



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA ADESIVA DE RESINAS
COMPOSTAS NA CIMENTAÇÃO DE RESTAURAÇÕES
INDIRETAS CAD/CAM**

Trabalho submetido por
Ana Margarida Silva Teixeira
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

outubro de 2018



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA ADESIVA DE RESINAS
COMPOSTAS NA CIMENTAÇÃO DE RESTAURAÇÕES
INDIRETAS CAD/CAM**

Trabalho submetido por
Ana Margarida Silva Teixeira
para a obtenção do grau de **Mestre** em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Prof.^a Doutora Alexandra Franco Montalegre Pinto Rodrigues

e coorientado por
Mestre Tomás Figueiredo Costa de Amorim Afonso

outubro de 2018

Dedicatória

*“(...) e levo-te dentro do meu ser,
(...) teu espírito em mim irá, me guiará,
um Pai que sempre estará aonde eu vá!”*

a ti, pai

Agradecimentos

À Prof. Doutora Alexandra Pinto, pelo grande interesse inicial demonstrado em orientar este meu trabalho, por toda a disponibilidade, apoio, rigor e exigência essenciais ao longo destes meses de trabalho.

Ao Mestre Tomás Amorim, por me ter mostrado o quanto podia ser feliz ao exercer esta profissão. Por toda a partilha de ensinamentos, pela disponibilidade, por sempre exigir de mim o melhor e, acima de tudo pela preocupação e amizade.

À Prof. Doutora Ana Azul, pela cedência da maioria dos materiais e por toda a motivação e encorajamento para trabalhar sempre mais, melhor e com brio.

Ao Prof. Doutor Luís Proença, por toda a disponibilidade, serenidade e simplicidade demonstradas no tratamento de todos os dados estatísticos.

Ao Prof. Doutor Mário Polido, pela disponibilização do laboratório de biomateriais.

Ao meu pai, o grande pilar da minha vida. Por desde sempre me incentivar na formação pessoal e profissional, por me ter proporcionado a oportunidade de tirar este curso e por me mostrar que, por mais difícil que fosse o desafio que encontrasse no efêmero percurso que é a vida, eu teria sempre capacidade para o superar.

À minha mãe e irmã, os meus tesouros, pelo apoio incondicional, pela confiança e encorajamento ao longo deste trabalho. Pelo amor e amizade que vivemos entre as três, pela alegria com que encaram cada situação da vida e por serem exemplos cruciais na minha formação pessoal e profissional.

À minha família, por ser a melhor, a mais unida e pela alegria demonstrada ao verem-me concluir com sucesso cada etapa da vida.

À Carlota Barros, minha colega de box e, muito além disso, grande amiga. Por todo o apoio incondicional ao longo destes 5 anos, pelo papel maternal que sempre desempenhou comigo, por ter a solução para tudo, e por ser para mim dos melhores exemplos a nível pessoal.

À Maria Brum, grande amiga e colega de laboratório. Por todas as horas difíceis que me ajudou a ultrapassar, pelo grande apoio, carinho, alegria e amizade. Por ser quem é.

À Teresa, ao António e ao João, pela partilha de conhecimentos, por todo o interesse, disponibilidade e ajuda a toda a hora. Sem estes amigos teria sido muito mais difícil.

Às restantes VEGAS, por serem as amigas de faculdade que levo para a vida.

À *Dream Team* de Dentisteria das quintas-feiras à tarde, por todo profissionalismo, alegria e entusiasmo com que transmitem os seus conhecimentos.

Resumo

Objetivos: Avaliar a resistência adesiva de diferentes materiais na cimentação de restaurações indiretas, confeccionadas em materiais distintos e classificar a falha em relação ao tipo de fratura.

Materiais e métodos: Trinta molares hígidos foram submetidos ao selamento imediato da dentina (IDS), após exposição da dentina média e simulação da *smear layer* numa polidora com uma lixa de SiC (600 grit). Após 24 horas, os dentes foram divididos aleatoriamente por 6 grupos consoante o tipo de material restaurador: resina composta Filtek™ Z100 3M ESPE e LAVA™ Ultimate 3M ESPE; e em função do material de cimentação: Filtek™ Z100 3M ESPE, Filtek™ Bulk Fill 3M ESPE e RelyX™ Veneer 3M ESPE. As restaurações em resina composta Filtek™ Z100 3M ESPE foram aderidas às coroas dos molares com Filtek™ Z100 3M ESPE (aquecida), Filtek™ Bulk Fill 3M ESPE (aquecida) e com RelyX™ Veneer 3M ESPE, tal como as restaurações em LAVA™ Ultimate 3M ESPE. As amostras foram armazenadas 24 horas em água destilada, a 37°C, e posteriormente seccionadas em palitos com uma lâmina diamantada a baixa rotação. Os espécimes foram tracionados à velocidade de 1 mm/min, até ocorrer fratura, registando-se um valor de resistência adesiva em MPa. As fraturas resultantes foram classificadas como adesivas, coesivas ou mistas. Na análise estatística foram aplicados os testes ANOVA two-way e Qui-Quadrado ($p \leq 0,05$).

Resultados: As diferenças entre os materiais utilizados na cimentação das diferentes restaurações indiretas não são estatisticamente significativas. Dos materiais de cimentação, o RelyX™ Veneer obteve os valores de resistência adesiva mais elevados, em ambas as restaurações indiretas. Todos os grupos obtiveram uma maioria de falhas do tipo adesivas.

Conclusão: A resistência adesiva da cimentação das restaurações indiretas estudadas não é influenciada pelos materiais utilizados.

Palavras chave: Bulk Fill, CAD/CAM, Resistência Adesiva, Restaurações indiretas;

Abstract

Objective: To evaluate the bond strength of different materials on the cementation of indirect restorations, made of distinctive materials and to classify the failure in relation to the type of fracture.

Materials and Method: Thirty caries-free molars were submitted to immediate dentin sealing (IDS), after exposure of the medium dentin and smear layer simulation with a sandpaper disc SiC (600 grit). After 24 hours, they were randomly divided into 6 groups according to the restoration material: composite resin (Filtek™ Z100 3M ESPE) and LAVA™ Ultimate 3M ESPE; and in function of the adhesive material: Filtek™ Z100 3M ESPE, Filtek™ Bulk Fill 3M ESPE and RelyX™ Veneer 3M ESPE. Both types of restorations were adhered either with Filtek™ Z100 3M ESPE, Filtek™ Bulk Fill 3M ESPE or RelyX™ Veneer 3M ESPE. The samples were stored in distilled water, for 24 hours, at 37 °C, and were then sectioned to obtain beams with a diamond blade at low rotation. The specimens were pulled at a speed of 1 mm/min, until fracture occurred. Bond strength values were registered in MPa. The resulting fractures were classified as adhesive, cohesive or mixed. In the statistical analysis an ANOVA two-way and Chi-Square tests ($p \leq 0,05$) were applied.

Results: The differences between the materials used in the adhesion of both of the indirect restorations are not statistically significant. The higher levels of bond strength were obtained with the resin cement RelyX™ Veneer. All groups obtained a majority of adhesive failures.

Conclusion: The bond strength of the indirect restorations studied is not influenced by the materials used.

Key Words: Bulk Fill; CAD/CAM, bond strength; indirect renovations;

Índice

I. Introdução	11
1. Esmalte e Dentina.....	11
2. Adesão.....	13
2.1. Adesão ao Esmalte e à Dentina.....	14
2.2. Camada Híbrida	17
2.3. Sistemas Adesivos.....	18
2.3.1. Sistemas Adesivos <i>Etch-and-Rinse</i>	19
2.3.2. Sistemas Adesivos <i>Self-Etch</i>	21
2.3.3. Sistemas Adesivos Universais ou Multimodo.....	22
2.4. Selamento Imediato da Dentina (IDS).....	23
3. Resinas Compostas Bulk Fill	26
4. Restaurações Indiretas.....	29
4.1. Indicações e Contraindicações	29
4.2. Vantagens.....	29
4.3. Desvantagens.....	30
4.4. Materiais.....	30
5. CAD/CAM.....	32
5.1. História.....	32
5.2. Vantagens.....	33
5.3. Desvantagens.....	34
5.4. Materiais.....	34
5.4.1. Lava™ Ultimate	35
6. Avaliação da Resistência Adesiva	36
6.1. Testes de Microtração	36
6.2. Norma ISO/TS 11405:2015	37
II. Objetivos do estudo	39
III. Hipótese do Estudo	41
IV. Materiais e Métodos	43
1. Obtenção da amostra	43
2. Materiais.....	44
3. Preparação da amostra	46

4. Testes de Microtração	56
6. Análise Estatística.....	59
V. Resultados.....	61
VI. Discussão.....	65
VII. Conclusão	75
VIII. Bibliografia.....	77
IX. Anexos	

Índice de Figuras

Figura 1 – (A) Projeções de smear layer e smear plugs para o interior dos túbulos dentinários (Perdigão 2007); (B) Dentina após condicionamento ácido (Alex, 2015). .	16
Figura 2 - (A) Camada híbrida formada por sistemas adesivos <i>Etch-and-Rinse</i> (B) Camada híbrida formada por sistemas adesivos <i>Self-Etch</i> (Breschi et al., 2008).	17
Figura 3 - Diferentes estratégias adesivas (Sezinando, 2014).....	19
Figura 4 - Ligação do adesivo à dentina segundo a técnica <i>Etch-and-Rinse</i> . (Ritter, Andre V., Lee W. Boushell, 2018).....	20
Figura 5 – Ligação do adesivo à dentina segundo a técnica <i>Self-Etch</i> (Ritter, Andre V., Lee W. Boushell, 2018).....	22
Figura 6 - <i>Immediate Dentin Sealing</i> (Magne, 2005).	25
Figura 7 - Imagem representativa da amostra	43
Figura 8 - Exemplo da amostra e corte dos dentes	46
Figura 9 – Micrótopo de tecidos duros (Accutom-50, Struers A/S, Ballerup, Dinamarca)	46
Figura 10 - Exposição da dentina média	47
Figura 11 - Simulação do <i>smear layer</i> na máquina polidora (LaboPol-4, Struers, A/S, Ballerup, Denmark)	47
Figura 12 - Máquina Polidora (LaboPol-4, Struers, A/S, Ballerup, Denmark).....	48
Figura 13 – Estufa (Memmert INE 400, Memmert, Germany).....	49
Figura 14 - (A) Restauração indireta em Lava™ Ultimate (B) Restauração indireta em resina composta	50
Figura 15 – Protocolo de preparação dos dentes antes da cimentação.	51
Figura 16 – Cimentação com RelyX™ Veneer (3M ESPE, St. Paul, MN, USA)	54
Figura 17 - Fotopolimerizador.....	54
Figura 18 – (1) Jig de aço inoxidável com o palito na máquina de testes universal (2) Palito após ocorrer a fratura.....	56
Figura 19 - Máquina de testes universal (Shimadzu Autograph AG-IS, Tokyo, Japan)	56
Figura 20 - Esquema ilustrativo do tipo de falhas	57

