido de alumínio na dentina pré-hibridizada, existe a possibilidade de redução da espessura e resistência da camada adesiva. Constataram que após a aplicação do jateamento por um período de apenas 5 segundos, houve uma diminuição da espessura da camada entre os 0 a 60 µm, podendo ocorrer a remoção completa desta película adesiva e exposição do tecido dentinário.

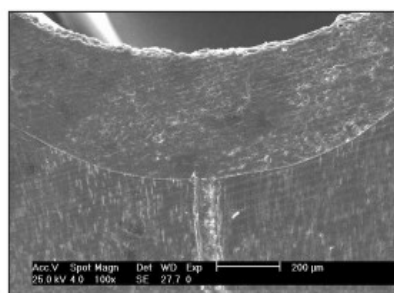


Figura 12 – Espessura da camada de adesivo antes do jateamento. As medições foram feitas numa direcção paralela às linhas orientadores marcadas na dentina (MEV 100x). (Adaptado de: Stavridakis *et al.*, 2005)

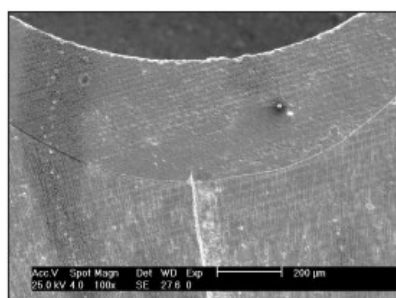


Figura 13 – Espessura da camada de adesivo após jateamento. (Adaptado de: Stavridakis *et al.*, 2005)

Os mesmos autores enaltecem a importância do uso de um gel à base de glicerina sobre a camada adesiva na fotopolimerização, no sentido de evitar a formação de uma camada adesiva fina e frágil, que facilmente pode ser removida com a aplicação do jateamento (Stavridakis *et al.*, 2005).

Depois da primeira fotopolimerização (durante 20 segundos) do adesivo, é sugerida a aplicação de gel de glicerina sobre a camada de adesivo e a realização de uma segunda fotopolimerização (10 segundos). Desta forma, existe uma polimerização mais efetiva da camada superficial do adesivo, sem que ocorra a inibição desta pelo oxigênio, e evita a interação do adesivo com os materiais de impressão, nomeadamente os poliéteres e o material restaurador temporário (Magne, 2005; Magne *et al.*, 2005; Stavridakis *et al.*, 2005). Segundo o estudo realizado por Dillenburg *et al.* (2009), os melhores resultados a nível da força de adesão foram obtidos quando foi aplicado o jateamento com partículas de óxido de alumínio na camada de IDS e posteriormente utilizado o ácido ortofosfórico.

Isto pode ser explicado, porque apesar de existir a possibilidade de terem sido criadas áreas que sofreram uma diminuição da espessura da camada adesiva ou até mesmo a remoção completa da camada híbrida após o jateamento, estas podem ser restabelecidas

com um novo condicionamento com ácido ortofosfórico e aplicação de adesivo, durante o processo da cimentação definitiva (Dillenburg *et al.*, 2009).

5.4. Jateamento da Dentina

A utilização de partículas abrasivas no jateamento do esmalte e da dentina foi inicialmente descrita por Black em 1945. Esta técnica consistia na abrasão por ar do tecido dentário, removendo parte da sua estrutura com uma perda mínima dos tecidos circundantes (Chinelatti, Amaral, Borsatto, Palma-Dibb & Corona, 2007).

O tratamento da dentina com o jato abrasivo altera a sua superfície, tornando-a mais rugosa, favorecendo o aumento da força de adesão a esta estrutura. Apesar de ter sido proposto o condicionamento da dentina apenas com o jateamento com partículas de óxido de alumínio, não existe consenso nesta matéria. Vários estudos indicam que os melhores resultados adesivos são quando existe a combinação da abrasão do jato com o condicionamento ácido. Outros autores afirmam que o condicionamento ácido isolado na dentina, apresenta melhores forças adesivas quando comparada com a dentina apenas preparada com o jateamento (Dillenburg *et al.*, 2009; França *et al.*, 2007).

França *et al.* (2007), constataram que a remoção do *smear layer* através da abrasão com jato de óxido de alumínio pode aumentar a infiltração do sistema adesivo na superfície da dentina desmineralizada, podendo resultar numa maior força adesiva.

Segundo o estudo desenvolvido por Motisuki *et al.* (2006), não foram encontradas diferenças significativas na resistência adesiva no uso de partículas de pó de óxido de alumínio com 27 μm ou 50 μm no tratamento da dentina. No entanto a utilização de partículas com 27 μm de tamanho, quando comparada com a utilização de brocas, demonstrou ter melhores resultados.

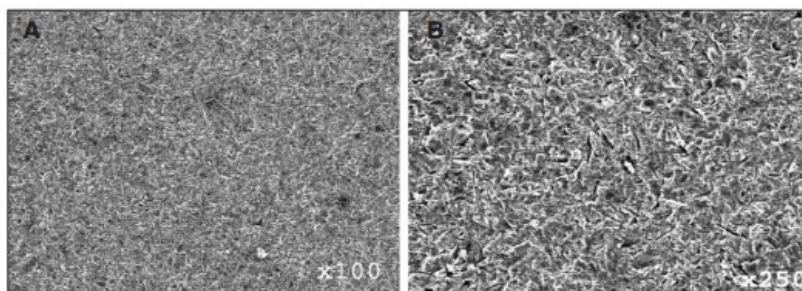


Figura 14 – Dentina após preparação com jato abrasivo (A – 100x e B – 250x). (Adaptado de: França, Santos & Lovadino, 2007)

II. Objectivo

O objectivo deste estudo é:

- 1) Avaliar a influência de diferentes pré-tratamentos na dentina na resistência adesiva à microtração a uma resina composta.
- 2) Avaliar o efeito do envelhecimento em dois períodos de armazenamento em água destilada (24 horas e 3 meses).

III. Hipóteses de estudo

Hipóteses nulas:

H1: O jateamento da dentina com óxido de alumínio não influencia a resistência adesiva imediata à microtração.

H2: O jateamento da dentina com o sistema Cojet™ Sand não influencia a resistência adesiva imediata à microtração.

H3: O procedimento de *Immediate Dentin Sealing* (IDS) não influencia a resistência adesiva imediata à microtração.

H4: A imersão das amostras em água destilada para efeitos de envelhecimento, não altera a resistência adesiva à microtração.

Hipóteses alternativas:

H1: O jateamento da dentina com óxido de alumínio influencia a resistência adesiva imediata à microtração.

H2: O jateamento da dentina com o sistema Cojet™ Sand influencia a resistência adesiva imediata à microtração.

H3: O procedimento de *Immediate Dentin Sealing* (IDS) influencia a resistência adesiva imediata à microtração.

H4: A imersão das amostras em água destilada para efeitos de envelhecimento, não altera a resistência adesiva à microtração.

IV. Materiais e métodos

Trinta e seis molares hígidos, recém-extraídos por motivos periodontais ou ortodônticos, sem lesões de cárie, restaurações ou fracturas foram recolhidos no Banco de Dentes Humanos do Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz, mediante a assinatura pelos doentes de um consentimento informado a autorizar a doação dos mesmos e a aprovação da Comissão de Ética do Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz para o seu uso nesta investigação.

Após lavados em água corrente e feita a remoção dos restos de tecido orgânico com o auxílio de curetas Gracey, os dentes foram armazenados numa solução de cloramina trihidratada a 0,5% por um período de uma semana para a sua desinfecção e, posteriormente, guardados em água destilada à temperatura de 4°C, por um período não superior a 6 meses (segundo a Norma ISO/TS 11405:2003). O meio de armazenamento em água destilada a 4°C foi renovado a cada duas semanas, com o objectivo de minimizar a deterioração das amostras até ao início do procedimento laboratorial.

1. Grupos experimentais

Inicialmente as amostras foram distribuídas aleatoriamente em seis grupos experimentais de seis dentes cada, segundo tipo de partículas de óxido de alumínio utilizadas no seu tratamento de superfície (27 µm e 30 µm (partículas silicizadas)) e em função da ausência ou presença de selamento imediato da dentina (Dentina exposta ou Dentina IDS respectivamente).

Posteriormente foram divididas em dois subgrupos de 3 dentes cada (n=3), um que se destinou ao estudo da resistência adesiva imediata (a) e outro ao estudo da resistência adesiva após envelhecimento de 3 meses (b) em imersão em água destilada.

Grupo 1 (G1):

Subgrupo **G1a**: Dentina exposta + Sistema adesivo (Optibond™ FL - Kerr Corporation, Orange, CA, USA), n=3, (estudo após 24 horas);

Subgrupo **G1b**: Dentina exposta + Sistema adesivo (Optibond™ FL - Kerr Corporation, Orange, CA, USA), n=3, (estudo após envelhecimento de 3 meses);

Grupo 2 (G2):

Subgrupo **G2a**: Dentina IDS + Sistema adesivo (Optibond™ FL - Kerr Corporation, Orange, CA, USA), n=3, (estudo após 24 horas);

Subgrupo **G2b**: Dentina IDS + Sistema adesivo adesivo (Optibond™ FL - Kerr Corporation, Orange, CA, USA), n=3, (estudo após envelhecimento de 3 meses);

Grupo 3 (G3):

Subgrupo **G3a**: Dentina exposta + Partículas de óxido de alumínio de 27 µm (Präparationspulver für KaVo RONDOflex 27 µm - KaVo, Biberach, Germany) + Sistema adesivo (Optibond™ FL - Kerr Corporation, Orange, CA, USA), n=3, (estudo após 24 horas);

Subgrupo **G3b**: Dentina exposta + Partículas de óxido de alumínio de 27 µm (Präparationspulver für KaVo RONDOflex 27 µm - KaVo, Biberach, Germany) + Sistema adesivo adesivo (Optibond™ FL - Kerr Corporation, Orange, CA, USA), n=3, (estudo após envelhecimento de 3 meses);

Grupo 4 (G4):

Subgrupo **G4a**: Dentina exposta + Partículas silicizadas de 30 µm (CoJet™ Sand - 3M ESPE, St. Paul, MN, USA) + Sistema adesivo (Optibond™ FL - Kerr Corporation, Orange, CA, USA), n=3, (estudo após 24 horas);

Subgrupo **G4b**: Dentina exposta + Partículas silicizadas de 30 µm (CoJet™ Sand - 3M ESPE, St. Paul, MN, USA) + Sistema adesivo adesivo (Optibond™ FL - Kerr Corporation, Orange, CA, USA), n=3, (estudo após envelhecimento de 3 meses);

Grupo 5 (G5):

Subgrupo **G5a**: Dentina IDS + Partículas de óxido de alumínio de 27 µm (Präparationspulver für KaVo RONDOflex 27 µm - KaVo, Biberach, Germany) + Sistema adesivo (Optibond™ FL - Kerr Corporation, Orange, CA, USA), n=3, (estudo após 24 horas);

Subgrupo **G5b**: Dentina IDS + Partículas de óxido de alumínio de 27 μm (Präparationspulver für KaVo RONDOflex 27 μm - KaVo, Biberach, Germany) + Sistema adesivo adesivo (Optibond™ FL - Kerr Corporation, Orange, CA, USA), n=3, (estudo após envelhecimento de 3 meses);

Grupo 6 (G6):

Subgrupo **G6a**: Dentina IDS + Partículas silicizadas de 30 μm (CoJet™ Sand - 3M ESPE, St. Paul, MN, USA) + Sistema adesivo (Optibond™ FL - Kerr Corporation, Orange, CA, USA), n=3, (estudo após 24 horas);

Subgrupo **G6b**: Dentina IDS + Partículas silicizadas de 30 μm (CoJet™ Sand - 3M ESPE, St. Paul, MN, USA) + Sistema adesivo adesivo (Optibond™ FL - Kerr Corporation, Orange, CA, USA), n=3, (estudo após envelhecimento de 3 meses).

| Grupo | Selamento imediato da dentina (IDS) | Partículas de óxido de alumínio de 27 μm | Partículas silicizadas de 30 μm | Tempo de armazenamento |
|-------|-------------------------------------|---|--|------------------------|
| G1a | — | — | — | 24 horas |
| G1b | — | — | — | 3 meses |
| G2a | ✓ | — | — | 24 horas |
| G2b | ✓ | — | — | 3 meses |
| G3a | — | ✓ | — | 24 horas |
| G3b | — | ✓ | — | 3 meses |
| G4a | — | — | ✓ | 24 horas |
| G4b | — | — | ✓ | 3 meses |
| G5a | ✓ | ✓ | — | 24 horas |
| G5b | ✓ | ✓ | — | 3 meses |
| G6a | ✓ | — | ✓ | 24 horas |
| G6b | ✓ | — | ✓ | 3 meses |

Tabela 1 – Protocolo laboratorial esquematizado.

2. Procedimento Laboratorial

Após aplicado o protocolo de desinfecção e armazenamento, os dentes que compõem a amostra foram colados num dispositivo de fixação em acrílico com cera colante (Sticky Wax, Kemdent®, Wiltshire, England). Foram seccionadas as raízes 2 mm abaixo da junção amelo-cementária (JAC) num corte único transversal, recorrendo a uma lâmina diamantada do micrótom de tecidos duros Accutom-50 (Struers A/S, Ballerup, Denmark), a baixa rotação e irrigada com água. O tecido da polpa foi removido da câmara pulpar, sendo esta limpa com o auxílio de uma cureta Gracey e preenchida com cola de cianocrilato (Wurth, Künzensaul, Germany) com o auxílio de um aplicador descartável.

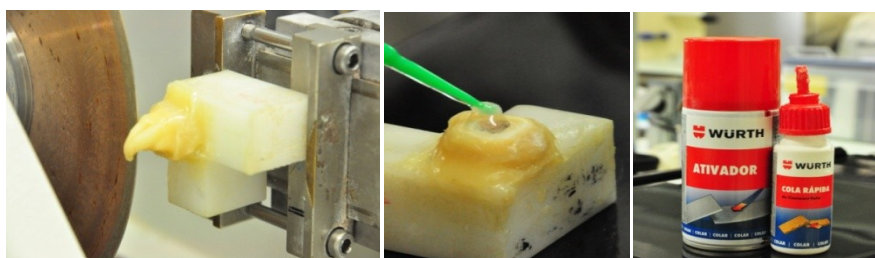


Figura 15 – Secção das raízes no micrótom de tecidos duros (esq.) e preenchimento da câmara pulpar com cola de cianocrilato (Wurth, Künzensaul, Germany) (dirt.).

Com a mesma lâmina a baixa rotação e irrigação do micrótom de tecidos duros Accutom-50 (Struers A/S, Ballerup, Denmark), a dentina média é exposta através de um corte único transversal paralelo à face oclusal.



Figura 16 – Exposição da dentina média com recurso ao micrótom de tecidos duros Accutom-50 (Struers A/S, Ballerup, Denmark) (dirt.).

Seguidamente foi criada uma *smear layer* padronizada e uniforme através do polimento da dentina com um disco abrasivo de carboneto de silício (SiC) de 600-grit (Buehler® Ltd, Lake Bluff, IL, USA) durante 60 segundos e sob água corrente, conforme a norma ISO/TS 11405:2003, recorrendo a uma máquina polidora (LaboPol-4, Struers A/S, Ballerup, Denmark).

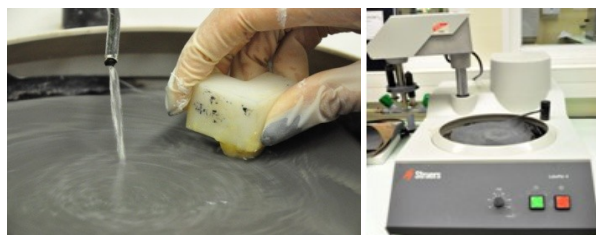


Figura 17 – Criação de *smear layer* padronizada com um disco abrasivo SiC de 600-grit na máquina polidora (LaboPol-4, Struers A/S, Ballerup, Denmark).

Após a preparação das amostras, os dentes dos grupos G1, G3, G4 foram armazenados em água destilada à temperatura de 37° graus numa estufa (Excellent INE 400, Memmert, Germany), enquanto nos grupos G2, G5 e G6 procedeu-se ao selamento imediato da dentina (IDS).