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Materiais utilizados no estudo e respectivas composições	44
Tabela 2 - Protocolo do IDS com Optibond TM FL(Kerr Corporation, Orange, CA, USA)	48
Tabela 3 - Preparação dos dentes	50
Tabela 4 - Preparação dos blocos de resina composta Filtek TM Z100 (3M ESPE, St. Paul, MN, US)	51
Tabela 5 - Preparação dos blocos de Lava TM Ultimate (3M ESPE, St. Paul, MN, US) .	52
Tabela 6 - Cimentação com resina composta Filtek TM Z100 (3M ESPE, St. Paul, MN, USA).....	53
Tabela 7 - Cimentação com resina composta Filtek TM Bulk Fill (3M ESPE, St. Paul, MN, USA).....	53
Tabela 8 - Cimentação com cimento de resina RelyX TM Veneer (3M ESPE, St. Paul, MN, USA).....	53
Tabela 9 - Média e desvio padrão da resistência adesiva (MPa).....	61
Tabela 10 - Quantificação das falhas obtidas em cada grupo.....	63

Índice de Gráficos

Gráfico 1 - Médias (MPa) e desvios padrão da resistência adesiva para a restauração em RC.....	62
Gráfico 2 - Médias (MPa) e desvios padrão da resistência adesiva para a restauração em LAVA.....	62
Gráfico 3 - Percentagem do tipo de falhas obtidas em cada grupo	63

Lista de Siglas

Bis - GMA - bisfenol - A- glicidil dimetacrilato

CAD – *Computer-Aided Design* (Desenho Auxiliado por Computador)

CAM – *Computer-Aided Manufacturing* (Produção Auxiliada por Computador)

IDS – *Immediate Dentin Sealing* (Selamento Imediato da Dentina)

IUEM – Instituto Universitário Egas Moniz

mm² – milímetro quadrado

N - Newton

nm – nanómetros

TEGDMA – trietilenoglicol dimetacrilato

TBS – Testes de Tração

UDMA – uretano dimetacrilato

µm – micrómetros

µTBS – *Microtensile bond strength*

I. Introdução

1. Esmalte e Dentina

O dente é constituído por esmalte, um tecido acelular duro e inerte, formado por células epiteliais, e sustentado pela dentina. A dentina, que também é parte constituinte do dente, corresponde a um tecido conjuntivo duro, menos mineralizado, mais resiliente e vital, que tem origem e suporte na polpa dentária (Nanci, 2013).

O esmalte é o tecido mais duro do organismo, composto por cerca de 96% de matéria inorgânica, correspondendo o restante a vestígios de matéria orgânica e água. Na sua grande maioria, a matéria inorgânica é composta por cristais de hidroxiapatite que se organizam de forma complexa e que lhe conferem um alto grau de mineralização. Este tipo de organização permite-lhe, assim, resistir às forças de mastigação exercidas durante o funcionamento do dente, a ácidos de alimentos e a fontes bacterianas (Nanci, 2013; Ritter, Andre V., Lee W. Boushell, 2018).

A amelogénese corresponde ao processo de formação do esmalte a partir dos ameloblastos. Estas células, responsáveis por secretar as proteínas da matriz e por proporcionar um ambiente favorável à deposição dos minerais, desaparecem à medida que o dente erupciona na cavidade oral. O esmalte, através deste processo, torna-se numa matriz não vital que, quando destruída por qualquer meio, não pode ser substituída ou regenerada (Nanci, 2013).

A elevada rigidez do esmalte, em contradição, torna-o quebradiço, o que torna necessária uma camada subjacente de um tecido resiliente, capaz de absorver as forças que sobre ele atuam. Essa resiliência é produzida pela dentina, que ajuda desta forma a manter a integridade do esmalte (Nanci, 2013).

A dentina constitui a maior parte do dente, suporta o esmalte e compensa a sua fragilidade. É composta, aproximadamente, por 70% de matéria inorgânica, 20% de matéria orgânica e 10% de água. Os cristais de hidroxiapatite dispostos em placas dizem respeito ao componente inorgânico, enquanto que a fase orgânica corresponde na sua maioria a colagénio. Esse colagénio é, essencialmente, do tipo I, com inclusões fracionais

de proteínas e lípidos que se dispõem entre as fibras do mesmo e à periferia dos túbulos dentinários (Bertassoni, Orgel, Antipova, & Swain, 2012; Nanci, 2013).

Os túbulos dentinários dão um aspeto bastante característico a este tecido. Em toda a sua espessura, a dentina é atravessada por túbulos intimamente compactados que contêm as extensões citoplasmáticas das células que a formaram e que posteriormente a mantiveram. Estas células denominam-se odontoblastos, possuem os seus corpos celulares alinhados à periferia da polpa e são responsáveis pela secreção da matriz orgânica e pela regulação da mineralização. Desta forma, os túbulos dentinários estabelecem a comunicação da dentina com a polpa dentária, formando-se o complexo pulpo-dentinário (Hilton, Thomas J., Jack L. Ferracane, 2013; Nanci, 2013).

Existem três tipos de dentina: primária, secundária e terciária. A dentina primária, tal como o nome indica, é a primeira a ser formada, corresponde à maior percentagem de dentina que constitui o dente e deixa de ser depositada quando o mesmo entra em função, estabelecendo contactos com o seu antagonista. A dentina secundária é contínua com a primária, possui uma estrutura tubular, mas menos regular, e desenvolve-se após a completa formação das raízes. A sua deposição é contínua, mas muito lenta. A dentina terciária é produzida em resposta a estímulos nocivos, como cárie, atrito ou instrumentação iatrogénica, e a sua quantidade e qualidade dependem da intensidade e duração do mesmo. Este tipo de dentina é exclusivamente produzido pelas células afetadas pelos estímulos nocivos e pode diferenciar-se ainda em reacionária ou reparadora, sendo a primeira depositada por odontoblastos pré-existentes e a última por odontoblastos recentemente diferenciados (Goldberg, 2011; Hilton, Thomas J., Jack L. Ferracane, 2013; Nanci, 2013; Ritter, Andre V., Lee W. Boushell, 2018).

2. Adesão

Quando duas substâncias são postas em contacto uma com a outra, as moléculas de uma substância aderem ou são atraídas às moléculas de outras substâncias (Hilton, Thomas J., Jack L. Ferracane, 2013).

A coesão e a adesão são dois fenómenos relevantes em Medicina Dentária nos quais ocorre ligação entre dois materiais. A adesão ocorre quando moléculas dissimilares são atraídas enquanto que a coesão diz respeito à atração entre moléculas semelhantes. Apesar de ambas serem importantes em Medicina Dentária, neste capítulo iremos abordar a adesão (Marshall, Bayne, Baier, Tomsia, & Marshall, 2010).

A adesão foi definida pela *American Society for Testing and Materials* como “(...) o estado no qual duas superfícies se encontram unidas por forças entre elas que podem coexistir em forças de valência, em forças de interligação ou ambas.” (Ritter, Andre V., Lee W. Boushell, 2018).

Na ocorrência deste fenómeno está implícito um adesivo, frequentemente um líquido viscoso, que une dois substratos denominados de aderentes. O adesivo solidifica transferindo carga de uma superfície para a outra. A estas superfícies de união chamamos interfaces adesivas, podendo existir mais do que uma numa só ligação (Marshall et al., 2010; Ritter, Andre V., Lee W. Boushell, 2018).

Existem quatro mecanismos diferentes de adesão: adesão mecânica, em que o adesivo se interliga com as irregularidades presentes na superfície do aderente; adesão por adsorção, na qual há uma ligação química entre o adesivo e o aderente, onde estão envolvidas forças primárias (iónicas e covalentes) ou secundárias (pontes de hidrogénio, interação dipolar ou forças *Van der Waals*); adesão de fusão, em que moléculas móveis se interligam através da adesão de dois polímeros por difusão das extremidades da cadeia polimérica, numa interface; e adesão eletrostática, sendo que uma camada elétrica dupla na interface de um metal com um polímero corresponde ao mecanismo de ligação total (Ritter, Andre V., Lee W. Boushell, 2018).

Em Medicina Dentária, a ligação de um material à base de resina à estrutura dentária resulta destes diferentes mecanismos ou da combinação entre eles. A adesão mecânica resulta da penetração da resina e conseqüente formação de *resin tags* dentro da superfície do dente; a adesão por absorção ocorre aquando da ligação química aos componentes orgânicos ou inorgânicos presentes no esmalte e na dentina; e a adesão por difusão corresponde à precipitação de substâncias na superfície do dente às quais os monómeros de resina se ligam de forma mecânica ou química (Ritter, Andre V., Lee W. Boushell, 2018).

Para uma boa adesão, o ângulo de contacto entre o adesivo e o substrato deve ser próximo de zero, a energia de superfície do adesivo deve ser menor que a do substrato e deve existir uma boa molhabilidade do substrato pelo adesivo. Para a criação de boas interfaces adesivas, é importante a obtenção de superfícies limpas, livres de impurezas, e rugosas (Marshall et al., 2010; Ritter, Andre V., Lee W. Boushell, 2018).

Os conceitos clássicos de preparação dentária surgiram a partir de 1900, no entanto, até aos dias de hoje, os mesmos sofreram grandes alterações, sendo que atualmente se defende uma abordagem mais conservadora à estrutura dentária. A evolução das técnicas de adesão e dos sistemas adesivos permitem preparações dentárias conservadoras, menor dependência da retenção macromecânica e menor remoção de esmalte não suportado (Ritter, Andre V., Lee W. Boushell, 2018).

2.1. Adesão ao Esmalte e à Dentina

O mecanismo fundamental da adesão ao esmalte e à dentina baseia-se essencialmente num processo de troca, no qual os minerais removidos dos tecidos duros do dente são substituídos pelos monómeros de resina que penetram nas microporosidades criadas e que, após a polimerização, se tornam micromecanicamente interligados (Cardoso et al., 2011).

Bounocore foi o primeiro a utilizar ácido ortofosfórico para condicionar o esmalte. Desta forma, introduziu a técnica de condicionamento ácido na Medicina Dentária que veio, por sua vez, revolucionar a prática restauradora (Ritter, Andre V., Lee W. Boushell, 2018).

O gel de ácido ortofosfórico pode ser encontrado em concentrações de 30% a 40%, sendo 37% a percentagem mais comumente utilizada. Quando aplicado ao esmalte durante 15 a 60 segundos transforma a superfície lisa deste numa superfície irregular. Com isto, a energia superficial do esmalte é alterada, e o substrato é seletivamente dissolvido. Cria-se, então, microporosidades na área interprismática e no núcleo do prisma, nas quais os monómeros resinosos hidrofóbicos vão penetrar por atração capilar. Após a polimerização forma-se uma ligação durável e de alta resistência, capaz de proteger a ligação à dentina, mais vulnerável à degradação (Cardoso et al., 2011; Erickson, Barkmeier, & Latta, 2009; Ritter, Andre V., Lee W. Boushell, 2018; Vermelho, Reis, Ambrosano, & Giannini, 2016).

Contrariamente ao esmalte, a adesão à dentina é um processo que impõe maiores exigências. A natureza heterogênea da dentina torna-se no principal obstáculo desta ligação, e por isso a adesão depende maioritariamente de ligações micromecânicas. Além disto, o tecido pulpar está ligado à dentina por túbulos que permitem a passagem de fluídos conferindo-lhe natureza hidrofílica. Consequentemente, a superfície da dentina exposta torna-se naturalmente húmida, o que também se torna um desafio para a interação com os adesivos (Cardoso et al., 2011; Ritter, Andre V., Lee W. Boushell, 2018).

Após a instrumentação da estrutura dentária, com brocas ou instrumentos manuais, os componentes orgânicos e inorgânicos residuais formam uma camada de detritos na superfície, intitulada de *smear layer*, sendo que os detritos que se acumulam nos túbulos dentinários são denominados de *smear plugs*, conforme ilustrado na Figura 1, diminuindo a permeabilidade da mesma. Estes detritos são essencialmente compostos por hidroxiapatite e colagénio (Cardoso et al., 2011; Ritter, Andre V., Lee W. Boushell, 2018).

Devido a estas limitações, bem como o potencial lesivo de condicionar superfícies ligadas à polpa, durante muitos anos os procedimentos de adesão dentinária eram distintos dos utilizados no esmalte (Vaidyanathan & Vaidyanathan, 2009).

Entretanto, Fusayama desafiou esta hipótese e estendeu o conceito de condicionamento ácido à dentina defendendo a necessidade de condicionar este tecido em busca de uma melhor adesão geral e desprezando a preparação dentária com visão à retenção mecânica.

Nakabayashi, demonstrou também que, através do condicionamento ácido total, é possível remover a fase mineral da superfície da dentina, expondo as fibrilhas de colagénio de forma segura, permitindo a penetração dos monómeros do adesivo nos túbulos, com a formação de uma camada híbrida e melhorando, desta forma, a adesão à dentina (Fusayama, Nakamura, Kurosaki, & Iwaku, 1979; Nakabayashi, Kojima, & Masuhara, 1982; Vaidyanathan & Vaidyanathan, 2009).

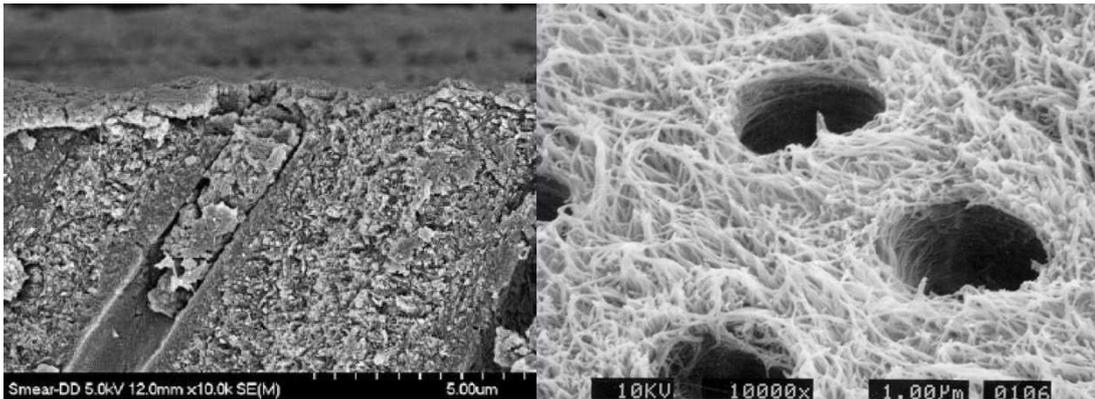


Figura 1 – (A) Projeções de smear layer e smear plugs para o interior dos túbulos dentinários (Perdigão 2007); (B) Dentina após condicionamento ácido (Alex, 2015).

Para melhorar a adesão, estes autores sugeriram o uso de monómeros com grupos hidrofóbicos e hidrofílicos devido à natureza hidrofílica da matriz, referida anteriormente. A funcionalidade hidrofílica ajuda na penetração dos monómeros na matriz de colagénio, enquanto que a funcionalidade hidrofóbica auxilia na ligação à matriz de resina hidrofóbica da restauração. Desta forma, melhorou-se significativamente a adesão na interface dentina-restauração (Vaidyanathan & Vaidyanathan, 2009).

Atualmente, após vários estudos, a aplicação de ácido está protocolada tanto para o esmalte como para a dentina. Contudo, verificou-se que a matriz de colagénio desmineralizada pode colapsar aquando da secagem, comprometendo a adesão. Assim, os estudos continuaram na tentativa de contornar as complexas questões intrínsecas à ligação dentinária, desenvolvendo-se novas técnicas e sistemas adesivos (Vaidyanathan & Vaidyanathan, 2009).

2.2. Camada Híbrida

Intitula-se de camada híbrida a zona de interdifusão entre dentina e resina, formada após o condicionamento ácido. Segundo um estudo de Nakabayashi, em 1982, as resinas hidrofílicas infiltram a camada superficial de dentina desmineralizada, onde estão expostas as fibras de colagénio, e forma-se uma camada de alta resistência coesiva. A camada híbrida é composta, então, por substrato dentinário e numerosos monómeros resinosos pertencentes ao sistema adesivo, retidos micromecanicamente nos poros formados na interface desta com a resina (Anusavice, Shen, & Rawls, 2013; Nakabayashi et al., 1982).

O grau de hidratação da dentina tem influência na formação desta camada. A dentina condicionada deve ser mantida húmida, contrariamente ao esmalte, que deve ser completamente seco para assegurar valores de resistência adesiva elevados na união com resinas hidrofóbicas. Em simultâneo com a remoção do excesso de água, é necessária a aplicação de um *primer* para manter a rede de colagénio hidratada (Anusavice et al., 2013; Kanca, 1992).

A Figura 2 representa a camada híbrida de acordo com os diferentes condicionamentos da dentina.

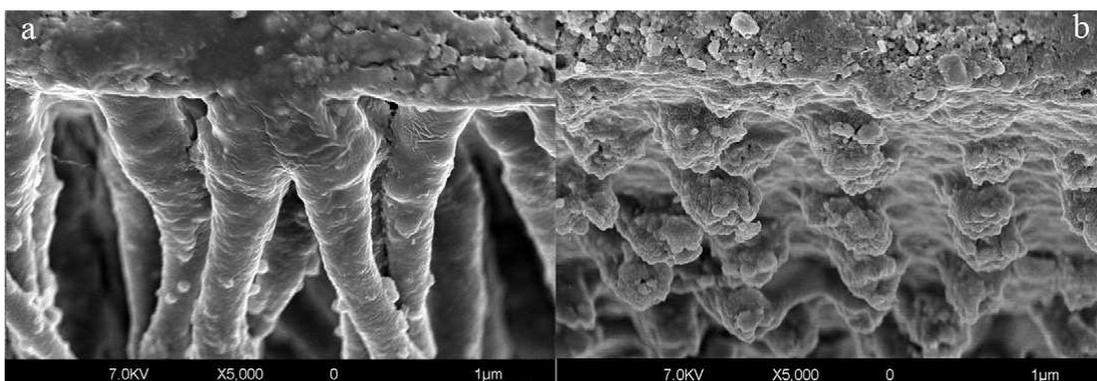


Figura 2 - (A) Camada híbrida formada por sistemas adesivos *Etch-and-Rinse* (B) Camada híbrida formada por sistemas adesivos *Self-Etch* (Breschi et al., 2008).

2.3. Sistemas Adesivos

Um sistema adesivo desempenha três funções essenciais: promove resistência à separação entre um substrato e o próprio adesivo ou agente de cimentação; distribui a tensão ao longo de toda a interface adesiva; e sela a interface entre dentina e/ou esmalte e o material restaurador, aumentando a resistência da mesma à microinfiltração e diminuindo o risco de sensibilidade pós-operatória, coloração marginal e recidiva de cárie (Anusavice et al., 2013).