Para a técnica IDS, foi utilizado um sistema adesivo *etch and rinse* de 4ª geração (Optibond™ FL - Kerr Corporation, Orange, CA, USA), onde foram seguidas as indicações do fabricante: foi efectuado um condicionamento ácido na dentina com ácido ortofosfórico a 37,5% durante 15 segundos, seguido de uma lavagem com água abundantemente durante 15 segundos e secou-se levemente durante 3 segundos. Posteriormente foi aplicado, utilizando um aplicador descartável durante 15 segundos, o *primer* (Optibond™ FL (Kerr®), bottle 1) em toda a dentina exposta da face oclusal dos dentes, seguido de secagem durante 5 segundos. Aplicou-se seguidamente, com um aplicador descartável, o adesivo (Optibond™ FL (Kerr®), bottle 2), durante 15 segundos seguido de secagem leve de 3 segundos.

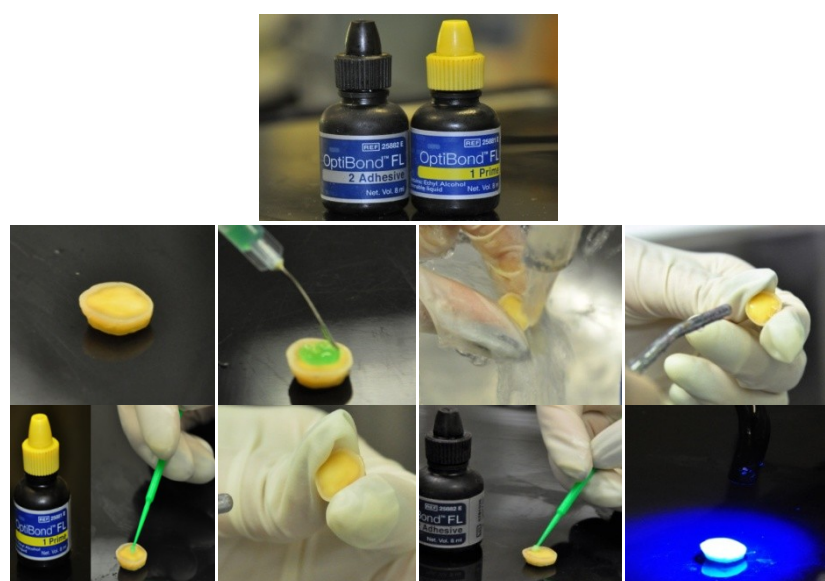


Figura 18 – Sequência do protocolo da técnica IDS com o sistema adesivo Optibond™ FL (Kerr).

O adesivo foi fotopolimerizado durante 20 segundos com o fotopolimerizador Optilux 501 (Kerr Corporation, Orange, CA, USA) a uma intensidade mínima de 500 mW/cm² medida a cada dez utilizações com o radiómetro Optilux Radiometer (Kerr Corporation, Orange, CA, USA). Seguidamente foi aplicada uma camada de glicerina líquida (Produtos Sodacasa, A.M.C. Cunha, Lda., Portugal) e feita uma nova fotopolimerização por mais 10 segundos adicionais, a fim de fotopolimerizar a camada inibida pelo oxigénio (Magne *et al.*, 2005; Stavridakis *et al.*, 2005).

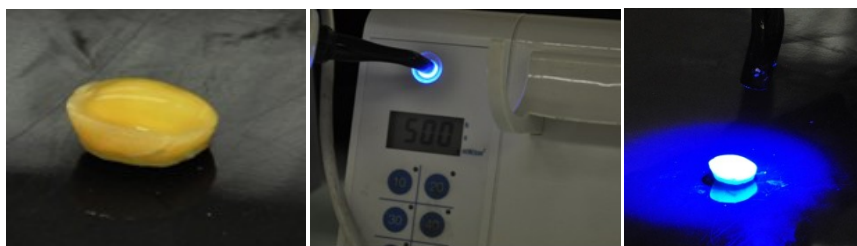


Figura 19 – Aplicação de glicerina e nova fotopolimerização a uma intensidade mínima de 500 mW/cm² controlada o radiómetro Optilux Radiometer (Kerr Corporation, Orange, CA, USA).

Os dentes submetidos à técnica IDS foram também posteriormente submersos em água destilada, numa estufa (Excellent INE 400, Memmert, Germany), a 37°C graus de temperatura. Todas as amostras de todos os grupos permaneceram nestas condições durante 24 horas, simulando o tempo que o dente permanece com a restauração provisória.

Ao mesmo tempo, recorrendo a um cilindro de aço inoxidável de 12 mm de diâmetro, calibrado de 2 em 2 mm, trinta e seis discos foram confeccionados, simulando restaurações indiretas em resina composta. Para tal, foi utilizada a resina composta Z100TM MP Restorative (Cor A3 body, 3M ESPE, St Paul, MN, USA), fotopolimerizada a cada incremento de 2mm com o fotopolimerizador Optilux 501 (Kerr Corporation, Orange, CA, USA) durante 40 segundos, a uma intensidade mínima de 500 mW/cm² medida a cada 10 utilizações, com o radiómetro Optilux Radiometer (Kerr Corporation, Orange, CA, USA), até à obtenção de um disco com 6 mm de altura. Para obter uma superfície lisa na restauração o último incremento foi comprimido recorrendo a uma folha de acetato. Após a remoção do disco do cilindro, todas as superfícies foram fotopolimerizadas 20 segundos adicionais.

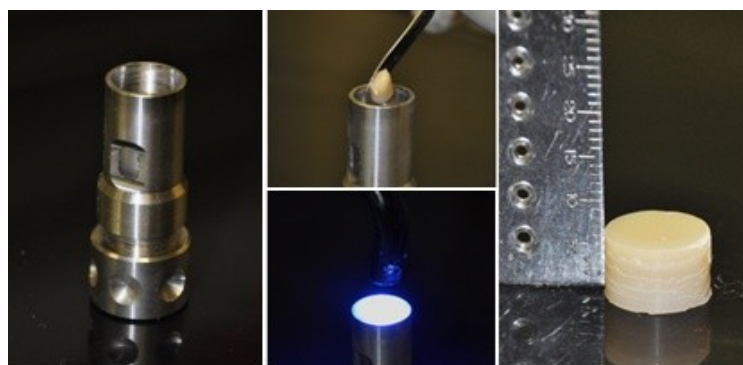


Figura 20 – Execução dos discos de resina composta com 6mm de altura.

Decorridas 24 horas, todos os dentes e discos de resina composta foram preparados para a cimentação definitiva, consoante o tipo de tratamento estabelecido para cada grupo. Os dentes dos grupos G3, G4, G5 e G6 foram jacteados com partículas de óxido de alumínio através do jato Airsonic Mini Sandblaster (Hager & Werken, Duisburg, Germany) segundo a granulometria pré-definida para cada grupo, a uma pressão de 2-3 bars, durante 10 segundos, a uma distância de 10 mm perpendicularmente ao dente, padronizada com um arame ortodôntico preso à ponta do jato.



Figura 21 – Jato Airsonic Mini Sandblaster (Hager & Werken, Duisburg, Germany) (esq.) com um arame ortodôntico a 10 mm de distância do dente (dirt.).

Nos grupos G2, G5 e G6 foi efectuado o condicionamento ácido com ácido fosfórico a 37,5% durante 30 segundos na superfície da camada de IDS, lavou-se abundantemente durante 15 segundos e secou-se minuciosamente. Aplicou-se o adesivo (Optibond™ FL (Kerr®), bottle 2) durante 15 segundos, sem fotopolimerizar (Magne, Boff, Oderich & Cardoso, 2012).

Nos grupos G1, G3 e G4 que não foram submetidos à técnica de selamento imediato da dentina, foram efectuados os três passos do sistema adesivo *etch and rinse* Optibond™ FL (Kerr®): foi realizado um condicionamento ácido na dentina com ácido ortofosfórico a 37,5% durante 15 segundos, seguido de uma lavagem com água abundantemente durante 15 segundos e secou-se levemente durante 3 segundos. Foi

depois aplicado, utilizando um aplicador descartável durante 15 segundos, o *primer* (Optibond™ FL (Kerr®), bottle 1) em toda a dentina exposta, seguido de secagem durante 5 segundos. Aplicou-se seguidamente, recorrendo também a um aplicador descartável, o adesivo (Optibond™ FL (Kerr®), bottle 2) durante 15 segundos, sem fotopolimerizar (Magne *et al.*, 2012).

Foi feita a preparação da superfície dos discos de resina composta, através do jateamento em camadas uniformes com partículas de óxido de alumínio revestidas por sílica com a granulometria de 30 µm, recorrendo ao jato Airsonic Mini Sandblaster (Hager & Werken, Duisburg, Germany) a uma distância de 10 mm perpendicularmente à restauração indirecta padronizada com um arame ortodôntico, e a uma pressão de 2-3 bars, durante 15 segundos.



Figura 22 – Tratamento de superfície dos discos de resina composta, utilizando partículas de óxido de alumínio silicizadas CoJet™ Sand (3M ESPE).

De seguida procedeu-se à limpeza da superfície dos discos de resina composta, através do condicionamento ácido com ácido ortofosfórico a 37,5% durante 1 minuto e posterior lavagem abundante com água durante 20 segundos. Os discos foram colocados num recipiente com água destilada e levados à cuba de ultrassons Quantrex 310 (L&RUltrasonics, Kearny, New Jersey, USA), durante 4 minutos. Posteriormente foram secos minuciosamente durante 5 segundos, sendo depois aplicado álcool para uma secagem total (Magne *et al.*, 2012).



Figura 23 – Processo de limpeza de superfície dos discos de resina composta.

Com o auxílio de um aplicador descartável aplicou-se o silano ESPE™ Sil Silane Coupling Agent (3M ESPE, St. Paul, MN, USA), durante 30 segundos na superfície jateada de todos os discos, seguido de aquecimento recorrendo ao secador SelecLine (AUCHAN - SNC OIA, Villeneuve d'Ascq, France) durante 2 minutos. Aplicou-se o adesivo (Optibond™ FL (Kerr®), bottle 2), durante 15 segundos, com um aplicador descartável na superfície do disco de resina composta, sem fotopolimerizar (Magne *et al.*, 2012).

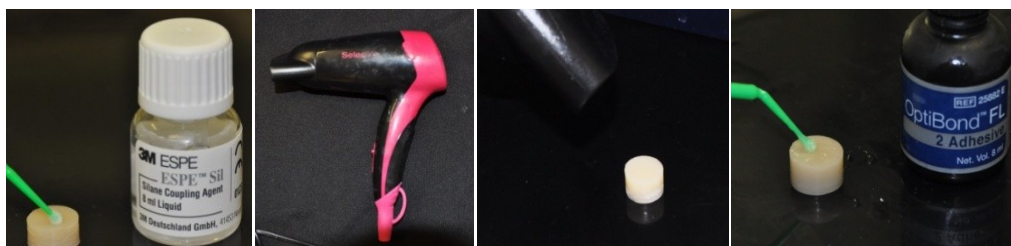


Figura 24 – Aplicação do silano ESPE™ Sil Silane Coupling Agent (3M ESPE) e tratamento térmico da superfície. Aplicação do adesivo Optibond™ FL (Kerr) sem fotopolimerizar.

Seguiu-se a cimentação definitiva dos discos de resina composta aos dentes com a resina composta Z100™ MP Restorative (Cor A3 body, 3M ESPE, St Paul, MN, USA) pré-aquecida a 55°C no forno ENA Heat (Micerium S.p.A., Avegno, Ge, Italy), com uma pressão vertical controlada mas continua, sendo colocado um peso de 500g durante 1 minuto sobre a restauração cimentada ao dente, a fim de uniformizar a espessura da resina de cimentação.

Após removidos os excessos de resina composta foi feita a fotopolimerização dos discos durante 20 segundos em cada lado, repetindo este processo 3 vezes, com o fotopolimerizador Optilux 501 (Kerr Corporation, Orange, CA, USA), a uma intensidade mínima de 500 mW/cm², controlada com o radiómetro Optilux Radiometer (Kerr Corporation, Orange, CA, USA). Antes do último ciclo de fotopolimerização, as margens foram cobertas com glicerina líquida (Produtos Sodacasa, A.M.C. Cunha, Lda., Portugal) (Magne *et al.*, 2012).



Figura 25 – Resina composta Z100™ MP Restorative (3M ESPE).

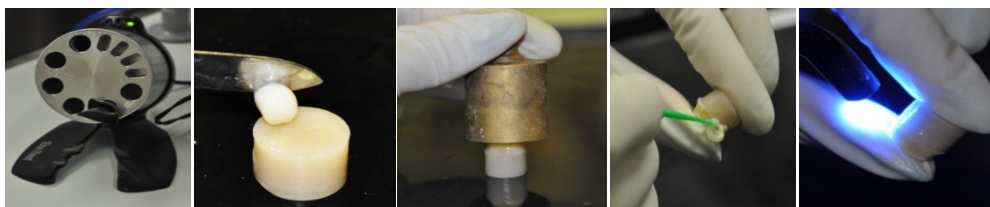


Figura 26 – Representação da cimentação do disco de resina composta ao dente com a resina composta Z100™ MP Restorative (3M ESPE) pré-aquecida.

Terminada a cimentação, as amostras foram novamente mergulhadas em água destilada e levadas a uma estufa (Excellent INE 400, Memmert, Germany) a uma temperatura de 37°C.



Figura 27 – Estufa Excellent INE 400 (Mettmert, Germany).

Passadas 24 horas, as amostras dos grupos G1a, G2a, G3a, G4a, G5a e G6a foram seccionadas de modo a obter palitos. As amostras inteiras dos grupos G1b, G2b, G3b, G4b, G5b e G6b permaneceram em água destilada a 37°C e passados 3 meses o mesmo foi feito nestes grupos.

Inicialmente, com o objectivo de distinguir quais os palitos que proveem da zona da dentina ou de esmalte, foi marcada na restauração com recurso a caneta de acetato de área correspondente à dentina. As amostras foram novamente coladas com cera colante (Sticky Wax, Kemdent®, Wiltshire, England) a um dispositivo de fixação e em seguida colocadas no micrótopo de tecidos duros (Struers A/S, Ballerup, Denmark). Os cortes foram realizados com uma lâmina diamantada, com o micrótopo programado para efectuar cortes múltiplos a baixa velocidade (0,125 mm/min), sob irrigação de água, nas direções X e Y, de modo a obter palitos com secção transversal de $1\pm 0,2$ mm². No final para obter palitos individualizados, efetuou-se um corte único transversal. Os palitos não marcados com a área correspondente à dentina foram descartados.



Figura 28 – Corte dos palitos com uma secção transversal de $1\pm 0,2$ mm². Apenas os palitos marcados com a área correspondente à dentina foram aproveitados.

Os palitos foram colocados num caixa de Petri sobre uma compressa húmida para evitar a sua desidratação e foi feita medição da área transversal de cada um recorrendo a uma craveira digital (Maachi, Digital Caliper, BS Pyromatic, Índia) nos sentidos X (comprimento) e Y (largura). A medição foi feita na zona mais próxima da interface dentina/resina, de modo a calcular a área em mm^2 da interface adesiva.

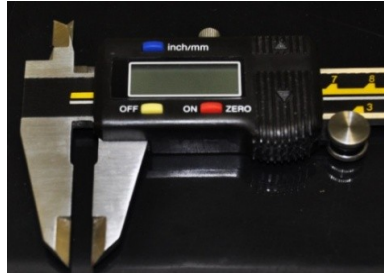


Figura 29 – Craveira digital (Maachi, Digital Caliper, BS Pyromatic, Índia).

Após as medições, cada palito foi fixado a um jig de aço inoxidável de Geraldeli, através de uma cola de cianoacrilato (Zapit®, Dental Ventures of America, Corona, CA, EUA) e levados a uma máquina de testes universal (Shimadzu Autograph AG-IS, Kyoto, Japan). Cada palito foi submetido a forças de microtração até ocorrer fractura a uma velocidade de 0,5 mm/min e utilizando uma célula de 5kN.

Para a obtenção dos valores de resistência à microtração em MPa de cada palito, foi feita a divisão da força aplicada no momento da fractura (kN) pela área da superfície aderida (mm^2). Após realizadas as fracturas e calculados dos valores das forças adesivas, os fragmentos resultantes da fractura de cada palito foram analisados sob uma lupa estereoscópica com uma ampliação de 20x (Leica Microsystems® MZ6, Germany), de forma a classificar cada fractura dependendo do local onde esta ocorreu: em fractura adesiva, se esta ocorreu ao nível da interface adesiva; fractura coesiva na resina composta, se esta apenas ocorreu na resina composta ou fractura coesiva na dentina se esta ocorreu apenas na dentina; e fractura mista se ocorreu ao nível da interface adesiva e dentina e/ou resina composta. Foi efectuado um registo fotográfico dos diferentes tipos de fractura usando uma máquina fotográfica digital (Leica Microsystems® DF 290 HD, Germany), incorporada na lupa estereoscópica.

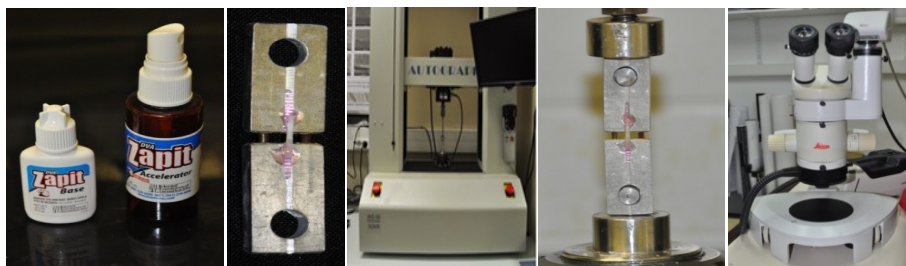


Figura 30 – Fixação do palito a um jig de Geraldeli com a cola de cianoacrilato (Zapit®, Dental Ventures of America, Corona, CA, EUA) e colocação na máquina de testes universal (Shimadzu Autograph AG-IS, Kyoto, Japan) para ser submetido ao teste de microtração. Observação das fracturas na Lupa estereoscópica (Leica Microsystems® MZ6, Germany).

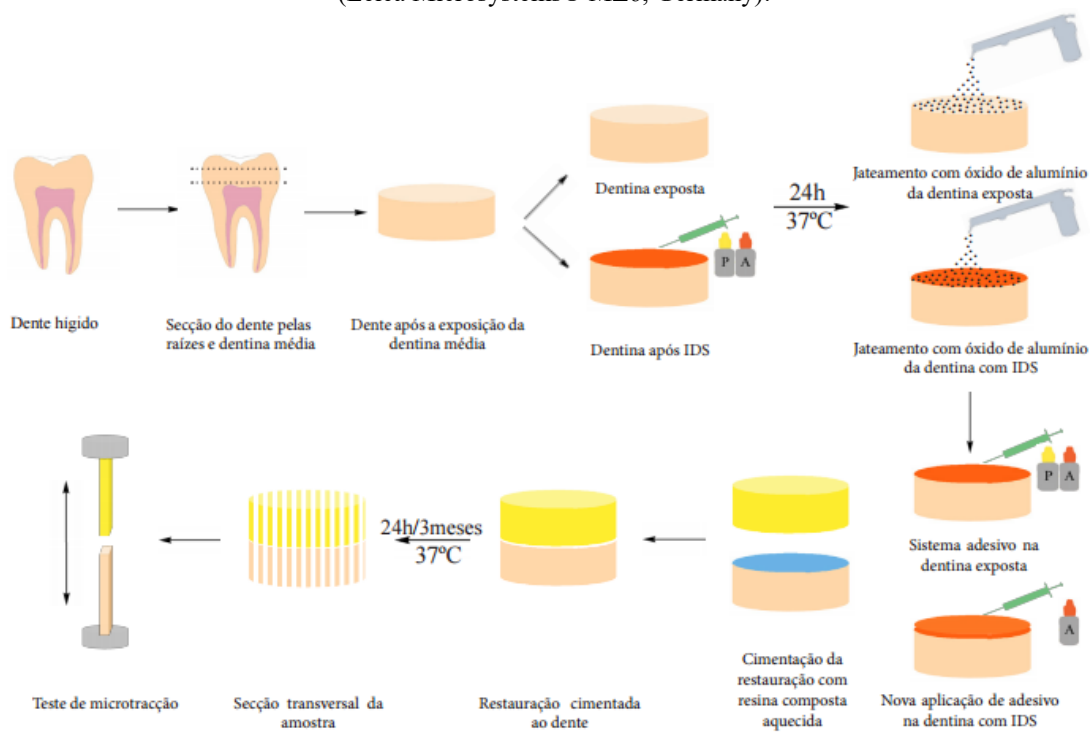


Figura 31 – Esquema representativo do procedimento laboratorial executado.

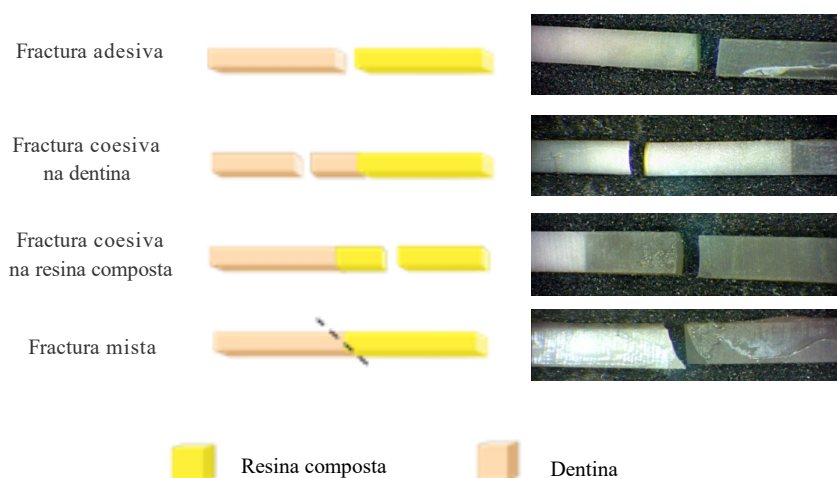


Figura 32 – Esquema representativo da classificação dos tipos de fratura e respectiva fotografia, capturada através da máquina fotográfica digital (Leica Microsystems® DF 290 HD, Germany).

Análise estatística

A análise estatística envolveu medidas de estatística descritiva (frequências absolutas e relativas, médias e respectivos desvios-padrão) e estatística inferencial. O nível de significância para aceitar ou rejeitar a hipótese nula foi fixado em $(\alpha) \leq 0,05$.

Utilizou-se os testes t de Student (quando se comparou 2 amostras em variáveis dependentes quantitativas) e o teste Anova –One-Way (quando se comparou 3 amostras em variáveis dependentes quantitativas). Os pressupostos destes testes, nomeadamente o pressuposto de normalidade de distribuição e o pressuposto de homogeneidade de variâncias foram analisados com os testes de Kolmogorov-Smirnov e teste de Levene. Aceitou-se a normalidade de distribuição dos valores para as amostras com n superior a 30, de acordo com o teorema do limite central. Quando a homogeneidade de variâncias não se encontrava satisfeita usou-se o teste de Student e a Anova-Oneway com a correcção de Welch. Para analisar a relação entre o tipo de fratura e os materiais ou no imediato versus envelhecimento usou-se o teste de independência do Qui-quadrado. O pressuposto do Qui-quadrado de que não deve haver mais do que 20,0% das células com frequências esperadas inferiores a 5 foi analisado. Quando este pressuposto não se encontrava satisfeito usou-se o teste do Qui-quadrado por simulação de Monte-Carlo. As diferenças foram analisadas com o apoio dos resíduos estandardizados. Nas tabelas 2 x 2 usou-se o teste de Fisher.

A análise estatística foi efectuada com o SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) versão 22.0 para Windows.

V. Resultados

Análise da resistência adesiva

1. Comparação da resistência adesiva imediata (a) entre os grupos em que a dentina exposta foi submetida a diferentes tipos de tratamento de superfície.

Nos grupos em que a dentina não foi sujeita à técnica IDS (G1) e foi sujeita a diferentes granulometrias e tipos de partículas de óxido de alumínio (G3 e G4), a resistência adesiva não varia significativamente em função dos diferentes tipos de tratamento de superfície, $F(2, 131) = 1.112, p = .332$ (Tabela 2 e Gráfico 1).

| | G1a | | G3a | | G4a | | F |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | M | Dp | M | DP | M | DP | |
| MPa | 26.80 | 11.15 | 27.10 | 11.44 | 30.03 | 12.33 | 1.112 |

* $p \leq ,05$ ** $p \leq ,01$ *** $p \leq ,001$

Tabela 2 – Comparação dos valores de resistência adesiva (MPa) entre os grupos não submetidos à técnica IDS: Média (M) e Desvio-padrão (Dp). G1a – sem jateamento; G3a – 27 μm ; G4a – partículas silicatizadas de 30 μm .

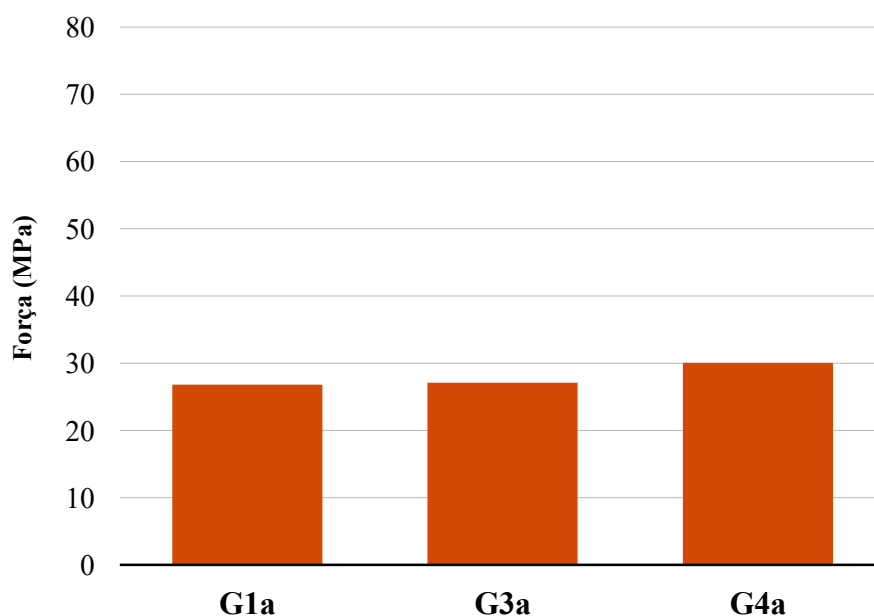


Gráfico 1 – Resistência adesiva (MPa): G1a – sem jateamento; G3a – 27 μm ; G4a – partículas silicatizadas de 30 μm .

2. Comparação da resistência adesiva imediata (a) entre os grupos em que a dentina foi submetida à técnica IDS e sujeita a diferentes tipos tratamento de superfície.

Nos grupos em que a dentina foi submetida à técnica IDS (G2) e sujeita a diferentes granulometrias e tipos de partículas de óxido de alumínio (G5 e G6), a resistência adesiva varia significativamente em função dos diferentes tipos de tratamento de superfície, $F(2, 165.038) = 20.509$, $p = .001$ (Tabela 3). A análise do teste de comparação múltipla *a posteriori* indica-nos que as diferenças significativas se encontram entre o grupo G6 e os grupos G2 e G5 obtendo o primeiro grupo valores de resistência adesiva significativamente mais elevados (54.73 MPa versus 36.97 MPa e 42.07 MPa) (Tabela 3 e Gráfico 2).

| | G2a | | G5a | | G6a | | F |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| | M | Dp | M | DP | M | DP | |
| MPa | 36.97 | 15.67 | 42.07 | 18.26 | 54.73 | 22.31 | 9.129*** |

* $p \leq ,05$ ** $p \leq ,01$ *** $p \leq ,001$

Tabela 3 – Comparação dos valores de resistência adesiva (MPa) entre os grupos submetidos à técnica IDS: Média (M) e Desvio-padrão (Dp). G2a – sem jateamento; G5a – 27 μm ; G6a – partículas silicizadas de 30 μm .

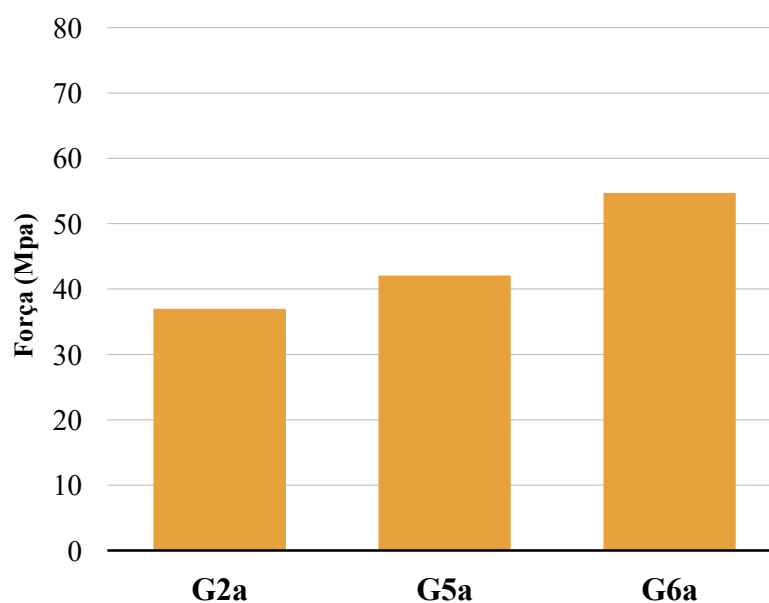


Gráfico 2 – Resistência adesiva (MPa): G2a- sem jateamento; G5a – 27 μm ; G6a - partículas silicizadas de 30 μm .

3. Comparação da resistência adesiva imediata (a) entre os grupos em que a dentina foi submetida à técnica IDS e os grupos onde a dentina está exposta não sujeita à técnica IDS

A resistência adesiva varia significativamente conforme a aplicação ou não de selamento imediato da dentina (IDS):

- Nos grupos em que a superfície não foi submetida ao jateamento (G1 e G2), a resistência adesiva é significativamente mais alta no grupo G2, tendo sido este sujeito à técnica IDS (36.97 MPa *versus* 26.80 MPa), $t(89) = -3.509, p = .001$ (Tabela 4 e Gráfico 3)

| | G1a | | G2a | | t |
|-----|-------|-------|-------|-------|-----------|
| | M | DP | M | DP | |
| MPa | 26.80 | 11.15 | 36.97 | 15.67 | -3.509*** |

* $p \leq ,05$ ** $p \leq ,01$ *** $p \leq ,001$

Tabela 4 – Comparação dos valores de resistência adesiva (MPa) entre os grupos em que a superfície não foi jateada: Média (M) e Desvio-padrão (Dp). G1a – sem IDS; G2a – com IDS.

- Nos grupos em que a superfície foi submetida ao jateamento com partículas de óxido de alumínio de 27 μm (G3 e G5), a resistência adesiva é significativamente mais alta no grupo que submetido à técnica de IDS, o grupo G5 (42.07 MPa *versus* 27.10 MPa), $t(83) = -4.580, p = .001$ (Tabela 5 e Gráfico 3).

| | G3a | | G5a | | t |
|-----|-------|-------|-------|-------|-----------|
| | M | DP | M | DP | |
| MPa | 27.10 | 11.44 | 42.07 | 18.26 | -4.580*** |

* $p \leq ,05$ ** $p \leq ,01$ *** $p \leq ,001$

Tabela 5 – Comparação dos valores de resistência adesiva (MPa) entre os grupos em que a superfície foi jateada com partículas de óxido de alumínio de 27 μm : Média (M) e Desvio-padrão (Dp). G3a – sem IDS; G5a – com IDS.