Independentemente do número de frascos ou componentes, os sistemas adesivos incluem, na sua maioria, condicionadores, monómeros resinosos, solventes, iniciadores e inibidores, partículas de carga inorgânica e, por vezes, agentes anti-microbianos (Anusavice et al., 2013).

Em 2003, Van Meerbeek et al., desenvolveu uma classificação para os vários sistemas adesivos disponíveis no mercado baseada no mecanismo de adesão e no número de passos clínicos que cada um apresenta. As estratégias adesivas contemporâneas dependem de como os sistemas adesivos interagem com a *smear layer*, podendo dissolvê-la totalmente ou torná-la permeável. Esta camada amorfa de 1 a 5 μm de espessura diminui a permeabilidade da dentina em 86%, e por isso deve ser removida ou permeabilizada para permitir a interação entre os monómeros e a superfície dentária. Assim, possuímos dois tipos de técnicas adesivas diferentes, a técnica *Etch-and-Rinse* e os técnica *Self-Etch*, respetivamente. Mais recentemente foram introduzidos no mercado os sistemas Universais ou Multimodo que podem ser utilizados segundo as duas técnicas e ainda como *Selective Enamel Etching*. (Hilton, Thomas J., Jack L. Ferracane, 2013; Sezinando, 2014; Van Meerbeek et al., 2003).

É, ainda, importante referir que ambas as abordagens obtiveram sucesso quer em pesquisa laboratorial quer clínica (Yoshida & Inoue, 2012).

Na Figura 3 são esquematizadas as diferentes estratégias adesivas.

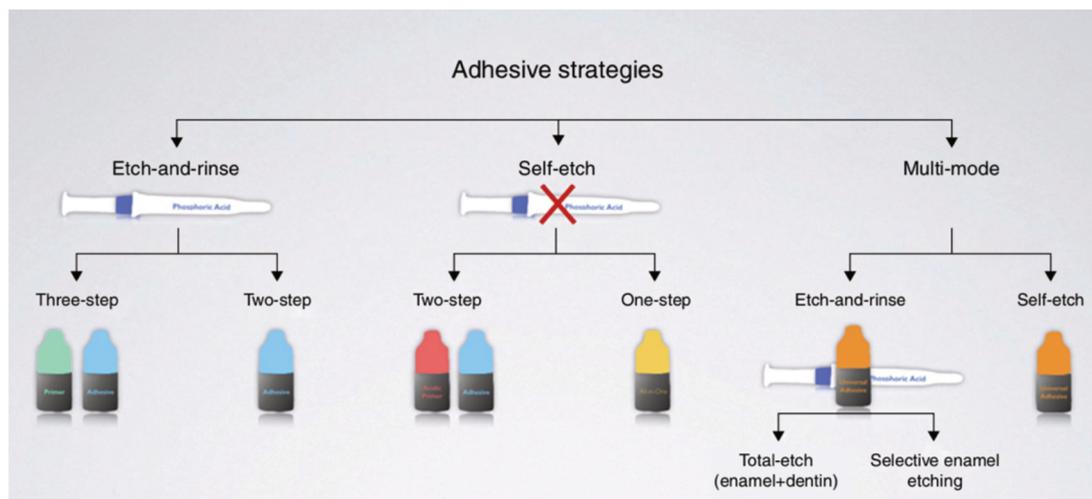


Figura 3 - Diferentes estratégias adesivas (Sezinando, 2014)

2.3.1. Sistemas Adesivos *Etch-and-Rinse*

Os sistemas adesivos *Etch-and-Rinse* efetuam a total remoção da *smear layer* e podem ser aplicados em 2 ou 3 passos. Ou seja, o ácido ortofosfórico é aplicado isoladamente seguido de um *primer* e um adesivo, ou *bond*. O *primer* e o *bond* podem ser apresentados num único frasco, administrados conjuntamente, o que corresponde à técnica de 2 passos, simplificando o procedimento clínico (Figura 3). Mesmo assim, a técnica *Etch-and-Rinse* de 3 passos é frequentemente considerada o *gold standard* da adesão (Ferreira-Filho et al., 2018; Hilton, Thomas J., Jack L. Ferracane, 2013; Sezinando, 2014).

Esta estratégia adesiva caracteriza-se pelo completo condicionamento do esmalte e da dentina com ácido. Como já referido, o ácido ortofosfórico é aplicado ao esmalte e à dentina, alterando a energia de superfície destes substratos, numa concentração de 30% - 40% (pH entre 0,1- 0,4), por 10 a 15 segundos, e de seguida é lavado com água para a sua total remoção da superfície dentária. O tratamento das superfícies com ácido ortofosfórico remove a *smear layer* na sua totalidade, deixando as interfaces livres de impurezas e impregnadas de microporosidades por desmineralização dos cristais de hidroxiapatite. No esmalte são expostos os prismas de esmalte, enquanto na dentina são expostas as fibras de colagénio da matriz após abertura dos túbulos (Hilton, Thomas J., Jack L. Ferracane, 2013; Milia, Cumbo, Jose A. Cardoso, & Gallina, 2012; Yoshida & Inoue, 2012).

De seguida é aplicado um *primer*, uma mistura de monómeros, como bis-GMA, dihidroietil metacrilato (HEMA), dimetacrilato de trietilenoglicol (TEGDMA) e dimetacrilato de uretano (UDMA) que possuem grupos hidrofílicos, ajudando na permeabilização dos mesmos na matriz, e grupos hidrofóbicos que permitem a ligação da restauração à matriz de resina. Estes *primers* têm, também, na sua composição solventes (água, etanol ou acetona) que são adicionados para reduzir a viscosidade inerte das misturas dos monómeros, aumentando a molhabilidade e a mobilidade molecular. Outro dos objetivos do *primer* é aumentar a energia de superfície da dentina alterada pelo condicionamento ácido. Os *primers* devem ser ativados e esfregados durante pelo menos 15 segundos na dentina, para melhorar a penetração e consequentemente a adesão, e secos suavemente para volatilizar os solventes, técnica “wet bonding”. (Hilton, Thomas J., Jack L. Ferracane, 2013; Ritter, Andre V., Lee W. Boushell, 2018; Silva e Souza, Carneiro, Lobato, Silva e Souza, & de Góes, 2010).

O adesivo, ou *bond*, última etapa desta técnica, preenche as porosidades do esmalte e da dentina criadas pelo primeiro procedimento, sendo aplicado numa fina camada homogénea. A seringa de ar pode ser utilizada cuidadosamente para ajudar a espalhar o *bond* por toda a interface. Este *bond*, desprovido de solventes, mas com monómeros hidrofóbicos concede a ligação com o material restaurador e deve ser polimerizado de acordo com as instruções do fabricante (Hilton, Thomas J., Jack L. Ferracane, 2013).

Na Figura 4 é ilustrada a interação do adesivo com a dentina segundo esta técnica.

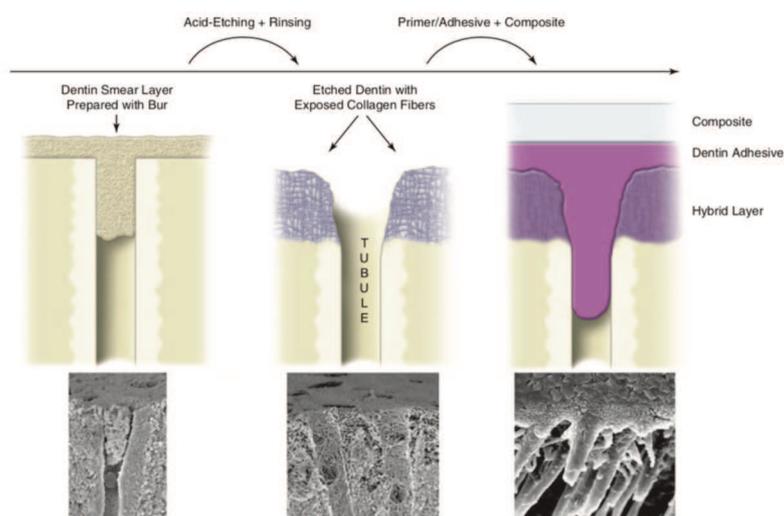


Figura 4 - Ligação do adesivo à dentina segundo a técnica *Etch-and-Rinse*. (Ritter, Andre V., Lee W. Boushell, 2018)

2.3.2. Sistemas Adesivos *Self-Etch*

De forma a solucionar alguns dos problemas levantados pelos sistemas adesivos *Etch-and-Rinse*, foram introduzidos os sistemas *Self-Etch*. A discrepância entre a profundidade de desmineralização da dentina e, subsequentemente, a infiltração da resina nos túbulos dentinários foi, assim, minimizada (Milia et al., 2012; Sezinando, 2014).

Esta estratégia vem simplificar e reduzir o tempo de aplicação, já que pode ser efetuada em dois ou um passo. Quando efetuada em dois passos, são apresentados dois recipientes, um contendo um *primer* ácido e outro com adesivo. O esmalte e a dentina são condicionados simultaneamente por *primers* ácidos, que incluem na sua composição uma molécula de resina fosfatada e/ou carboxilada. Posteriormente, é aplicado o adesivo e fotopolimerizado. Quando efetuada num único passo, o *primer* ácido e o adesivo estão juntos numa só solução que condiciona, prepara e infiltra o substrato antes da polimerização. A aplicação isolada de ácido ortofosfórico é descartada (Armstrong et al., 2017; Giannini et al., 2015; Ritter, Andre V., Lee W. Boushell, 2018; Sezinando, 2014; Van Meerbeek et al., 2003).

Nesta técnica, os procedimentos de desmineralização e infiltração ocorrem, idealmente, em simultâneo e na mesma profundidade. A smear layer, antes removida pela lavagem do ácido, é agora incorporada na camada híbrida. Por infiltração desta camada de detritos, os monómeros conseguem interagir com a hidroxiapatite e com o colagénio presente no substrato. Assim sendo, para além da adesão micromecânica através dos *resin tags*, verifica-se, também, adesão química na dentina, pela interação dos monómeros funcionais (10-MDP, por exemplo) com os cristais de hidroxiapatite deixados em redor das fibras (Giannini et al., 2015; Milia et al., 2012; Sezinando, 2014).

Os sistemas autocondicionantes, ao eliminar os passos de lavagem e secagem, tornam-se menos sensíveis à humidade da dentina, comparativamente com os *Etch-and-Rinse*. Isto deve-se à elevada percentagem de água presente na sua composição, que leva à ionização dos monómeros, permitindo que os mesmos desencadeiem a desmineralização dos tecidos duros (Ritter, Andre V., Lee W. Boushell, 2018).

Os sistemas *Self-Etch* possuem vários graus de acidez, classificando-se em forte ($\text{pH} < 1$), moderado ($1 < \text{pH} < 2$), suave (pH aproximadamente 2) e ultra-suave ($\text{pH} > 2,5$), considerando que os primeiros causam uma desmineralização com alguns micrómetros de profundidade e os últimos apenas provocam uma zona de nano interação (Sezinando, 2014).

A interação do adesivo com a dentina segundo esta técnica é ilustrada na Figura 5.

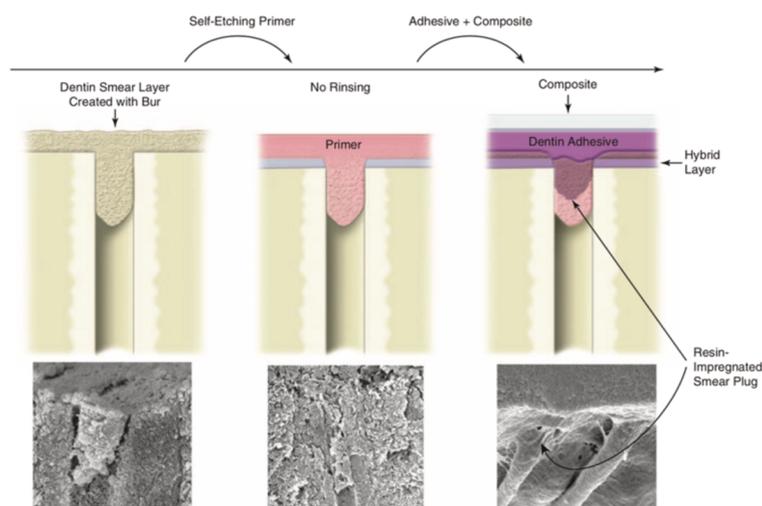


Figura 5 – Ligação do adesivo à dentina segundo a técnica *Self-Etch* (Ritter, Andre V., Lee W. Boushell, 2018)

2.3.3. Sistemas Adesivos Universais ou Multimodo

Por último, erguem-se os sistemas adesivos Universais ou Multimodo. Versáteis no seu modo de uso de acordo com as instruções dos fabricantes, estes sistemas conjugam diversas técnicas adesivas, possibilitando a sua aplicação como *Etch-and-Rinse*, *Self-Etch* ou *Selective Enamel Etching* (quando as margens da cavidade são em esmalte), de acordo com cada situação clínica específica. (Ritter, Andre V., Lee W. Boushell, 2018; Sezinando, 2014).

Estes adesivos, apresentados num frasco único, são compatíveis com a colocação de restaurações diretas e indiretas, sendo que para além de se ligarem ao esmalte e à dentina, adquiriram a capacidade de se ligarem a outros substratos, nomeadamente zircónia e cerâmicas. Deste modo, e para que o adesivo se torne verdadeiramente universal, são necessários na sua composição monómeros funcionais muitos específicos e sinérgicos, e multifuncionais por natureza. Estes monómeros capazes de reagir com os diversos

substratos, inclusive a dentina, apresentam carácter hidrofílico, e são tanto quanto possível hidrofóbicos, depois de polimerizados, para evitar a hidrólise e absorção de água ao longo do tempo (Alex, 2015).

Ao conterem 10-MDP ocorre adesão química à dentina por quelação do cálcio, o que contraindica um condicionamento ácido total que remova este mineral. Assim, para adesão à dentina recomenda-se que estes adesivos sejam utilizados como *Self-Etch*. Já para o esmalte é vantajoso que se proceda ao condicionamento seletivo do mesmo visto que, é segundo essa técnica que os sistemas universais obtêm maiores valores de resistência adesiva (Perdigão e Loguercio, 2014).

2.4. Selamento Imediato da Dentina (IDS)

A hipersensibilização é um sintoma comum referido pelos doentes após os procedimentos de cimentação. Este sintoma está associado a diversos fatores, tais como o sobreaquecimento e desidratação da dentina durante a preparação do dente, infiltração bacteriana e movimentos do fluido através dos túbulos (Ferreira-Filho et al., 2018).

O *Immediate Dentin Sealing* (IDS) tem sido sugerido como forma de reduzir a sensibilidade pós-operatória e a infiltração bacteriana, contribuindo para uma melhoria dos valores de resistência adesiva nos procedimentos restauradores indiretos. Esta técnica, introduzida na Medicina Dentária desde a década de 1990, consiste na aplicação de um sistema adesivo à dentina recém-cortada, antes da impressão. No momento do preparo, a dentina encontra-se recém-cortada e limpa, sem contaminação por cimento provisório, requisitos ideais para uma boa adesão. O IDS permite o desenvolvimento de ligações à dentina livres de stress e a pré-polimerização do adesivo. Provavelmente, devido à conclusão do processo de copolimerização, envolvendo monómeros diferentes, a resistência adesiva desenvolve-se progressivamente ao longo do tempo. Estudos mais recentes mostram aumentos significativos deste valor no período de uma semana. Durante a fase de restauração provisória a dentina permanece protegida e o conforto para o doente aumenta (Brigagão et al., 2017; Ferreira-Filho et al., 2018; Hironaka et al., 2018; Magne, So, & Cascione, 2005; van den Breemer et al., 2017).

O IDS deve ser aplicado quando a área de dentina exposta, após a preparação, é significativa, nomeadamente em preparações para restaurações indiretas, como *inlays*, *onlays*, *overlays*, facetas e coroas (Magne et al., 2005).

Os princípios para a união dentinária estão bem estabelecidos, como já vimos anteriormente através do estudo de Nakabayashi et al., em 1982, em que o objetivo consiste em criar uma camada de interdifusão, pela penetração dos monómeros nos tecidos duros, intitulada de camada híbrida. Como esta técnica é realizada principalmente nas superfícies de dentina exposta, o clínico pode concentrar-se, exclusivamente, no *wet bonding* à dentina, enquanto que o esmalte pode ser condicionado no momento da restauração definitiva. Por isso, recomendam-se adesivos *Etch-and-Rinse* de três passos para este fim específico, por demonstrarem um desempenho mais favorável e por serem mais confiáveis a longo prazo (Magne, 2005; Nakabayashi et al., 1982).

Assim, o Optibond™ FL (Kerr, Orange, CA, EUA) é particularmente indicado para a aplicação do IDS. Esta indicação deve-se ao seu teor de carga inorgânica e, conseqüentemente, à sua capacidade para formar uma camada uniforme e consistente, quando colocado sobre uma superfície dentária. Este sistema adesivo estabelece ainda uma forte coesão com o compósito final utilizado na cimentação (Magne, 2005).

Em primeiro lugar, é aplicado o ácido ortofosfórico à dentina, idealmente numa percentagem de 37,5%, durante 15 segundos. Após a lavagem, o excesso de água é removido, e seca-se cuidadosamente a dentina de forma a evitar o colapso das fibras de colagénio. Conseqüentemente, a secagem com seringa de ar deve ser evitada, podendo a remoção do excesso de água ser obtida por sucção (pressão negativa). De seguida é aplicado o *primer*, que deve ser esfregado com o auxílio de um *micro-brush*, ajudando na disseminação dos monómeros para além dos limites de dentina expostos. O *primer* quando aplicado em separado, como é o caso do Optibond™ FL (Kerr, Orange, CA, EUA), permite uma ligação subsequente maior e permite uma colocação mais precisa do adesivo. Para evaporar o solvente (etanol no caso do Optibond™ FL) deve recorrer-se novamente à sucção. Por fim é colocado o adesivo, e o mesmo é fotopolimerizado durante 20 segundos. Para terminar o protocolo desta técnica é aplicada uma fina camada de glicerina e fotopolimerizada por mais 10 segundos. A glicerina vai permitir a

fotopolimerização da camada de inibição criada pelo oxigênio e evitar a interação do adesivo dentinário com o material de impressão (Magne, 2005; Qanungo et al., 2016).

Na Figura 6 estão esquematizados os passos inerentes à técnica IDS.