- Nos grupos em que a superfície foi submetida ao jateamento com partículas de óxido de alumínio silicizadas de 30 μm (G4 e G6), a resistência adesiva é significativamente mais elevada no grupo G6, sujeito à técnica IDS (54.73 MPa *versus* 30.03 MPa), $t(91) = -6.363, p = .001$ (Tabela 6 e Gráfico 3).

| | G4a | | G6a | | t |
|-----|-------|-------|-------|-------|-----------|
| | M | DP | M | DP | |
| MPa | 30.03 | 12.33 | 54.73 | 22.31 | -6.363*** |

* $p \leq ,05$ ** $p \leq ,01$ *** $p \leq ,001$

Tabela 6 – Comparação dos valores de resistência adesiva (MPa) entre os grupos em que a superfície foi jateada com partículas de óxido de alumínio silicatizadas de 30 μm : Média (M) e Desvio-padrão (Dp).
G4a – sem IDS; G6a – com IDS.

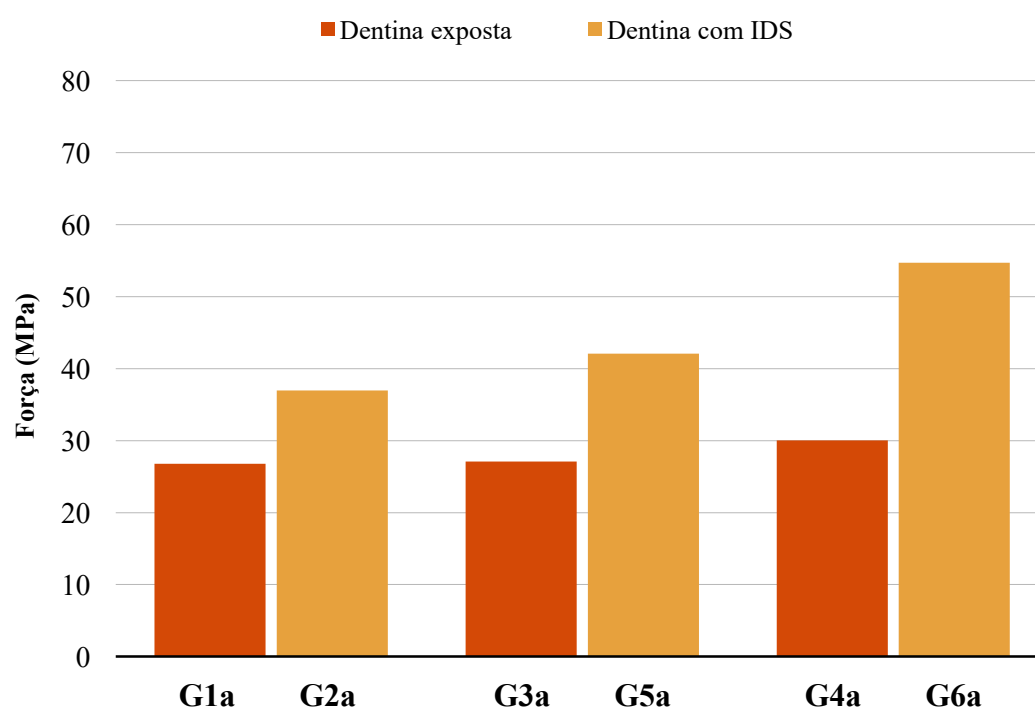


Gráfico 3 – Resistência adesiva (MPa): G1a – sem jateamento/sem IDS; G2a – sem jateamento/com IDS; G3a – 27 μm /sem IDS; G4a – partículas silicatizadas de 30 μm / sem IDS; G5a – 27 μm /com IDS; G6a – partículas silicatizadas de 30 μm /com IDS.

4. Comparação da resistência adesiva entre os grupos cujo a resistência adesiva foi avaliada no imediato (a – 24 horas) e os grupos em que a resistência adesiva foi avaliada após envelhecimento (b – 3 meses)

- No grupo G1, cujo as amostras não foram submetidas ao selamento imediato da dentina (IDS) e não foram sujeitas a tratamento de superfície com jateamento, a resistência adesiva é significativamente mais alta no grupo G1a (26.80 vs 19.93), $t(84) = -3.376$, $p = .001$ (Tabela 7 e Gráfico 4).

| | G1a | | G1b | | t |
|--|-------|-------|-------|------|-----------|
| | M | DP | M | Dp | |
| MPa | 26,80 | 11,15 | 19,93 | 7,21 | -3.376*** |
| * $p \leq ,05$ ** $p \leq ,01$ *** $p \leq ,001$ | | | | | |

Tabela 7 – Comparação dos valores de resistência adesiva (MPa) do grupo G1 no imediato e após envelhecimento: Média (M) e Desvio-padrão (Dp). G1a – imediato; G1b – envelhecimento.

- No grupo G2, sujeito à técnica IDS mas não submetido a tratamento de superfície com jateamento, a diferença da resistência adesiva imediata e após o envelhecimento não é estatisticamente significativa, $t(95) = -0.985$, $p = .327$ (Tabela 8 e Gráfico 4)

| | G2a | | G2b | | t |
|--|-------|-------|-------|-------|--------|
| | M | Dp | M | Dp | |
| MPa | 36.97 | 15.67 | 34,10 | 12,79 | -0.985 |
| * $p \leq ,05$ ** $p \leq ,01$ *** $p \leq ,001$ | | | | | |

Tabela 8 – Comparação dos valores de resistência adesiva (MPa) do grupo G2 no imediato e após envelhecimento: Média (M) e Desvio-padrão (Dp). G2a – imediato; G2b – envelhecimento.

- No grupo G3, cujo a superfície dentinária não foi submetida à técnica IDS e foi sujeita ao jateamento com partículas de óxido de alumínio de 27 μm , a diferença da resistência adesiva imediata e após o envelhecimento não é estatisticamente significativa, $t(86) = -1.575$, $p = .119$ (Tabela 9 e Gráfico 4).

| | G3a | | G3b | | t |
|--|-------|-------|-------|------|--------|
| | M | Dp | M | Dp | |
| MPa | 27,10 | 11.44 | 23.51 | 9,92 | -1.575 |
| * $p \leq ,05$ ** $p \leq ,01$ *** $p \leq ,001$ | | | | | |

Tabela 9 – Comparação dos valores de resistência adesiva (MPa) do grupo G3 no imediato e após envelhecimento: Média (M) e Desvio-padrão (Dp). G3a – imediato; G2b – envelhecimento.

- No grupo G4, cujo a superfície dentinária não foi submetida à técnica IDS e foi sujeita ao jateamento com partículas de óxido de alumínio silicizadas de 30 μm , a diferença da resistência adesiva imediata e após o envelhecimento não é estatisticamente significativa, $t(99) = -1.737$, $p = .087$ (Tabela 10 e Gráfico 4).

| | G4a | | G4b | | t |
|-----|-------|-------|-------|-------|--------|
| | M | Dp | M | Dp | |
| MPa | 30,03 | 12,33 | 26,13 | 10,16 | -1,737 |

* $p \leq ,05$ ** $p \leq ,01$ *** $p \leq ,001$

Tabela 10 – Comparação dos valores de resistência adesiva (MPa) do grupo G4 no imediato e após envelhecimento: Média (M) e Desvio-padrão (Dp). G4a – imediato; G4b – envelhecimento.

- No grupo G5, cujo a superfície dentinária foi submetida à técnica IDS e foi sujeita ao jateamento com partículas de óxido de alumínio de 27 μm , a diferença da resistência adesiva imediata e após o envelhecimento não é estatisticamente significativa, $t(84) = -1.005$, $p = .318$ (Tabela 11 e Gráfico 4).

| | G5a | | G5b | | t |
|-----|-------|-------|-------|-------|--------|
| | M | Dp | M | Dp | |
| MPa | 42,07 | 18,26 | 38,06 | 18,72 | -1,005 |

* $p \leq ,05$ ** $p \leq ,01$ *** $p \leq ,001$

Tabela 11 – Comparação dos valores de resistência adesiva (MPa) do grupo G5 no imediato e após envelhecimento: Média (M) e Desvio-padrão (Dp). G5a – imediato; G5b – envelhecimento.

- No grupo G6, cujo a superfície dentinária foi submetida à técnica IDS e foi sujeita ao jateamento com partículas de óxido de alumínio silicizadas de 30 μm , a diferença da resistência adesiva imediata e após o envelhecimento não é estatisticamente significativa, $t(84) = -1.005$, $p = .318$ (Tabela 12 e Gráfico 4).

| | G6a | | G6b | | t |
|-----|-------|-------|-------|-------|--------|
| | M | Dp | M | Dp | |
| MPa | 54,73 | 22,31 | 50,08 | 17,20 | -1,066 |

* $p \leq ,05$ ** $p \leq ,01$ *** $p \leq ,001$

Tabela 12 – Comparação dos valores de resistência adesiva (MPa) do grupo G6 no imediato e após envelhecimento: Média (M) e Desvio-padrão (Dp). G6a – imediato; G6b – envelhecimento.

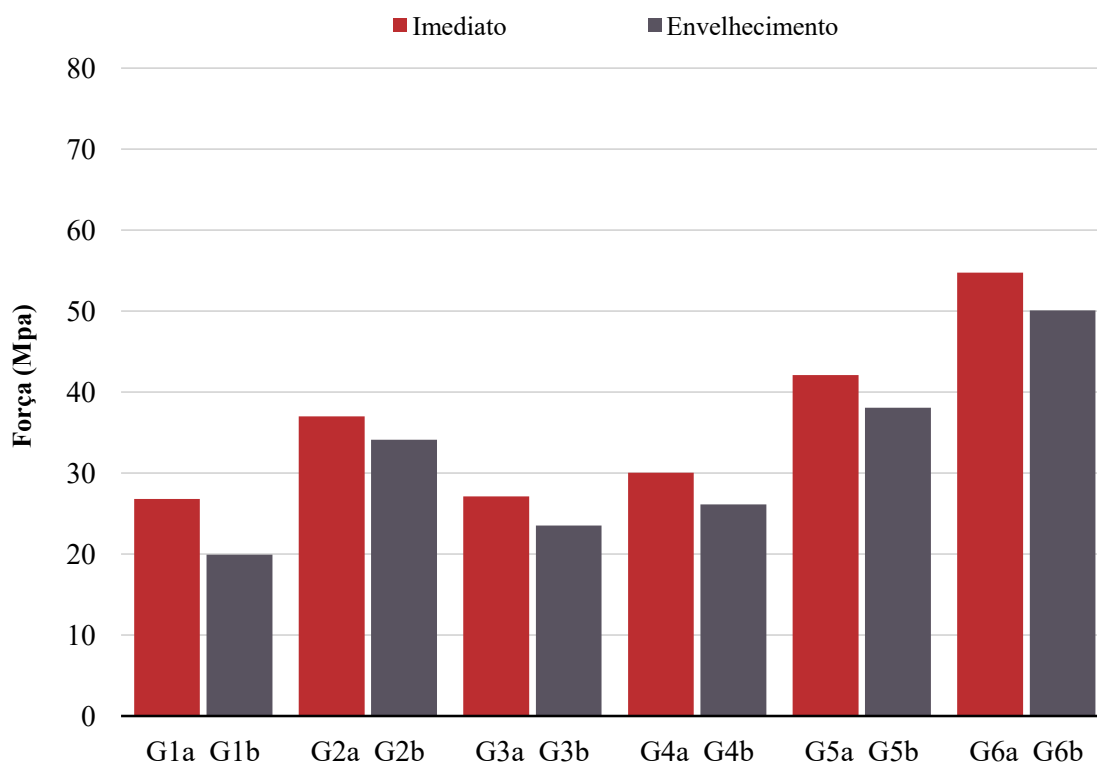


Gráfico 4 – Resistência adesiva (MPa) e desvio-padrão: G1a – imediato; G1b – envelhecimento; G2a – imediato; G2b – envelhecimento; G3a – imediato; G3b – envelhecimento; G4a – Imediato; G4b – envelhecimento; G5a – imediato; G5b – envelhecimento; G6a – imediato; G6b – Envelhecimento.

Análise de fractura

1. Comparação do tipo de fractura entre os diferentes tipos de tratamento de superfície submetidos na dentina exposta não sujeita à técnica IDS no imediato (a).

A distribuição do tipo de fraturas é relativamente semelhante nos grupos cujo a dentina exposta foi sujeita a diferentes tipos de tratamento de superfície, não sendo estatisticamente significativa, $\chi^2(6) = 5.815, p = .476$ (Gráfico 5).

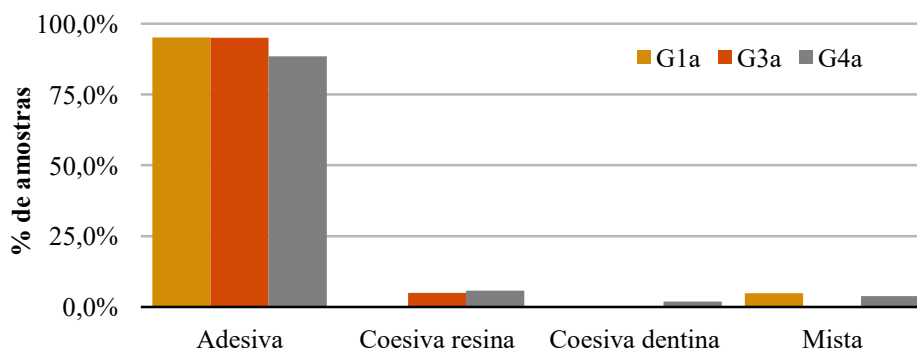


Gráfico 5 – Análise do tipo de fractura nos grupos com dentina exposta. G1a – sem jateamento; G3a – 27 μ m; G4a - partículas de silicizadas de 30 μ m.

2. Comparação do tipo de fractura entre diferentes tipos de tratamento de superfície submetidos na dentina sujeita à técnica IDS no imediato (a).

Há uma proporção significativamente mais elevada de fraturas de tipo adesiva no grupo G2a (89.8%) e de fraturas de tipo coesiva na dentina (22.0%) e mistas (4.9%) no grupo G6a, $\chi^2(6) = 16.497, p = .006$ (Gráfico 6).

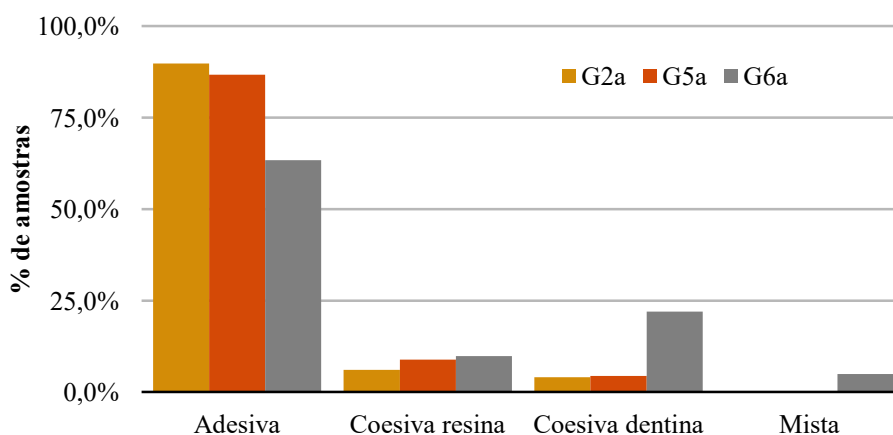


Gráfico 6 – Análise do tipo de fractura nos grupos com dentina IDS. G2a – sem jateamento; G5a – 27 µm; G6a - partículas silicizadas de 30µm.

3. Comparação do tipo de fractura entre os grupos não submetidos a jateamento no imediato (a).

A distribuição do tipo de fraturas é relativamente semelhante em ambos os grupos G1a e G2a, $\chi^2(3) = 6.692, p = .082$ (Gráfico 7).

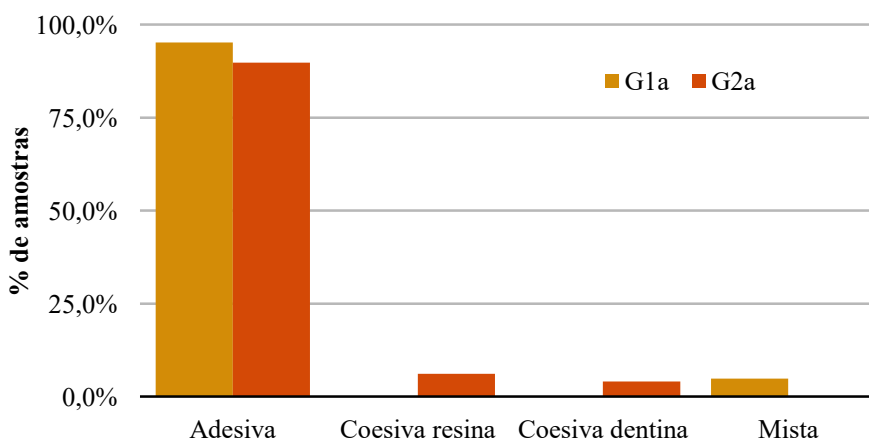


Gráfico 7 – Análise do tipo de fractura nos grupos com dentina não sujeita a jateamento. G1a – sem IDS; G2a – com IDS.

4. Comparação do tipo de fractura entre os grupos submetidos ao jateamento com partículas de óxido de alumínio de 27 µm no imediato (a).

A distribuição do tipo de fraturas é relativamente semelhante em ambos os grupos G3a e G5a, $\chi^2(2) = 2.394, p = .439$ (Gráfico 8).

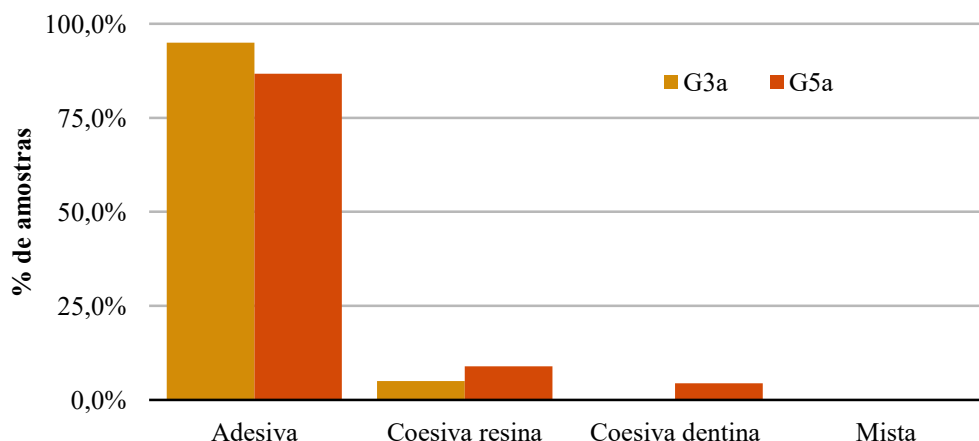


Gráfico 8 – Análise do tipo de fractura nos grupos com dentina jateada com partículas de óxido de alumínio de 27 µm . G3a – sem IDS; G5a – com IDS.

5. Comparação do tipo de fractura entre os grupos submetidos ao jateamento com partículas de óxido de alumínio de 30 µm no imediato (a).

Há uma proporção significativamente mais elevada de fraturas de tipo adesiva no grupo G4a (88.5%) e de fraturas de tipo coesiva na dentina no grupo G6a (22.0%), $\chi^2(3) = 10.951, p = .006$ (Gráfico 9).

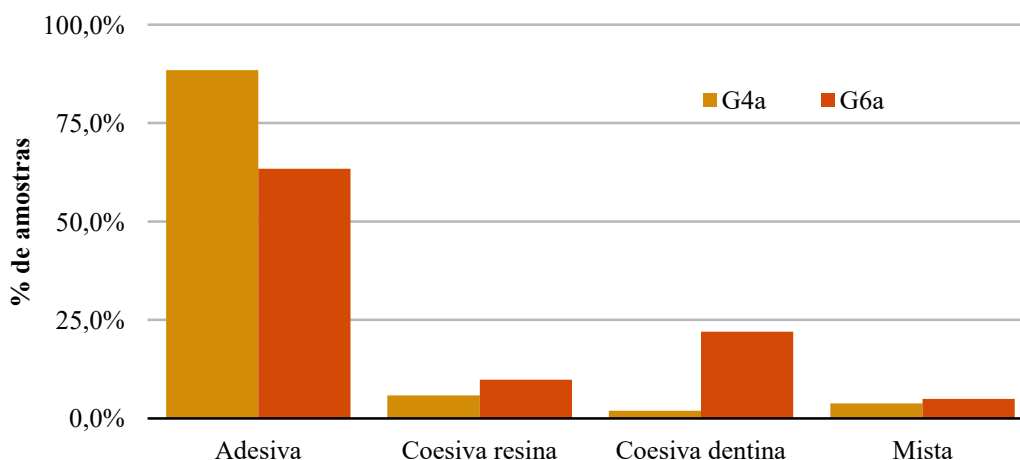


Gráfico 9 – Análise do tipo de fractura nos grupos com dentina jateada com partículas de óxido de alumínio silicizadas de 30 µm. G4a – sem IDS; G6a – com IDS.

6. Comparação do tipo de fractura entre os grupos cujo a resistência adesiva foi avaliada no imediato (a – 24 horas) e após envelhecimento (b – 3 meses)

- No grupo G1, a distribuição do tipo de fraturas é relativamente semelhante em ambos os momentos de avaliação, $\chi^2(2) = 2.673, p = .433$ (Gráfico 10).

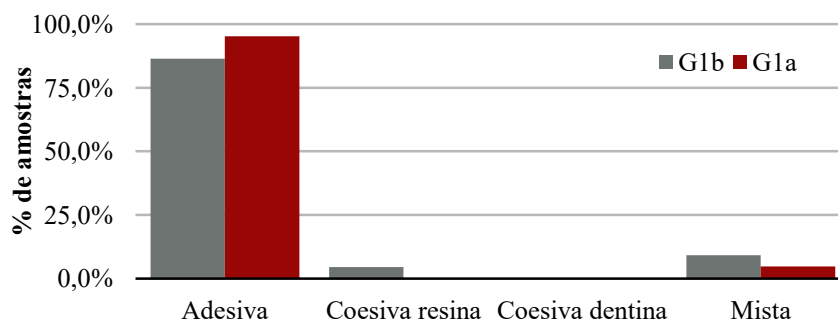


Gráfico 10 – Análise do tipo de fractura no grupo G1: Envelhecimento (G1b) vs Imediato (G1a).

- No grupo G2, distribuição do tipo de fraturas é relativamente semelhante em ambos os momentos de avaliação, $\chi^2(3) = 2.634, p = .469$ (Gráfico 11).

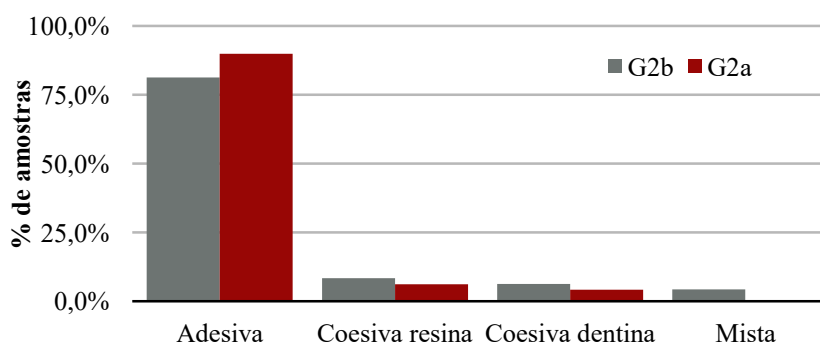


Gráfico 11 – Análise do tipo de fractura no grupo G2: Envelhecimento (G2b) vs Imediato (G2a).

- No grupo G3, a distribuição do tipo de fraturas é relativamente semelhante em ambos os momentos de avaliação, $\chi^2(3) = 5.768, p = .085$ (Gráfico 12).

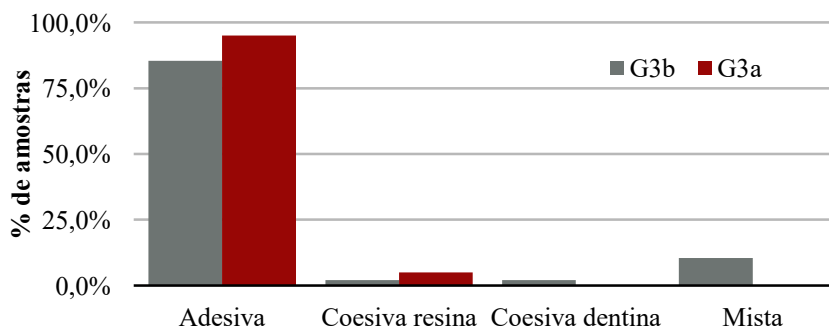


Gráfico 12 – Análise do tipo de fractura no grupo G3: Envelhecimento (G3b) vs Imediato (G3a).

- No grupo G4, a distribuição do tipo de fraturas é relativamente semelhante em ambos os momentos de avaliação, $\chi^2 (2) = 0.412, p = .948$ (Gráfico 13).

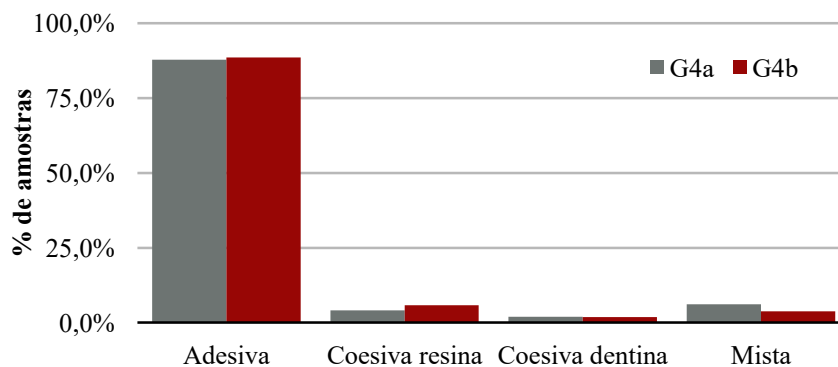


Gráfico 13 – Análise do tipo de fratura no grupo G4: Envelhecimento (G4b) vs Imediato (G4a).

- No grupo G5, a distribuição do tipo de fraturas é relativamente semelhante em ambos os momentos de avaliação, $\chi^2 (3) = 6.934, p = .063$ (Gráfico 14).

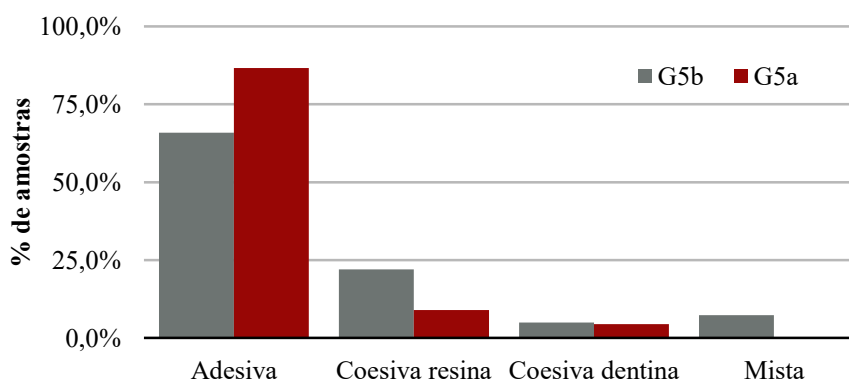


Gráfico 14 – Análise do tipo de fratura no grupo G5: Envelhecimento (G5b) vs Imediato (G5a).

- No grupo G6, a distribuição do tipo de fraturas é relativamente semelhante em ambos os momentos de avaliação, $\chi^2 (3) = 2.532, p = .462$ (Gráfico 15).

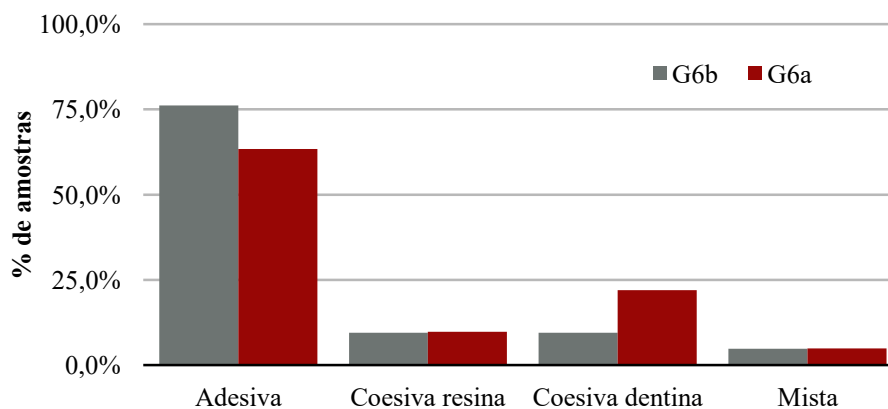


Gráfico 15 – Análise do tipo de fratura no grupo G6: Envelhecimento (G6b) vs Imediato (G6a).

VI. Discussão

Actualmente na Medicina Dentária, assiste-se a uma procura crescente por tratamentos restauradores que recriem da forma mais fiel e semelhante possível as estruturas dentária perdidas, tanto em propriedades mecânicas como a nível estético. Nesse sentido, as restaurações indiretas têm vindo a ser cada vez mais utilizadas (Garcia *et al.*, 2006).

Vários são os factores que condicionam o sucesso clínico destas restaurações, e entre eles está a formação de uma união efectiva e duradoura entre as superfícies dentárias e agentes de cimentação, e estes com a superfície da restauração. Assim, é de grande importância haver um conhecimento claro da melhor abordagem a fazer no que diz respeito à preparação da superfície dentária, para que as forças adesivas e a qualidade da adesão sejam potencializadas (Ilday, Güngör & Duymuş, 2011).

A utilização do jateamento com partículas de óxido de alumínio tem sido descrita na literatura como o método mais usado no tratamento de superfície do selamento imediato da dentina (IDS). No entanto, ainda é pouco conhecido o efeito do jateamento na dentina, de que forma este pode afectar a rugosidade da sua superfície e como pode alterar a resistência adesiva (Falkensammer *et al.*, 2014; Magne, 2005).

Apesar de sabermos que hoje em dia a técnica de selamento imediato da dentina é largamente empregue na prática clínica devido às várias vantagens que apresenta, nos estudos desenvolvidos que abordam o efeito do jateamento no desgaste da espessura da camada de IDS, é comum observar-se uma grande variação de valores de desgastes, sendo reportado que o jateamento da superfície acarreta o risco da remoção completa da camada adesiva, expondo a superfície da dentina subjacente (Stavridakis *et al.*, 2005).

Desta forma, ao jatear a camada de IDS não podemos afirmar com certeza que as partículas de óxido de alumínio são apenas aplicadas na camada do adesivo. Assim sendo, algumas partículas podem atingir a dentina, sem que as consequências deste atingimento a nível da adesão estejam realmente bem conhecidas ou analisadas (Magne, 2005; Stavridakis *et al.*, 2005).

Nesse sentido, o principal objectivo deste estudo foi avaliar a resistência adesiva da dentina à microtração sujeita a diferentes pré-tratamentos de superfície, com e sem

selamento imediato da dentina (IDS), e jateamento com dois tipos partículas de óxido de alumínio, partículas de 27 µm e partículas silicatizadas de 30 µm. Foi avaliado também o efeito do envelhecimento em dois períodos de armazenamento em água destilada a 37°C (24 horas e 3 meses).

Para testar a resistência adesiva foi utilizado o teste de microtração (µTBS), sendo considerado este teste como o procedimento mais seguro e fiável no que respeita à análise da resistência adesiva de sistemas adesivos com a estrutura dentária, nomeadamente à dentina (Garcia, D'Alpino & Carvalho, 2002). É também apontado como uma ferramenta útil e benéfica na investigação de novos materiais dentários, abordagens adesivas e de diversas variáveis experimentais (Anja *et al.*, 2015).