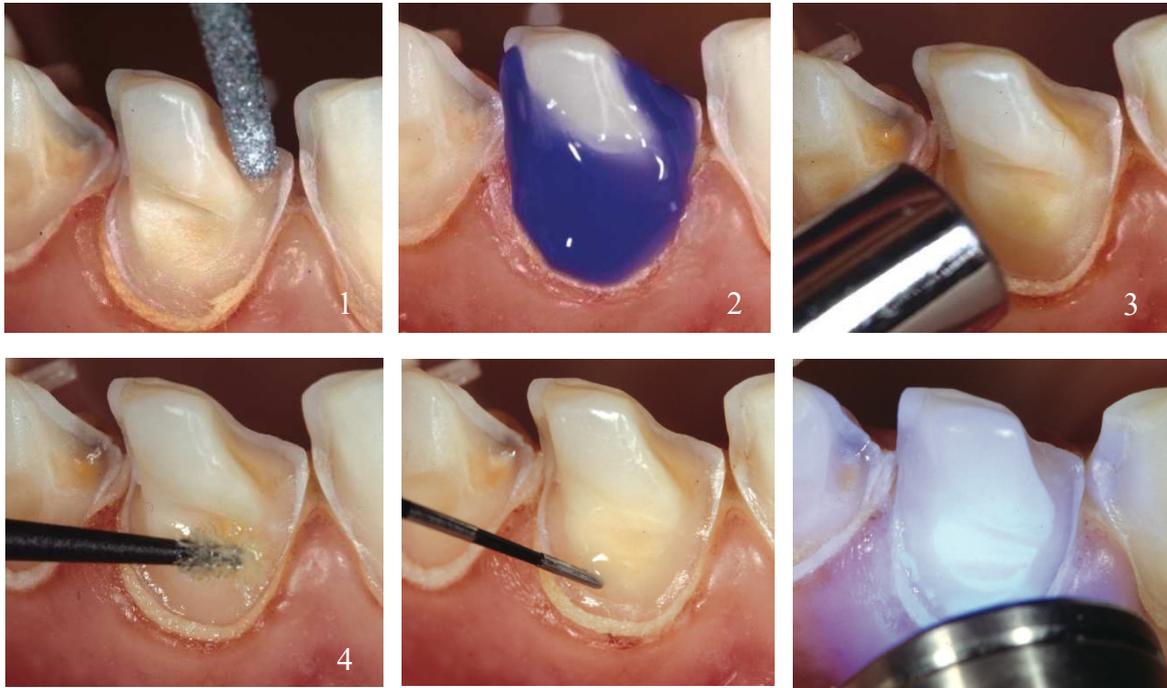


Figura 6 - *Immediate Dentin Sealing* (Magne, 2005)

1 – Dentina recém-cortada; 2 – Aplicação de ácido ortofosfórico; 3 – Lavagem do ácido ortofosfórico e secagem dos excessos de água; 4 – Aplicação do primer; 5 – Aplicação do adesivo; 6 – Fotopolimerização do adesivo por 20 segundos.

Esta abordagem racional da adesão tem uma influência positiva na preservação da estrutura dentária, no conforto do doente e na sobrevivência a longo prazo das restaurações adesivas indiretas (Magne, 2005).

3. Resinas Compostas *Bulk Fill*

A procura por um material estético ideal para restaurar dentes resultou em grandes avanços e melhorias significativas nos compósitos à base de resinas (Ritter, Andre V., Lee W. Boushell, 2018).

As resinas compostas são materiais restauradores formados por três componentes principais: matriz orgânica, partículas de carga inorgânica e agente de união. A matriz resinosa é baseada numa mistura de monómeros que formam estruturas poliméricas altamente cruzadas, rígidas e duráveis, entre eles, o bisfenol-A-glicidil dimetacrilato (bis-GMA), o dimetacrilato de urteano (UDMA) e dimetacrilato de trietilenoglicol (TEGMA). Esta matriz é reforçada pela dispersão de partículas de carga inorgânica, como vidros de quartzo, bário, estrôncio, silicato de alumínio e outros, que além de reforçarem e fortalecerem os compósitos, diminuem a contração de polimerização e a expansão térmica. O silano é o agente de união que liga estas partículas de carga à matriz, formando ligações covalentes com a resina, quando a mesma é polimerizada, tendo grande importância no desempenho clínico deste material restaurador (Anusavice et al., 2013).

As resinas compostas apresentam um vasto espectro de aplicações, tais como restaurações diretas do sector posterior ou anterior, sejam elas por lesão de cárie, mau posicionamento dos dentes, fraturas, lesões cervicais causadas pelos diversos fatores etiológicos ou por motivos estéticos como encerramento de diastemas, selantes de fissuras, cimentação de restaurações indiretas, como *inlays*, *onlays*, *overlays* e facetas em resina composta (Pedrosa, M.; Fernandes, E.; Silva, 2017; Ritter, Andre V., Lee W. Boushell, 2018).

Um sistema útil para a classificação deste material ocorre consoante o tamanho das suas partículas de carga, dividindo-se em macroparticuladas (10 - 100 μm), atualmente em desuso; microparticuladas (0,01 - 0,04 μm); híbridas (1- 20 μm +/- 40 nm); microhíbridas (0,1 - 2 μm +/- 40 nm); nanohíbridas (0,1 - 2 μm + < 100 nm) e nanoparticuladas (< 100 nm). Entre si variam características como o grau de polimento e a resistência à abrasão. Atualmente, as resinas microhíbridas, nanohíbridas e nanoparticuladas são as mais utilizadas, com aplicação quase universal (Anusavice et al., 2013; Ramos, 2009).

Estas resinas compostas convencionais são polimerizadas por reação de radicais livres ativados por luz visível. Estes materiais contraem durante a reação de polimerização, o que resulta numa diminuição volumétrica. Esta diminuição de volume, juntamente com o módulo de elasticidade, desenvolve-se como a principal desvantagem das restaurações diretas com resinas compostas. A polimerização provoca tensões residuais na resina que se desenvolvem na interface entre o dente e o compósito, enfraquecendo a adesão e aumentando o risco de infiltração marginal (Anusavice et al., 2013; Fronza et al., 2018, 2015; Shimokawa, Turbino, Giannini, Braga, & Price, 2018; Tauböck, Tarle, Marovic, & Attin, 2015).

A inserção dos compósitos nas cavidades rege-se pela técnica incremental, em que incrementos de 2 mm de espessura são colocados e fotopolimerizados. Desta forma o potencial de fotopolimerização é maximizado e os efeitos negativos da contração de polimerização são reduzidos (Ritter, Andre V., Lee W. Boushell, 2018).

Para combater esta desvantagem da contração de polimerização, e para responder à redução do tempo de clínico, surgiram as resinas compostas *bulk fill* (Ilie, Bucuta, & Draenert, 2013).

O uso destas resinas, que permitem incrementos de 4 a 5 mm, cresceu após desenvolvimentos em estudos sobre a profundidade de polimerização. Incrementos mais espessos tornaram-se possíveis graças a evoluções na dinâmica da fotopolimerização, bem como na translucidez aumentada dos próprios incrementos, proporcionando a penetração de luz adicional e uma polimerização mais profunda. Em comparação com as técnicas convencionais o número de incrementos necessários ao preenchimento de uma cavidade com resina composta *bulk fill* é substancialmente menor. O procedimento restaurador é simplificado, economizando o tempo de consulta no caso de cavidades largas e profundas (Benetti, Havndrup-Pedersen, Honoré, Pedersen, & Pallesen, 2015; Ilie et al., 2013).

As resinas compostas *bulk fill* produzem menor contração de polimerização, dependendo da sua composição, viscosidade e módulo de elasticidade, relativamente aos convencionais. No que diz respeito a essas propriedades mecânicas as resinas compostas *bulk fill* apresentam valores de maior rigidez (módulo de elasticidade) e plasticidade (deformação plástica) do que resinas fluídas convencionais, mas valores inferiores

surgem quando comparados com resinas nanohíbridas e microhíbridas convencionais. É ainda de grande importância referir que a resistência à flexão, a captação de água e a biocompatibilidade são idênticas às resinas convencionais (Ilie et al., 2013; Oliveira et al., 2018).

Posto isto, denota-se que a principal diferença entre estes tipos de materiais reside nas partículas de carga inorgânica. As resinas *bulk fill* têm na sua constituição uma percentagem inferior de partículas de carga, no entanto com maiores dimensões ($> 20 \mu\text{m}$), facilitando a polimerização em profundidade dada a interligação que ocorre entre estas e a matriz. As partículas, ao possuírem espaços entre si, permitem a penetração da luz. A matriz orgânica continua a possuir os mesmos monómeros que as convencionais, com a pequena diferença que algumas marcas adicionam substâncias com capacidade de intervir nesta polimerização, controlando a contração (Ilie et al., 2013).

É ainda importante mencionar a existência de resinas *bulk fill* do tipo *flowable*, com menor carga inorgânica e maior volume de matriz orgânica, que são recomendadas como forros cavitários ou para restauração de lesões classe V, no entanto, necessitam de uma cobertura de 2 mm com uma resina composta convencional (Jang, Park, & Hwang, 2015).

4. Restaurações Indiretas

Com a maior preocupação pela estética por parte da sociedade atual, bem como a procura de tratamentos livres de metal, tanto no sector anterior como no posterior, surgiram, ao longo dos últimos anos, grandes avanços nesta área da Medicina Dentária. Este importante fator, conjugado com a dentisteria minimamente invasiva, que preserva a estrutura dentária, aliada à grande evolução dos sistemas adesivos, levou ao aumento do uso de restaurações estéticas indiretas com recurso a diversos materiais e diversas técnicas de confeção (Magne, P., 2005).

4.1. Indicações e Contraindicações

Dentes com estrutura remanescente reduzida por cárie ou desgaste e dentes com alterações de cor e forma, apresentam indicação para a confeção de restaurações indiretas das quais são exemplo os *inlays*, *onlays*, *overlays*, facetas ou coroas (Batalha-Silva, De Andrada, Maia, & Magne, 2013; D’Arcangelo et al., 2014; Ritter, Andre V., Lee W. Boushell, 2018).

Contudo, as restaurações indiretas estão contraindicadas em cavidades classe I e II pouco extensas. A não obtenção de isolamento absoluto é também um fator negativo à realização destas. Devem ser evitadas preparações com margens sub-gengivais, pois torna-se difícil o registo e o polimento das mesmas (Ritter, Andre V., Lee W. Boushell, 2018).

4.2. Vantagens

As restaurações indiretas apresentam diversas vantagens relativamente às restaurações diretas. Tendo em conta que em laboratório são produzidas em condições ideais, estas demonstram melhores propriedades físicas, de acordo com o material escolhido para a sua confeção (D’Arcangelo et al., 2014).

Os contornos proximais e os pontos de contacto abertos, frequentemente indicados como problemas das restaurações diretas, deixam de o ser quando as restaurações são produzidas fora da boca do paciente. Um acesso direto a esta zona pelo protésico permite

uma maior exatidão destas características anatómicas, podendo ser facilmente corrigidas. (Hilton, Thomas J., Jack L. Ferracane, 2013).

Em teoria, com as restaurações indiretas a contração de polimerização é combatida. Ao serem produzidas fora da cavidade oral, em resina composta, a contração ocorre neste ambiente exterior, antes da cimentação da peça ao dente. Assim, o risco de ocorrerem lacunas na interface adesiva diminui abruptamente. A hipersensibilidade dentinária pós-operatória e flexão de cúspide com possíveis fraturas de esmalte são também combatidas. A única contração de polimerização registada é aquando da cimentação, na fina camada de cimento resinoso, rondado 2% a 7% (Hilton, Thomas J., Jack L. Ferracane, 2013).

Estas restaurações oferecem uma grande variedade de materiais, bem como técnicas de confeção à disponibilidade do médico dentista para a sua execução. O médico dentista pode optar pela confeção da peça num laboratório de prótese dentária ou proceder ele mesmo à sua execução através da tecnologia CAD/CAM no seu próprio consultório (D'Arcangelo et al., 2014; Hilton, Thomas J., Jack L. Ferracane, 2013; Mainjot, Dupont, Oudkerk, Dewael, & Sadoun, 2016).

Acerca da longevidade destas reabilitações ainda há poucos dados, no entanto, estudos recentes indicaram que restaurações indiretas em cerâmica obtiveram 96% de sucesso num follow-up de 10 anos (Hilton, Thomas J., Jack L. Ferracane, 2013).

4.3. Desvantagens

Até agora as desvantagens associadas às restaurações indiretas residem no facto de este tipo de reabilitação exigir um maior número de consultas, um custo muito mais elevado, e por ser uma técnica consideravelmente sensível, está dependente da curva de aprendizagem do clínico (Mendonça et al., 2010; Ritter, Andre V., Lee W. Boushell, 2018).

4.4. Materiais

Existe uma grande versatilidade de materiais disponíveis para a realização destas restaurações. Diferem entre si nas propriedades físicas e estéticas, composição e aplicação

clínica. As restaurações indiretas podem então ser confeccionadas em resina composta, em cerâmica, podendo esta ser adesiva (feldspática) e/ou de alta resistência (dissilicato de lítio, zircónia), em materiais compostos, com uma matriz resinosa e cerâmica, ou em materiais provisórios utilizados em restaurações provisórias (Ritter, Andre V., Lee W. Boushell, 2018).

As cerâmicas tornam-se superiores pelos seus níveis da resistência e pelas suas propriedades óticas. No entanto, são materiais rígidos e quebradiços, com baixa tenacidade e alta suscetibilidade à fratura, embora isto seja menos proporcionado para as cerâmicas de dissilicato de lítio. De modo a superar estas deficiências da cerâmica vítrea foram introduzidas as cerâmicas híbridas e blocos compostos com cargas dispersas, denominados de nanocerâmicas, associados à tecnologia CAD/CAM (Peumans et al., 2016).

5. CAD/CAM

Atualmente, na Medicina Dentária restauradora, as técnicas computadorizadas avançaram em larga escala e o seu uso tornou-se muito comum. Os sistemas digitais permitem a moldagem 3D e o fresamento de restaurações no consultório. O Cerec (Dentsply Sirona, USA), sistema CAD/CAM mais conhecido e estudado, permite a produção de uma restauração numa única consulta. O dente é preparado, é impresso, a restauração é projetada no computador e fresada de um bloco CAD/CAM. Por fim é cimentada ao dente (Peumans et al., 2016).

5.1. História

A tecnologia CAD/CAM surge, pela primeira vez, na década de 1960 aplicada à indústria aeronáutica e automóvel. Mais tarde, em 1970, François Duret recorre a este sistema e desenvolve um dispositivo médico-dentário (Davidowitz & Kotick, 2011).

O CAD/CAM, em Medicina Dentária, consiste num sistema composto por um *scanner* portátil, um computador junto com um monitor e uma fresadora. A cabeça do *scanner* é colocada na cavidade oral sobre as preparações e os restantes dentes, enquanto no monitor aparecem os dados resultantes, em imagens bidimensionais (2D) ou tridimensionais (3D), permitindo trabalhar o *design* da peça. Posteriormente todas as instruções são enviadas à fresadora que produzirá a restauração (Davidowitz & Kotick, 2011).

Esta tecnologia é utilizada tanto no laboratório de prótese dentária como no consultório. O médico dentista pode fazer a impressão digital e enviá-la para laboratório para produção da restauração, ou pode desenhá-la e fresá-la no seu próprio consultório no seu CAD/CAM. Isto pode ser aplicado a *inlays*, *onlays*, *overlays*, facetas, coroas, próteses parciais fixas, pilares de implantes, reabilitações completas e ainda em ortodontia (Davidowitz & Kotick, 2011).

A necessidade de desenvolver este sistema reside em 3 grandes desafios: garantir a resistência adequada das restaurações, produzir restaurações com aparência natural e tornar a sua produção mais fácil, rápida e precisa. As restaurações CAD/CAM são produzidas através de blocos pré-fabricados, existentes em diversos materiais, livres de

defeitos internos e o programa de computador é projetado para produzir formas que resistam ao desgaste, aumentando a resistência. Apesar da existência de outros materiais, a aparência natural deve-se à grande translucidez que emula o esmalte, presente nos blocos dos variados materiais, como as cerâmicas, disponíveis numa ampla gama de cores. Em algumas situações, é possível para os doentes receber a restauração no mesmo dia. As impressões digitais são mais fáceis e rápidas relativamente às convencionais. No entanto, a curva de aprendizagem do operador é maior. Com uma fresadora no local, é possível produzir a restauração no momento e aderi-la de imediato, reduzindo significativamente o número de consultas (Davidowitz & Kotick, 2011).

5.2. Vantagens

As principais vantagens da tecnologia CAD/CAM focam-se essencialmente na redução do tempo de cadeira e na utilização de materiais restauradores ideais. Esta tecnologia permite ao médico dentista a oportunidade de preparar, projetar e fabricar restaurações de cerâmica e outros materiais, numa única consulta, sem a necessidade de impressões convencionais, restaurações provisórias ou suporte de um laboratório de prótese dentária. A tecnologia CAD/CAM oferece excelente estética, durabilidade e, pelo menos, fortalecimento do dente a curto prazo (Hilton, Thomas J., Jack L. Ferracane, 2013).

O uso de blocos homogêneos e coesos de diferentes materiais torna a ocorrência de imperfeições muito rara. As características estéticas também estão aumentadas, tornando estas restaurações muito próximas de um dente vital (Davidowitz & Kotick, 2011; Li, Chow, & Matinlinna, 2014; Mainjot et al., 2016; Perng-Ru Liu & Milton E. Essig, 2008).

No que diz respeito às impressões, materiais de impressão podem ser dispensados, eliminando o reflexo de vômito que os mesmos provocam. Os modelos físicos são, também eliminados, já que a informação é toda armazenada em suporte digital (Davidowitz & Kotick, 2011; Shenoy & Prabhu, 2015).

Com o recurso a este sistema é possível realizar restaurações definitivas iguais às restaurações provisórias já aprovadas pelo paciente. Uma vez que já foram avaliados parâmetros como o tamanho, a forma e contornos anatómicos basta obter uma leitura

destas restaurações provisórias com o scâner intraoral e fresá-las, poupando tempo e dinheiro (Davidowitz & Kotick, 2011).

5.3. Desvantagens

A principal desvantagem encontrada nos dias de hoje para esta tecnologia CAD/CAM reside no grande investimento inicial para aquisição de toda a maquinaria. Acopladas a este fator, estão as diversas horas de formação para a sua utilização, já que para uma boa impressão digital é igualmente necessária a retração dos tecidos, um controlo da saliva e da hemóstase. Por isso, existe, também, uma dependência da curva de aprendizagem do clínico (Davidowitz & Kotick, 2011).

5.4. Materiais

A pesquisa e a produção de materiais adequados para as restaurações CAD/CAM é um dos campos que mais cresce e se altera nos materiais dentários. A maioria dos blocos utilizados para fresar restaurações indiretas são feitos de cerâmica de silicato (cerâmicas feldspáticas, cerâmicas de vidro reforçadas por leucite ou dissilicato de lítio) ou resina composta. Mais recentemente foram comercializados dois novos materiais, a nanocerâmica e cerâmica híbrida. Podem ser também utilizadas ligas metálicas, titânio e poliéter cetona (PEK) (Flury, Schemidt, Peutzfeldt, & Lussi, 2016; Li et al., 2014; Peumans et al., 2016; Shenoy & Prabhu, 2015).

Como já referido e, contrariamente às técnicas de produção tradicional, estes materiais são apresentados em forma de blocos sólidos prontos para o processo de fresagem. Estes materiais são capazes de ser fresados sem se danificarem, possuindo propriedades mecânicas superiores às resinas compostas convencionais. Ao serem constituídos por uma quantidade superior de partículas de carga inorgânica e, por no seu ciclo de produção, alguns serem submetidos a altas temperaturas, características como a resistência à tração e compressão, dureza, e módulo de elasticidade são altamente melhoradas (Li et al., 2014; Shenoy & Prabhu, 2015).

Os processos industriais usados para produzir blocos CAD/CAM aumentam a homogeneidade do material, diminuem a presença de falhas e poros e aumentam a

confiabilidade, em comparação com os materiais trabalhados manualmente (Mainjot et al., 2016).

5.4.1. Lava™ Ultimate

A LAVA™ Ultimate 3M ESPE é um material CAD/CAM em resina nanocerâmica que contém na sua composição partículas nanométricas de sílica com 20 nm, partículas de zircônia com 4 a 11 nm e partículas de sílica e zircônia aglomeradas. Todas estas partículas estão incorporadas numa matriz resinosa altamente polimerizada com aproximadamente 80% de carga cerâmica, em peso. É também chamado de “compósito CAD/CAM”. A sua composição é semelhante aos compósitos diretos, sendo que as melhorias reais dizem respeito à matriz orgânica (Mainjot et al., 2016; Ritter, Andre V., Lee W. Boushell, 2018).