Introduzido por Sano *et al.*, em 1994, o teste de microtração foi proposto com o intuito de contribuir para o aprimoramento dos testes de resistência adesiva. Apresenta vantagens como a possibilidade de testar várias amostras de um único dente, permite comparar as diferentes forças adesivas presentes em regiões distintas do mesmo dente e possibilita o teste de substratos com relevância clínica como dentina cariada, dentina esclerótica, dentina cervical e esmalte. Devido ao tamanho reduzido das amostras, é avaliada uma menor área adesiva, o que permite a vantagem da existência de menos defeitos e assim resultados de resistência mais fidedignos. O facto das amostras terem em torno de 1 mm², também facilita a sua análise em microscopia electrónica de varrimento (Armstrong *et al.*, 2010; Garcia *et al.*, 2002).

Uma vez que existe uma melhor distribuição das forças este teste resulta na obtenção de um maior número de falhas adesivas que coesivas, comparativamente a outros testes (Gallusi, Galeano, Libonati & Giuca, 2009).

No que refere a desvantagens é de referir que apesar de seguro é um teste exigente a nível técnico, a área reduzida das amostras torna-as também mais sensíveis e susceptíveis à desidratação e valores de resistência adesiva baixos tornam-se difíceis de medir (Armstrong *et al.*, 2010).

Esta investigação laboratorial foi executada de acordo com a norma ISO/TS 11405:2003 no que concerne à seleção, armazenamento, manipulação do substrato dentário.

Foi criada *smear-layer* com um disco de papel abrasivo SiC de grão 600, durante 60 segundos, sob água corrente numa máquina polidora de forma obter uma superfície de

dentina homogênea com *smear layer* padronizada e significativa para os processos de adesão, conforme é descrito em diversos estudos (Magne & Nielsen, 2009; Perdigão *et al.*, 2013).

O sistema adesivo utilizado neste estudo foi um *etch and rinse* de três passos, o Optibond™ FL (Kerr, Orange, USA). Este adesivo apresenta propriedades importantes tanto a nível da adesão à estrutura dentária, como na sua aplicação na técnica de selamento da dentina, sendo particularmente indicado nesta (Magne, 2005; Magne *et al.*, 2005).

A sua escolha baseou-se no facto deste adesivo possuir na sua composição partículas de carga inorgânica, o que lhe permite formar uma camada consistente e homogênea sobre a superfície, resultando numa melhor adesão e adaptação à estrutura dentinária. Previne também desta forma que nos procedimentos de tratamento de superfície, o jateamento da camada adesiva destrua a camada híbrida obtida (Magne, 2005; Magne *et al.*, 2005; Stavridakis *et al.*, 2005).

Ao sistema adesivo Optibond™ FL (Kerr, Orange, USA), têm sido também apontadas como vantagens uma boa coesividade com o cimento de resina e o facto de ser um adesivo *etch and rinse* de três passos, que tal como os estudos indicam, é seguro na obtenção sucesso a longo prazo, sendo considerado este tipo de sistema adesivo o “*golden standard*” ao nível da adesão às estruturas dentárias (Magne *et al.*, 2005; Sezinando, 2014).

Posteriormente à primeira fotopolimerização do adesivo nos grupos em que foi aplicada a técnica IDS, foi aplicada uma camada de glicerina em gel, seguida de uma nova fotopolimerização, a fim de realizar uma polimerização mais efetiva da camada superficial do adesivo, sem que ocorra a inibição desta pelo oxigênio. Desta forma é possível evitar a formação de uma camada adesiva fina e frágil, que facilmente poderia ser removida com o jateamento (Magne, 2005; Magne *et al.*, 2005; Stavridakis *et al.*, 2005).

Todos os dentes foram depois armazenados em água destilada a uma temperatura de 37°C, durante 24 horas, simulando e padronizando desta forma o tempo decorrido entre as duas consultas necessárias à execução das restaurações indiretas (Magne *et al.*, 2005).

Para a confecção dos discos de resina composta foi utilizada a resina composta Z100TM MP Restorative (3M ESPE, St. Paul, MN, USA), um material com sucesso clínico comprovado. Segundo as instruções do fabricante, esta resina composta microhíbrida fotopolimerizável, é constituída em cerca de 66% de partículas inorgânicas sílica/zircónio de tamanho entre 0,01µm e 3,5 µm. Devido à sua composição são-lhe atribuídas propriedades físicas importantes como resistência à compressão ou um módulo de elasticidade (16 GPa) semelhante à dentina (18,6 GPa). Apresenta também na sua constituição Bis-GMA e o controlador de viscosidade TEGMA, e nas suas indicações consta a confecção de restaurações indiretas (3M ESPE, St. Paul, MN, USA; Puppin-Rontani, de Góes, Voelske, García-Godoy, 2006).

No tratamento de superfície dos discos de resina efectuados, foi inicialmente feito um jateamento com partículas abrasivas de óxido de alumínio, a fim de criar microrugosidades que funcionam como microretenções na sua superfície. De seguida procedeu-se à limpeza da superfície, com a aplicação de ácido ortofosfórico a 37% na superfície jateada dos discos e imersão em água destilada num banho de ultrassons, com o objectivo de eliminar os detritos residuais e contaminação orgânica existente, expondo as rugosidades criadas (Batalha-Silva, de Andrada, Maia & Magne, 2013; Magne *et al.*, 2012).

Desta forma esta limpeza, ajuda a promover um contacto íntimo entre a resina adesiva e a superfície da restauração com microretenções, pois uma limpeza inadequada da superfície pode deixar resíduos que preenchem as microporosidades criadas, importantes para o processo de adesão e retenção mecânica (Peumans, Van Meerbeek, Lambrechts & Vanherle, 2000).

Posteriormente foi aplicado na superfície dos discos silano e foi feito o seu tratamento térmico durante 2 minutos com um secador (SelecLine (AUCHAN - SNC OIA, Villeneuve d'Ascq, France).

Segundo vários autores, o jateamento com óxido de alumínio seguido da silanização da superfície melhora significativamente as forças de adesão (Özcan & Vallitu, 2003; Soares *et al.*, 2004).

Enquanto que o jateamento da superfície permite a formação de microretenções, a acção do silano induz a formação de ligações químicas entre os componentes inorgânicos das

resinas compostas e matriz orgânica do cimento resinoso (Matinlinna *et al.*, 2006; Fuentes *et al.*, 2016).

De acordo com Matinlinna *et al.* (2006), a aplicação de silano aumenta a molhabilidade e diminui a tensão superficial do compósito tornando a sua superfície hidrofóbica. Desta forma a matriz hidrofóbica da matriz resinosa pode aderir a superfícies hidrofílicas, tais como a sílica.

Procedeu-se ao aquecimento da superfície silanizada, pois tal como diversos estudos indicam, o tratamento térmico do silano aumenta consideravelmente o seu potencial adesivo. Através do seu aquecimento, as camadas mais externas e instáveis são removidas, ficando apenas uma camada interna mais estável e quimicamente unida à superfície do substrato (Peixoto, Batitucci, Daroz & Sampaio, 2013).

Hooshmand, Van Noort & Keshvad (2002), referem ainda que através do aquecimento da superfície silanizada, produtos como a água e o álcool podem ser eliminados, incrementando o desenvolvimento de ligações químicas e interações moleculares entre o silano e a sílica do substrato.

Posteriormente foi aplicado adesivo na superfície da restauração antes de esta ser cimentada, não tendo sido este polimerizado de modo a não interferir com o assentamento da restauração na superfície dentinária (Magne *et al.*, 2007; Batalha-Silva *et al.*, 2013).

Para a cimentação dos discos de resina composta foi utilizada novamente a resina composta Z100TM MP Restorative (3M ESPE), que foi previamente aquecida. Estudos demonstram que aquecimento da resina de cimentação pode ter um impacto positivo nas suas propriedades. O aumento da temperatura da resina composta reduz a sua viscosidade e por consequência aumenta a sua fluidez e adaptação marginal, existe uma maior conversão de monómero para polímero reduzindo os efeitos causados pela contração de polimerização, e tem um impacto positivo em propriedades importantes para um agente de cimentação tais como resistência à fractura e desgaste, força de tração, e força e módulo flexural da resina (Cantoro *et al.*, 2008).

Realizada a cimentação, os dentes foram novamente imersos em água destilada a 37° C durante 24 horas ou durante 3 meses, no caso das amostras serem destinadas ao estudo

do efeito do envelhecimento, antes de ser testada a resistência adesiva (Falkensammer *et al.*, 2014).

Os testes de resistência adesiva foram realizados com recurso a uma máquina de testes universal (Shimadzu Autograph AG-IS, Kyoto, Japan) através da microtração de palitos, a uma velocidade de tração de 0,5 mm/min, tal como é proposto em diversos estudos (Falkensammer *et al.*, 2014; Gallusi *et al.*, 2009).

Nesta investigação foi testada a resistência adesiva de uma resina composta à dentina quando esta última é tratada de diferentes formas e tipo de jateamento, segundo o tipo de partículas de óxido de alumínio, 27 µm e 30 µm (partículas silicatizadas) e ausência ou presença de selamento imediato da dentina (IDS). Foram obtidos valores de resistência adesiva superiores nos grupos onde a dentina foi sujeita a jateamento com partículas de óxido de alumínio silicatizadas de 30 µm e melhores resistências adesivas nos grupos onde foi aplicado o selamento imediato da dentina.

Este resultado vai de encontro ao descrito na literatura, onde a incorporação de sílica na superfície quando comparada ao tratamento utilizando apenas com partículas de óxido de alumínio, resulta em melhores valores de adesão (Amaral Özcan, Bottino & Valandro, 2006; Özcan & Vallittu, 2003).

A utilização de partículas silicatizadas quando aplicadas numa superfície, resultam por um lado no aumento da rugosidade e temperatura, levando à criação de retenções micromecânicas, por outro lado, o facto destas partículas terem na sua composição compostos de sílica, ao embaterem no substrato revestem a superfície com este composto, favorecendo a adesão química ao silano aplicado na restauração (Della Bona *et al.* 2007; Özcan & Vallittu, 2003; Soares *et al.*, 2004).

Della Bona *et al.*, (2007), descrevem este mecanismo como uma reacção triboquímica, que faz com que a temperatura se eleve, retendo desta forma os compostos de sílica na superfície.

No entanto, os valores de resistência adesiva resultantes assim como as diferenças estatisticamente significativas encontradas, diferiram quando o jateamento com partículas de óxido de alumínio é aplicado na dentina exposta (G1, G3 e G4), sem selamento imediato da dentina, e quando este tratamento de superfície é aplicado na superfície do adesivo, após a dentina ser sujeita à técnica IDS (G2, G5 e G6). Estes

resultados sugerem, que as propriedades e composição particulares inerentes à dentina e à superfície do adesivo, podem influenciar as suas potencialidades adesivas, quando expostas a diferentes tratamentos de superfície.

Nos grupos em que a dentina se encontra exposta, a resistência adesiva não variou significativamente em função dos diferentes tipos de tratamento de superfície. Apesar de terem sido obtidos melhores resultados, observou-se que a aplicação de partículas de óxido de alumínio na dentina, não conseguiu elevar significativamente a resistência adesiva quando comparado com o grupo de dentina exposta onde só foi aplicado o sistema adesivo ($p = .332$).

Estes resultados estão de acordo com o que foi encontrado nos estudos de Chaves, Giannini & Ambrosano (2002), França *et al.* (2007) e Anja *et al.* (2015), em que apesar do jateamento dentinário remeter-se ao teste da resistência adesiva a restaurações diretas em resina composta, houve uma melhoria nos valores de adesão, no entanto comparando com os outros grupos experimentais esta melhoria não foi suficiente para elevar as forças adesivas significativamente.

Contudo, contrastam com os resultados obtidos no estudo de Fonseca, Martins, Quagliatto & Soares (2005) e Santos, Bapoo, Rizkalla & Santos Jr. (2011) onde o jateamento da superfície dentinária com óxido de alumínio durante 10 segundos demonstrou ser o melhor método de tratamento de superfície. Importa ainda dizer que em todos estes estudos, quanto ao sistema adesivo, foi utilizada a técnica *self etch*, contrariamente a esta investigação.

Segundo Soares, Pereira, Souza, Menezes & Armstrong (2012), as partículas de óxido de alumínio ao colidirem na dentina, libertam e transferem a sua energia cinética para a superfície dentinária, resultando várias fracturas microscópicas na sua superfície.

Desta forma, uma superfície rugosa e irregular é criada, aumentando a área de superfície disponível para a molhabilidade e adesão do sistema adesivo, favorecendo de uma retenção mecânica adicional (Anja *et al.*, 2015; Santos *et al.*, 2011; Soares *et al.*, 2012).

Apesar dos benefícios da obtenção de uma superfície dentinária rugosa para a adesão serem conhecidos, os resultados deste estudo indicam que essa característica não é o único factor que pode afectar os níveis de resistência adesiva (Anja *et al.*, 2015).

Uma das possíveis razões para não terem sido obtidos valores de resistência adesiva significativamente maiores no grupos de dentina jateada em relação à dentina que não sofreu jateamento, poderá ser a incompleta remoção das partículas de óxido de alumínio. Algumas destas partículas poderão ter continuado a preencher as microporosidades criadas na superfície, interferindo na adesão química e micromecânica do sistema adesivo à dentina.

Num estudo conduzido por Chinelatti et al. (2007), os autores afirmam que mesmo após processos de lavagem, as micropartículas jateadas podem persistir formando camadas de pó residual na superfície, obstruindo a entrada dos túbulos dentinários.

Contudo, o mesmo não poderá ser sugerido na dentina submetida à técnica IDS, pois estando a dentina previamente selada com adesivo antes do jateamento, não existe o risco de obstrução dos túbulos dentinários com estas micropartículas, não havendo assim interferência a nível da resistência adesiva.

Em todos os grupos experimentais houve diferenças estatisticamente significativas quando a variável de comparação dos valores de resistência adesiva foi a realização do selamento imediato da dentina. Os grupos sujeitos à técnica IDS (G2, G5 e G6), independentemente de serem sujeitos ou não ao jateamento com os dois tipos de partículas de óxido de alumínio, obtiveram melhores resultados na resistência adesiva, quando comparados ao grupos com a dentina que não foi selada (G1, G3 e G4). Este resultado sugere que a aplicação ou não de selamento imediato da dentina, é um factor fundamental para que as forças adesivas sejam optimizadas.

Os melhores resultados obtidos nos grupos com a dentina sujeita ao IDS estão de acordo com vários estudos já realizados (Duarte *et al.*, 2009; Magne, 2005; Magne *et al.*, 2005).

Comparando com o estudo de Magne *et al.* (2005) com a presente investigação, cujo o sistema adesivo utilizado foi o mesmo (OptibondTM FL), os valores de força adesiva na dentina com IDS encontrados foram semelhantes (58.25 MPa e 54.73 Mpa), no entanto foi verificada uma maior diferença no grupo da dentina sem IDS, obtendo-se valores médios de resistência adesiva de 11.58 MPa, inferiores aos alcançados neste estudo (30.03 MPa). Estas diferenças podem estar relacionadas pelo facto de que no estudo de Magne *et al.* (2005), os dentes terem permanecido 2 semanas com uma restauração provisória numa solução salina, provocando possivelmente uma maior contaminação da

superfície dentinária, e neste estudo os dentes apenas foram colocados em água destilada durante 24 horas.

A aplicação da técnica IDS sobre a dentina acabada de preparar, tem sido um procedimento bastante utilizado ao longo dos últimos anos, sendo a preparação da superfície dentária após o selamento dentinário, um tópico abordado em alguns estudos (Dillenburg *et al.*, 2009; Falkensammer *et al.*, 2014; Stavridakis *et al.*, 2005).

A significativa melhoria das forças adesivas podem ser explicadas pelo facto da dentina acabada de preparar ser considerado o substrato ideal para a adesão e sendo esta imediatamente selada fica protegida contra a contaminação, e por ser feita uma polimerização prévia do sistema adesivo antes da aplicação da resina de cimentação e material restaurador, evitando o colapso da camada híbrida verificado quando o IDS não foi aplicado (Dillenburg *et al.*, 2009; Qanungo *et al.*, 2016; Magne *et al.*, 2005).

Segundo Magne *et al.* (2005), quando a polimerização do adesivo é feita apenas na fase final do tratamento, como acontece quando não é aplicada a técnica IDS, no processo da cimentação a pressão exercida durante o assentamento da restauração indirecta pode resultar no colapso das fibras de colagénio da dentina desmineralizada, prejudicando a formação da camada híbrida e consequentemente afectar adesão.

Por outro lado a técnica IDS, permite a redução da formação de “espaços” entre o dente e a restauração e resistência de união adesiva pode também ser aumentada pela aplicação de duas camadas de adesivo (uma depois da preparação dentária e outra no momento da cimentação definitiva), permitindo a estabilização livre de *stress* da camada híbrida antes da colocação da restauração e formação de uma camada uniforme com o agente de cimentação (Duarte *et al.*, 2009; Qanungo *et al.*, 2016; Magne *et al.*, 2005).

No estudo realizado por Falkensammer *et al.* (2014) os valores de resistência adesiva encontrados tanto para a dentina com IDS e dentina sem IDS ambas jateadas com partículas de óxido de alumínio silicatizadas, foram também inferiores em relação a esta investigação. O principal factor que pode ter originado esta discrepância foi o facto que na investigação de Falkensammer *et al.* (2014), o sistema adesivo utilizado foi um sistema adesivo *self etch* de dois passos. O mesmo também foi verificado no estudo Lee & Park (2009), onde foi também utilizada a técnica *self etch* e valores inferiores de

resistência adesiva foram obtidos.

Grande parte dos estudos efectuados, demonstram que a qualidade da adesão de amostras cimentadas tende a sofrer alguma deteriorização com o passar do tempo. Nesse sentido, de modo a conseguir avaliar a performance adesiva das amostras aderidas torna-se relevante a utilização de testes de envelhecimento (Özcan, Valandro, Amaral, Leite & Bottino, 2009).

O método indirecto por armazenamento em água destilada foi o procedimento seleccionado para o envelhecimento das amostras nesta investigação. Neste método, os dentes são preservados inteiros durante o período de envelhecimento, e só depois são seccionados e sujeitos a microtração (Toledano *et al.*, 2007).

Comparando os resultados da resistência adesiva entre os dois tempos de armazenamento (24 horas e 3 meses), apesar de todos os grupos terem sofrido uma diminuição das forças de adesão, apenas o grupo G1 teve uma diminuição estatisticamente significativa.

O facto deste grupo não ter sido submetido à técnica IDS, pode ter resultado na formação de lacunas entre o dente e a restauração assim como numa maior instabilidade da camada híbrida (Magne *et al.*, 2005). Segundo Amaral, Colucci, Palma-Dibb & Corona (2007), a camada híbrida está sujeita nos procedimentos de envelhecimento por armazenamento, à desorganização dos seus componentes orgânicos e possibilidade de degradação dos seus constituintes de resina. Uma camada híbrida instável obtida no procedimento da cimentação aliada a estes tipo de fenómenos decorridos no processo de envelhecimento, podem ter resultado numa maior e significativa redução da resistência adesiva.

É relevante ainda observar, que nos restantes grupos que não foram submetidos à técnica IDS mas onde foi realizado o tratamento de superfície através do jateamento com partículas de óxido de alumínio na dentina (G3 e G4), apesar de se ter verificado que as forças adesivas diminuíram ao longo dos três meses, estas não foram estatisticamente significativas. Estes resultados podem levar a suspeitar que as retenções adicionais promovidas pelo jateamento, assim como o revestimento de sílica proporcionado pelas partículas de óxido de alumínio silicatizadas no caso do grupo G4, poderão ter levado a uma melhor estabilidade da interface adesiva, evitando assim uma

degradação acentuada dos seus componentes adesivos, após armazenamento em água destilada durante 3 meses.

À semelhança dos resultados obtidos neste estudo, França *et al.* (2007) não encontraram diferenças significativas na avaliação da resistência adesiva da dentina jateada com óxido de alumínio de 50 μm , utilizando dois adesivos *self etch*, após o envelhecimento das amostras em armazenamento em água destilada a 37°C durante 3 e 6 meses.

Num estudo desenvolvido por Dillenburger *et al.* (2009), onde foi comparada a resistência adesiva de amostras cujo a dentina foi submetida ao IDS e sujeita a diversos tipos de tratamento de superfície em dois tempos de armazenamento em água destilada a 36°C (24 horas e 4 meses), verificou-se tal como os resultados observados nesta investigação, que não foram encontradas diferenças significativas entre os dois momentos de avaliação nas amostras com IDS, independentemente do tipo de tratamento de superfície aplicado.

Quanto à análise do tipo de fratura resultante, no grupo G6, sujeito a IDS e jateamento com partículas de óxido de alumínio silicizadas de 30 μm , as fraturas coesivas na dentina tiveram uma proporção maior, em comparação com o tipo de fraturas dos restantes grupos. Este resultado está em concordância com os valores obtidos a nível da resistência adesiva, que mostrou ser o melhor em termos de forças adesivas. Ambos os tratamentos de superfície influenciaram positivamente a força adesiva neste grupo, que foi forte e eficaz o suficiente para provocar fraturas coesivas a nível da dentina (Falkensammer *et al.*, 2014).

Este resultado contrasta com o resultado obtido no grupo G1, não sujeito a IDS nem ao jateamento com partículas de óxido de alumínio, onde a predominância quase total foi de fraturas adesivas. Segundo Dillenburger *et al.* (2009), o predomínio de falhas na interface adesiva pode ser característico de situações em que houve uma reduzida interação do material restaurador com o substrato, explicando também os baixos valores de resistência adesiva deste grupo em comparação com os restantes.

Atualmente estão disponíveis várias opções no que diz respeito, tanto aos tratamentos de superfície dentária como à preparação da superfície das restaurações indiretas. No entanto, esta crescente acessibilidade deve ser acompanhada de um conhecimento exacto e correcto de cada abordagem e de como cada uma pode condicionar o sucesso

da restauração.

Os resultados obtidos nesta investigação foram alcançados através de um estudo *in vitro*, sob condições laboratoriais controladas e algumas limitações, sendo de salientar que podem não corresponder na sua plenitude às conclusões que poderiam ser obtidas em ambiente clínico.

Perspectivas futuras

Tendo em conta os resultados obtidos nesta investigação, em que a aplicação de selamento imediato da dentina e o jateamento com partículas de óxido de alumínio silicizadas apresentaram os melhores valores de resistência adesiva, estudos futuros deveriam:

- Avaliar os valores de resistência adesiva do jateamento com partículas de óxido de alumínio silicizadas na camada de adesivo, variando o tipo e marca de silano utilizado;
- Avaliar os valores de resistência adesiva do jateamento com partículas de óxido de alumínio silicizadas na camada de adesivo, variando o tipo e marca de sistema adesivo utilizado;
- Avaliar os valores de resistência adesiva do jateamento com partículas de óxido de alumínio silicizadas na camada de adesivo, associando ou não o uso de condicionamento ácido.

IX. Conclusões

Tendo em conta os resultados obtidos na presente investigação, é possível concluir que:

1. Diferentes tratamentos de superfície na dentina apresentam diferentes valores de resistência adesiva;
2. O jateamento da dentina exposta, com diferentes tipos de partículas de óxido de alumínio, não apresenta diferenças estatisticamente significativas nos valores da resistência adesiva, contudo o jateamento com partículas silicatizadas de 30 μ m (CoJetTM Sand) apresentou melhores resultados;
3. Nos grupos onde a dentina foi selada, o grupo jateado com partículas silicatizadas de 30 μ m (CoJetTM Sand) obteve significativamente melhores valores nos testes de resistência adesiva;
4. Os grupos cujo a dentina não foi submetida à técnica IDS, apresentam piores resultados de força adesiva comparando com os grupos em que a técnica IDS foi aplicada;
5. Após armazenamento em água destilada durante 3 meses, todos os grupos apresentaram uma diminuição das forças adesivas, mas apenas o grupo onde a dentina não foi selada nem sujeita a jateamento com diferentes tipos de partículas de óxido de alumínio (G1), sofreu uma redução significativa dos valores médios de resistência adesiva.

Mediante os resultados obtidos neste estudo, aceitam-se as hipóteses nulas H1, H2 e rejeitam-se as hipóteses nulas H3 e H4. Desta forma, aceitam-se apenas as hipóteses H3 e H4 alternativas.

VIII. Bibliografia

Aguilar-Mendoza, J. A., Rosales-Leal, J. I., Rodríguez-Valverde, M. A., González-López, S., & Cabrerizo-Vílchez, M. A. (2008). Wettability and bonding of self-etching dental adhesives: Influence of the smear layer. *Dental Materials*, 24(7), 994-1000.

Amaral, F. L. B., Colucci, V., Palma-Dibb, R. G., & Corona, S. a M. (2007). Assessment of in vitro methods used to promote adhesive interface degradation: a critical review. *J Esthet Restor*. 2007; 19(6): 340–53; discussion 354. doi:10.1111/j.1708-8240.2007.00134.

Amaral, R., Özcan, M., Bottino, M.A., Valandro, L. F. (2006). Microtensile bond strength of a resin cement to glass infiltrated zirconia-reinforced ceramic: the effect of surface conditioning, *Dental Materials*, 22, 283-290.

Anja, B., Walter, D., Nicoletta, C., Marco, F., Pezelj Ribarić, S., & Ivana, M. (2015). Influence of Air Abrasion and Sonic Technique on Microtensile Bond Strength of One-Step Self-Etch Adhesive on Human Dentin. *The Scientific World Journal*, 2015.

Armstrong, S., Geraldeli, S., Maia, R., Raposo, L. H. A., Soares, C. J., & Yamagawa, J. (2010). Adhesion to tooth structure: a critical review of “micro” bond strength test methods. *Dental Materials*, 26(2), e50-e62.

Batalha-Silva, S., de Andrada, M. A. C., Maia, H. P., & Magne, P. (2013). Fatigue resistance and crack propensity of large MOD composite resin restorations: direct versus CAD/CAM inlays. *Dental Materials*, 29(3), 324-331.

Bello, D. M. D. A., Fonseca, D. D. D., Silva, C. H. V. D., & Beatrice, L. C. D. S. (2011). Aspectos importantes na escolha dos adesivos autocondicionantes. *Odontologia Clínico-Científica (Online)*, 10(1), 9-11.

Berkovitz, B.K.B., G.R. Holland, e B.J. Moxham (2009). Oral anatomy, embryology, and histology. 4th Ed., Edinburgh ; London: Mosby.

Borba, M., Della Bona, A. e Cecchetti, D. (2009). Flexural strength and hardness of direct and indirect composites. *Braz Oral Res*, 23(1), 5-10.

Boushell, Lee W. & Strurdevant John R. (2013). Clinical Significance of Dental Anatomy, Histology, Physiology, and Oclusion. *In* H. O. Heymann, E. Swift, Jr. e A.

Ritter, *Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry*, 6th Ed., (pp. 6-10). Riverport Lane, St.Louis, Missouri, EUA: Elvísier Mosby.

Breschi, L., Ferracane, J., Cadenaro, M., Mazzoni, Hilton, T. (2013). Adhesion to Enamel and Dentin. In T. J. Hilton, J. L. Ferracane, J. C. Broome, *Summit's Fundamentals of Operative Dentistry: A contemporary Approach*, 4th Ed., (207-234). China: Quintessence Editor.

Busato, P. D. M. R., Loguercio, A. D., Júnior, A. G., Lopes, M. B., & Moura, S. K. (2010). Selamento Marginal da União Adesivo/Dentina em Função da Técnica de Evaporação de Solventes. *UNOPAR Científica Ciências Biológicas e da Saúde= Journal of Health Sciences*, 12(1).

Cantoro, A., Goracci, C., Papacchini, F., Mazzitelli, C., Fadda, G. M., & Ferrari, M. (2008). Effect of pre-cure temperature on the bonding potential of self-etch and self-adhesive resin cements. *dental materials*, 24(5), 577-583.

Carvalho, R.M., Tjäderhane, L., Manso, A.P., Carrilho, M.R. e Carvalho, C.A.R. (2012). Dentin as a bonding substrate. *Endodontic Topics*, 21, 62-88.

Castillo, K. A., da Costa, S. R. M., de Barros, R. M. G., Guerisoli, D. M. Z., & de Figueiredo, J. L. G. (2013). Resistência a Tração de um Sistema Adesivo em Dentina Seca e em Dentina. *ARCHIVES OF HEALTH INVESTIGATION*,2(4).

Cavalheiro, A. & Ramos, J. C. (2009). Adesão e Sistemas Adesivos. In J. C. Ramos, *Estética em Medicina Dentária (1a Edição)* (14-26). Amadora: Abbott Laboratórios, Lda.

Cavalcanti, A. L. (2009). Restaurações indiretas: uma Alternativa na clínica odontopediátrica. *Publicatio UEPG: Ciências Biológicas e da Saúde*, 10(3).

Coelho, A., Canta, J. P., Martins, J. N., Oliveira, S. A., & Marques, P. (2012). Perspetiva histórica e conceitos atuais dos sistemas adesivos amelodentinários–revisão da literatura. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial*, 53(1), 39-46.

Chaves, P., Giannini, M., & Ambrosano, G. M. B. (2002). Influence of smear layer pretreatments on bond strength to dentin. *Journal of Adhesive Dentistry*, 4(3).

- Chinelatti, M. A., Amaral, T. H. A., Borsatto, M. C., Palma-Dibb, R. G. & Corona, S. A. M. (2007). Adhesive interfaces of enamel and dentin prepared by air- abrasion at different distances, *Applied Surface Science*, 253, 4866-4871.
- D'Arcangelo, C. & Vanini, L. (2007). Effect of three surface treatments on the adhesive properties of indirect composite restorations. *Journal of Adhesive Dentistry*, 9(3), 319-326.
- D'Arcangelo, C., Zarow, M., De Angelis, F., Vadini, M., Paolantonio, M., Giannoni, M., & D'Amario, M. (2014). Five-year retrospective clinical study of indirect composite restorations luted with a light-cured composite in posterior teeth. *Clinical oral investigations*, 18(2), 615-624.
- Della Bona, A., Borba, M., Benetti, P. e Cecchetti, D. (2007). Effect of surface treatments on the bond strength of zirconia-reinforced ceramic to composite resin. *Dental Materials*, 21(1), 10-1.
- De Munck, J. D., Van Landuyt, K., Peumans, M., Poitevin, A., Lambrechts, P., Braem, M., & Van Meerbeek, B. (2005). A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *Journal of dental research*, 84(2), 118-132.
- Dillenburg, A. L., Soares, C. G., Paranhos, M. P. G., Spohr, A. M., Loguercio, A. D., & Burnett Jr, L. H. (2009). Microtensile bond strength of prehybridized dentin: storage time and surface treatment effects. *Journal of Adhesive Dentistry*, 11(3).
- Donassollo, T. A., Lima, F. G., Rodrigues-Junior, S. A., Coelho-de-Souza, F. H., & Demarco, F. F. (2010). Adesão aos substratos dentários e seus principais aspectos: uma revisão da literatura. *Stomatos*, 16(31), 55-68.
- Duarte, S., de Freitas, C. R. B., Saad, J. R. C., & Sadan, A. (2009). The effect of immediate dentin sealing on the marginal adaptation and bond strengths of total-etch and self-etch adhesives. *The Journal of prosthetic dentistry*, 102(1), 1-9.
- Eliades, G. (1994). Clinical relevance of the formulation and testing of dentine bonding systems. *Journal of dentistry*, 22(2), 73-81.
- Falkensammer, F., Arnetzl, G. V., Wildburger, A., Krall, C., & Freudenthaler, J. (2014).

Influence of different conditioning methods on immediate and delayed dentin sealing. *The Journal of prosthetic dentistry*, 112(2), 204-210.

Fonseca, R. B., Martins, L. R. M., Quagliatto, P. S., & Soares, C. J. (2005). Influence of provisional cements on ultimate bond strength of indirect composite restorations to dentin. *Journal of Adhesive Dentistry*, 7(3).

França, F. M. G., Santos, A. J. S., & Lovadino, J. R. (2007). Influence of air abrasion and long-term storage on the bond strength of self-etching adhesives to dentin. *Operative dentistry*, 32(3), 217-224.

Frankenberger, R., Lohbauer, U., Roggendorf, M. J., Nauman, M., & Taschner, M. (2008). Selective enamel etching reconsidered: better than etch-and-rinse and self-etch? *Journal of Adhesive Dentistry*, 10, pp. 339–344.

Fruits, T. J., Khajotia S. S., Nicholson, J. W. (2013). Biologic Considerations. In T. J. Hilton, J. L. Ferracane, J. C. Broome, *Summit's Fundamentals of Operative Dentistry: A contemporary Approach*, 4th Ed., (pp. 9-20). China: Quintessence Editor.

Fuentes, M. (2004). Propiedades mecánicas de la dentina humana. *Avances en Odontoestomatología*, 20(2), 79-83.

Fuentes, M. V., Escribano, N., Baracco, B., Romero, M., & Ceballos, L. (2016). Effect of indirect composite treatment microtensile bond strength of self-adhesive resin cements. *Journal of clinical and experimental dentistry*, 8(1), e14.

Gallusi, G., Galeano, P., Libonati, A., & Giuca, M. (2009). Evaluation of bond strength of different adhesive systems: Shear and Microtensile Bond Strength Test. *Oral & implantology*, 2.

Garcia, F., D'Alpino, P., Carvalho, R. (2002). Testes mecânicos para a avaliação laboratorial da união resina/dentina. *Rev Fac Odontol Bauru* 10.3 (2002): 118-27.

Garcia, L. D. F. R., Consani, S., Churata, R. L. M., & Pires-de-Souza, F. C. P. (2006). Resinas indiretas-evolução histórica. *Clin Pesq Odontol*, 2(5-6), 407-11.

Gresnigt, M. M., Cune, M. S., de Roos, J. G., & Özcan, M. (2016). Effect of immediate and delayed dentin sealing on the fracture strength, failure type and Weibull characteristics of lithiumdisilicate laminate veneers. *Dental Materials*, 32(4), e73-e81.

- Heikkinen, T. T., Lassila, L. V., Matinlinna, J. P., & Vallittu, P. K. (2007). Effect of operating air pressure on tribochemical silica-coating. *Acta Odontologica Scandinavica*, 65(4), 241-248.
- Higashi, C., Arita, C., Gomes, J. C., & Hirata, R. (2007). Estágio atual das resinas indiretas. *Pro-odonto/Estetica-Programa de Atualização em Odontologia Estética. ciclo*, 1-48.
- Hooshmand, T., van Noort, R. e Keshvad, A. (2002). Bond durability of the resinbonded and silane treated ceramic surface. *Dental Materials*, 18, 179-188.
- Ilday, N., Güngör, H., & Duymuş, Z. Y. (2011). Dentine treatment effects on bonding strength of adhesive resin cements. *Materials Research Innovations*, 15(3), 202-207.
- Jain, V., A. Platt, J., Moore, K., M. Spohr, A., & A. Borges, G. (2013). Color stability, gloss, and surface roughness of indirect composite resins. *Journal of oral science*, 55(1), 9-15..
- Lee, J. I., & Park, S. H. (2009). The effect of three variables on shear bond strength when luting a resin inlay to dentin. *Operative dentistry*, 34(3), 288-292.
- Leesungbok, R., Lee, S. M., Park, S. J., Lee, S. W., Lee, D. Y., Im, B. J., & Ahn, S. J. (2015). The effect of IDS (immediate dentin sealing) on dentin bond strength under various thermocycling periods. *The journal of advanced prosthodontics*, 7(3), 224-232.
- Lopes, H. P., & Siqueira Jr, J. F. (2015). Endodontia: biologia e técnica. In J. F. Siqueira Jr, I. N. Rôças e H. P. Lopes (Eds.), *Microbiologia Endodôntica* (pp 63-89). 4ª edição. Brasil: Elsevier.
- Love, R.M. (2004). Invasion of dentinal tubules by root canal bactéria. *Endodontic Topics*, 9, 52-65.
- Lung, C. Y. K., & Matinlinna, J. P. (2012). Aspects of silane coupling agents and surface conditioning in dentistry: an overview. *Dental materials*, 28(5), 467-477.
- Magne, P. (2005). Immediate dentin sealing: a fundamental procedure for indirect bonded restorations. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 17(3), 144-154.
- Magne, P., Boff, L. L., Oderich, E. & Cardoso, A. C. (2012). Computer-

AidedDesign/Computer-Assisted-Manufactured Adhesive Restoration of Molars with a Compromised Cusp: Effect of Fiber-Reinforced Immediate Dentin Sealing and Cusp Overlap on Fatigue Strength. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 24(2), 135–146

Magne, P., Kim, T. H., Cascione, D., & Donovan, T. E. (2005). Immediate dentin sealing improves bond strength of indirect restorations. *The Journal of prosthetic dentistry*, 94(6), 511-519.

Magne, P. & Nielsen, B. (2009). Interactions between impression materials and immediate dentin sealing. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 102(5), 298-30.

Magne, P., So, W. S., & Cascione, D. (2007). Immediate dentin sealing supports delayed restoration placement. *The Journal of prosthetic dentistry*, 98(3), 166-174.

Mantovani, C. P. T. (2011). “Análise das propriedades físicas e químicas da dentina de dentes decíduos e permanentes-estudo in vitro” Dissertação de Doutorado em Ciências, Universidade de Universidade de São Paulo, Brasil.

Manuja, N., Nagpal, R., & Pandit, I. K. (2012). Dental adhesion: mechanism, techniques and durability. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 36(3), 223-234

Martins G.C., Franco A.P.G.O., Godoy E.P., Maluf D.R., Gomes J.C. & Gomes O.M.M. (2008). Adesivos dentinários. *RGO*, 56(4), 429-436.

Marshall, G.W., Marshall, S.J., Kinney, J.H. e Balooch, M. (1997). The dentin substrate: structure and properties related to bonding. *Journal of Dentistry*, 25(6), 441-458.

Marshall, S. J., Bayne, S. C., Baier, R., Tomsia, A. P., & Marshall, G. W. (2010). A review of adhesion science. *Dental Materials*, 26(2), e11-e16.

Matinlinna, J. P., Heikkinen, T., Özcan, M., Lassila, L. V., & Vallittu, P. K. (2006). Evaluation of resin adhesion to zirconia ceramic using some organosilanes. *Dental Materials*, 22(9), 824-831.

Mendonça, J. S., Neto, R. G., Santiago, S. L., Lauris, J. R., Navarro, M. F., & de Carvalho, R. M. (2010). Direct resin composite restorations versus indirect composite inlays: one-year results. *J Contemp Dent Pract*, 11(3), 25-32.

- Mjör I. A. (2009). Dentin permeability: the basis for understanding pulp reactions and adhesive technology. *Brazilian dental journal*, 20(1), 3-16.
- Moezizadeh, M., Ansari, Z. J., & Fard, F. M. (2012). Effect of surface treatment on micro shear bond strength of two indirect composites. *Journal of Conservative Dentistry*, 15(3), 228.
- Motisuki, C., Monti Lima, L., Emi Sanabe, M., Jacques, P., & Santos-Pinto, L. (2006). Evaluation of the microtensile bond strength of composite resin restoration in dentin prepared with different sizes of aluminum oxide particles, using the air abrasion system. *Minerva stomatologica*, 55(11/12), 611.
- Muñoz, M. A., Luque, I., Viviane, H., Hass, V., Reis, A., Loguercio, A. D., et al. (2013). Immediate bonding properties of universal adhesives to dentine. *Journal of Dentistry*, 41, pp. 404-411.
- Oliveira, L., Mota, E. G., Borges, G. A., Burnett Jr, L. H., & Spohr, A. M. (2014). Influence of immediate dentin sealing techniques on cuspal deflection and fracture resistance of teeth restored with composite resin inlays. *Operative dentistry*, 39(1), 72-80.
- Oliveira, S. S., Pugach, M. K., Hilton, J. F., Watanabe, L. G., Marshall, S. J., & Marshall, G. W. (2003). The influence of the dentin smear layer on adhesion: a self-etching primer vs. a total-etch system. *Dental Materials*, 19(8), 758
- Özcan, M., Valandro, L. F., Amaral, R., Leite, F. e Bottino, M. A. (2009). Bond strength durability of a resin composite on a reinforced ceramic using various repair systems, *Dental Materials*, 25, 1477-1483.
- Özcan, M., & Vallittu, P. K. (2003). Effect of surface conditioning methods on the bond strength of luting cement to ceramics. *Dental Materials*, 19(8), 725-731.
- Peixoto, F., Batitucci, E., Daroz, C. B. S., & Sampaio, F. (2013). Silane heat treatment to improve cementation of ceramic dental restorations. *Cerâmica*, 59(351), 460-465.
- Perdigão, J. (2007). New developments in dental adhesion. *Dental Clinics of North America*, 51(2), 333-357.

- Perdigão, J. (2010). Dentin bonding – variables related to the clinical situation and the substrate treatment. *Dental Materials*, 26(2), e24-e37.
- Perdigão, J., Carmo, A. R., & Geraldeli, S. (2005). Eighteen-month clinical evaluation of two dentin adhesives applied on dry vs moist dentin. *Journal of Adhesive Dentistry*, 7(3).
- Perdigão, J., Gomes, G., & Lopes, M. M. (2006). Influence of conditioning time on enamel adhesion. *Quintessence international*, 37(1).
- Perdigão, J., May, K. N., Wilder, A. D., & Lopes, M. (2000). The effect of depth of dentin demineralization on bond strengths and morphology of the hybrid layer. *Operative Dentistry*, 25(3), 186-194.
- Perdigão, J., Reis, A., & Loguercio, A. D. (2013). Dentin adhesion and MMPs: a comprehensive review. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 25(4), 219-241.
- Peumans, M., Van Meerbeek, B., Lambrechts, P. e Vanherle, G. (2000). Porcelain veneers: a review of the literature, *Journal of Dentistry*, 28, 163-177.
- Puppini-Rontani RM, de Góes MF, Voelske CE, García-Godoy F. (2006). Clinical performance and SEM evaluation of direct composite restorations in primary molars. *Am J Dent*, 19(5):255-61.
- Qanungo, A., Aras, M. A., Chitre, V., Mysore, A., Amin, B., & Daswani, S. R. (2016). Immediate dentin sealing for indirect bonded restorations. *Journal of Prosthodontic Research*.
- Reis, A. F., Pereira, P. N. R., & Giannini, M. (2007). SISTEMAS ADESIVOS- ATUALIDADES E PERSPECTIVAS. MACEDO, MCS; BALDACCI FILHO, R. Organizadores. *Procedimentos Odontológicos*. São Paulo, 85-116.
- Rocca, G.T. & Krejci, I. (2007). Bonded indirect restorations for posterior teeth: from cavity preparation to provisionalization. *Quintessence International*, 38(5), 371-379.
- Rodrigues, S., Oliveira, N., Chasqueira, F., Portugal, J., & Arantes-Oliveira, S. (2015). Permeabilidade dentinária e morfologia da interface adesiva de diferentes sistemas adesivos. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial*, 56(1), 42-50.

- Ryou, H., Amin, N., Ross, A., Eidelman, N., Wang, D. H., Romberg, E., & Arola, D. (2011). Contributions of microstructure and chemical composition to the mechanical properties of dentin. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 22(5), 1127-1135.
- Santos, M. J. M. C., Bapoo, H., Rizkalla, A. S., & Santos Jr, G. C. (2011). Effect of dentin-cleaning techniques on the shear bond strength of self-adhesive resin luting cement to dentin. *Operative dentistry*, 36(5), 512-520.
- Sezinando, A. (2014). Looking for the ideal adhesive—a review. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial*, 55(4), 194-206.
- Simon, S., Lumley, P.J., Cooper, P.R., Berdal, A., Machtou, P. e Smith, A.J. (2010). Trauma and dentinogenesis: a case report. *J. Endod.*, 36, 342-344
- Silva e Souza Júnior, M. H., Carneiro K. G. K., Lobato, M.F., Silva e Souza P.A.R. & Góes, M.F. (2010). Adhesive systems: important aspects related to their composition and clinical use." *J Appl Oral Sci* 18(3): 207-214.
- Skupien, J. A., Lago, M., & de Souza, N. C. (2011). Restaurações indiretas em resina composta-desmistificação da técnica. *IJD. International Journal of Dentistry*, 10(4), 282-286.
- Soares, C. J., Giannini, M., Oliveira, M. T. D., Paulillo, L. A. M. S., & Martins, L. R. M. (2004). Effect of surface treatments of laboratory-fabricated composites on the microtensile bond strength to a luting resin cement. *Journal of Applied Oral Science*, 12(1), 45-50.
- Soares, C. J., Pereira, J. C., Souza, S. J. B., Menezes, M. S., & Armstrong, S. R. (2012). The effect of prophylaxis method on microtensile bond strength of indirect restorations to dentin. *Operative dentistry*, 37(6), 602-609.
- Sousa, J. H. P. D., & Moro, A. F. V. (2014). Solventes do Primer: revisão de literatura. *Revista Brasileira de Odontologia*, 71(1), 80-84.
- de Souza Costa, C. A., Hebling, J., & Hanks, C. T. (2000). Current status of pulp capping with dentin adhesive systems: a review. *Dental Materials*, 16(3), 188-197.

Stavridakis, M. M., Krejci, I., & Magne, P. (2005). Immediate dentin sealing of onlay preparations: thickness of pre-cured dentin bonding agent and effect of surface cleaning. *OPERATIVE DENTISTRY-UNIVERSITY OF WASHINGTON-*, 30(6), 747.

Swift, E.J. (2002). Dentin/enamel adhesives: review of literature. *Pediatric Dentistry*, 24(5), 456-461.

Swift, E. Jr., Sturdevant, J. e Boushell, L. (2013). Indirect Tooth-Colored Restorations. In H. O. Heymann, E. Swift, Jr. e A. Ritter, *Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry*, 6th Ed., (pp. 280-295). Riverport Lane, St. Louis, Missouri, EUA: Elsevier Mosby

Tjäderhane, L. (2015). Dentin bonding: can we make it last?. *Operative dentistry*, 40(1), 4-18.

Toledano, M., Osorio, R., Osorio, E., Aguilera, F. S., Yamauti, M., Pashley, D. H., & Tay, F. R. Durability of resin–dentin bonds- Effects of direct-indirect exposure and storage media. *Dent Mater*, 2007; 23, pp: 885–892.

Van Dijken, J. W. and U. Pallesen (2011). "Four-year clinical evaluation of Class II nano-hybrid resin composite restorations bonded with a one-step self-etch and a twostep etch-and-rinse adhesive." *J Dent* 39(1): 16-25.

Van Meerbeek, B., Yoshihara, K., Yoshida, Y., Mine, A. J. D. M. K. L. V. L., De Munck, J., & Van Landuyt, K. L. (2011). State of the art of self-etch adhesives. *Dental materials*, 27(1), 17-28.

Van Meerbeek, B., Vargas, M., Inoue, S., Yoshida, Y., Peumans, M., Lambrechts, P., & Vanherle, G. (2001). Adhesives and cements to promote preservation dentistry. *Operative Dentistry*, 26, 119-144.

Vasconcellos, W. A., Susin, A. H., Vaz, L. G., & de Oliveira Junior, O. B. (2007). Tensile bond strength: Evaluation of four current adhesive systems in abraded enamel and deep dentin. *The Journal Of Indian prosthodontic society*,7(2), 77.

X. Anexos

Comissão de Ética



Ex.ma Senhora
Fátima Joana de Campos Sebastião

Monte de Caparica, 21 de janeiro de 2016.

Ex.ma Senhora,

Venho comunicar-lhe que o Pedido de Parecer que submeteu à apreciação da Comissão de Ética da Egas Moniz, com o tema denominado "Influência de diferentes pré-tratamentos na dentina – Resistência à microtracção e caracterização morfológica", foi aprovado por unanimidade.

Com os melhores cumprimentos,

A Presidente da Comissão de Ética da Egas Moniz

Profª. Doutora Maria  Fernanda de Mesquita

EGAS MONIZ – COOPERATIVA DE ENSINO SUPERIOR, CRL
Campus Universitário – Quinta da Granja – Monte de Caparica
2829-511 Caparica