Por ser menos suscetível à lasca durante a fresagem resulta numa melhor adaptação marginal. O procedimento de coloração e vitrificação é mais simples quando comparado com cerâmicas. A reparação de pequenos defeitos também é simples, e quando comparados com compósitos diretos assumem propriedades físicas e mecânicas mais favoráveis, nomeadamente maior resistência à flexão, menor fragilidade que as cerâmicas e resistência ao desgaste otimizada (Flury et al., 2016; Peumans et al., 2016).

Geralmente, as restaurações CAD/CAM requerem cimentação adesiva e a LAVA™ Ultimate não é exceção. Tradicionalmente, a cimentação adesiva é concretizada com cimentos resinosos ou resinas compostas pré-aquecidas que requerem o condicionamento da superfície dentária com um sistema adesivo *Etch-and-Rinse* de 3 passos (Flury et al., 2016; Goulart et al., 2018; Magne, Razaghy, Carvalho, & Soares, 2018).

6. Avaliação da Resistência Adesiva

6.1. Testes de Microtração

Para avaliar a resistência adesiva entre diferentes materiais, deve-se recorrer a testes fiáveis, simples e rápidos de realizar. Para a avaliação desta característica mecânica existe uma panóplia de métodos MACRO ou MICRO, de acordo com a área da interface a testar. Forças de tração, cisalhamento, e *push out* podem ser aplicadas a ambos os testes (Van Meerbeek et al., 2010).

Em 1994, Sano desenvolveu os testes de resistência adesiva à microtração (μ TBS), no qual é possível medir a força comum de adesão MICRO, em tração. Este teste permitiu a análise de superfícies muito pequenas, de aproximadamente 1 mm². Atualmente, são os mais utilizados para quantificar esta força e quando comparados com outros testes tornam-se os mais viáveis. (Scherrer, Cesar, & Swain, 2010; Van Meerbeek et al., 2010; Vvb, Mg, L, & Jmf, 2016).

Sobre os espécimes, que se encontram fixos em *jigs* metálicos, é exercida uma carga de tração a uma velocidade constante de 0,5 - 1 mm/min, até que ocorra uma fratura. Ao momento em que ocorre a fratura corresponde uma força que é registada e utilizada para calcular o valor da resistência adesiva (em μ TBS). A razão entre a força aplicada no momento da fratura e a área da interface corresponde ao valor da resistência adesiva. (Armstrong et al., 2017).

Quando comparado com outros testes, o μ TBS apresenta inúmeras vantagens, onde se destaca o melhor uso económico dos dentes (múltiplos espécimes do mesmo dente), uma melhor distribuição do stress pela interface em análise (evitando falhas coesivas), permitindo um maior controlo entre as diferentes regiões do substrato. O teste de μ TBS apresenta-se, então, como um teste versátil, em que vários espécimes do mesmo dente permitem uma configuração do estudo mais atraente e variáveis do estudo melhor controladas (Van Meerbeek et al., 2010).

6.2. Norma ISO/TS 11405:2015

A norma ISO/TS 11405:2015 fornece as orientações necessárias à realização de testes de adesão entre a estrutura dentária e os materiais de restauração, sendo estas orientações acerca da seleção, armazenamento e manuseamento da amostra, bem como informações sobre os possíveis testes de resistência adesiva, de forma a garantir um padrão *standartizado* de qualidade e fiabilidade.

II. Objetivos do estudo

Avaliar a resistência adesiva de diferentes resinas compostas na cimentação de restaurações indiretas, em materiais distintos, recorrendo ao teste de microtração.

Classificar a falha em relação ao tipo de fratura obtida.

III. Hipótese do Estudo

Hipótese nula 1: Não existem diferenças significativas na resistência adesiva da cimentação com as resinas Filtek™ Z100 e Filtek™ Bulk Fill de restaurações indiretas em resina composta.

Hipótese nula 2: Não existem diferenças significativas na resistência adesiva da cimentação com as resinas Filtek™ Z100 e Filtek™ Bulk Fill de restaurações indiretas em Lava™ Ultimate.

Hipótese alternativa 1: Existem diferenças significativas na resistência adesiva da cimentação com as resinas Filtek™ Z100 e Filtek™ Bulk Fill de restaurações indiretas em resina composta.

Hipótese alternativa 2: Existem diferenças significativas na resistência adesiva da cimentação com as resinas Filtek™ Z100 e Filtek™ Bulk Fill de restaurações indiretas em Lava™ Ultimate.

IV. Materiais e Métodos

1. Obtenção da amostra

O presente estudo obteve aprovação pela Comissão de Ética do Instituto Universitário Egas Moniz (IUEM) (Anexo I). Foram selecionados 30 molares humanos extraídos há menos de 6 meses, sem lesões de cárie, fraturas ou restaurações e doados pelo Banco de Dentes Humano da Clínica Dentária Universitária Egas Moniz (Anexo II). Depois de extraídos, os dentes foram lavados em água corrente para eliminar o sangue e todos os resíduos orgânicos foram eliminados com uma cureta periodontal. Posteriormente, foram armazenados em água destilada a 4°C (ISO 3696).

Para desinfecção, os dentes foram armazenados numa solução de cloramina T 1% a 4°C, durante uma semana (ISO/TS 11405:2015). Após esta desinfecção foram armazenados em água destilada a 4°C, por um período inferior a 3 meses, até serem distribuídos pelos grupos experimentais.

Todos os procedimentos experimentais foram efetuados pelo mesmo operador, num ambiente com temperatura e humidade controladas [(23 ± 2) °C + HR (50 ± 10)].

Na Figura 7 é possível observar parte da amostra do estudo.



Figura 7 - Imagem representativa da amostra

2. Materiais

Na Tabela 1 são descritos todos os materiais utilizados.

Tabela 1 - Materiais utilizados no estudo e respectivas composições

Imagem	Material	Composição	Lote	Validade
	Ácido Ortofosfórico (Kerr Corporation, Orange, CA, USA)	Ácido ortofosfórico a 37,5 %	6252512	12-2019
	Silano (3M ESPE, St Paul, MN, USA)	Etanol, Metacriloxipropiltrimetoxisilano	N759704	02-2019
	Cojet™ Sand (3M ESPE, St. Paul MN, USA)	Partículas de trióxido de alumínio revestidas por sílica (30 µm)	657297	31-01-2020
	OptiBond™ FL (Kerr Corporation, Orange, CA, USA)	<i>Primer:</i> HEMA, GPDM, MMEP, água, etanol, CQ, BHT <i>Bond:</i> Bis- GMA, HEMA, GDMA, CQ, ODMAB, partículas de carga (aprox. 48% de peso) (sílica fumada, aluminoborosilicato de bário, hexafluorossilicato dissódico), fator de união A174	6230675	01-2019

	<p>Resina Composta Filtek™ Z100 A3 (3M ESPE, St Paul, MN, USA)</p>	<p>Matriz orgânica: monómeros de TEGDMA e Bis-GMA. Partículas de carga inorgânica: zircônia/sílica, 66% em volume, com partículas de 3,5-0,01 µm</p>	N878763	03-2020
	<p>Resina Composta Filtek™ Bulk Fill A3 (3M ESPE, St Paul, MN, USA)</p>	<p>Matriz orgânica: monómeros de ERGP- DMA, diuretano-DMA e 1,12-dodecano-DMA. Partículas de carga inorgânica: sílica, zircônia e trifluoreto de itérbio, 58,4% em volume, com partículas de 4-100 µm.</p>	N882859	28-02-2020
	<p>RelyX™ Veneer A3 (3M ESPE, St Paul, MN, USA)</p>	<p>Matriz orgânica: monómeros de TEGMA e Bis-GMA. Partículas de carga inorgânica: zircônia e sílica, 47% em volume, com partículas de 0,2- 0,3 µm.</p>	N877762	28-03-2019
	<p>LAVA™ Ultimate (3M ESPE, St Paul, MN, USA)</p>	<p>Matriz orgânica: monómeros de TEGMA, UDMA, bis-EMA, e bis-GMA. Partículas de carga inorgânica: sílica com 20 nm, zircônia com 4 a 11 nm e partículas de sílica e zircônia aglomeradas</p>	N750339	12-2019

3. Preparação da amostra

Primeiramente, os dentes foram fixos num suporte de acrílico com cola quente e as suas raízes foram seccionadas 2 mm abaixo da junção amelo-cimentária (Figura 8) recorrendo ao micrótopo de tecidos duros. Este corte foi efetuado utilizando um disco diamantado a baixa rotação e sob refrigeração de água constante (Accutom-50, Struers A/S, Ballerup, Dinamarca) (Figura 9). O tecido pulpar foi descartado e câmara pulpar selada com cola de cianocrilato.



Figura 8 - Exemplo da amostra e corte dos dentes



Figura 9 – Micrótopo de tecidos duros (Accutom-50, Struers A/S, Ballerup, Dinamarca)

De seguida, a coroa dentária foi novamente fixada com cola quente ao suporte de acrílico. Com o micrótomo de tecidos duros e sob as mesmas condições de corte, foi exposta a dentina média dos molares através de um corte paralelo à face oclusal (Accutom-50, Struers A/S, Ballerup, Dinamarca) (Figura 10).



Figura 10 - Exposição da dentina média

Para simular a *smear layer*, utilizou-se a máquina polidora (LaboPol-4, Struers, A/S, Ballerup, Denmark) com um disco de lixa SiC de granulação 600 (Buehler Ltd, Lake Bluff, IL, USA), na qual se colocaram os molares durante 60 segundos, sob água corrente (Figura 11 e Figura 12).



Figura 11 - Simulação do *smear layer* na máquina polidora (LaboPol-4, Struers, A/S, Ballerup, Denmark)



Figura 12 - Máquina Polidora (LaboPol-4, Struers, A/S, Ballerup, Denmark)

Após os cortes efetuados nos molares, a dentina recém cortada foi selada. Este procedimento, designado de selamento imediato da dentina (IDS), consiste na aplicação de um sistema adesivo na dentina para aumentar a sua capacidade de adesão. Foi utilizado o sistema adesivo Optibond™ FL (Kerr Corporation, Orange, CA, USA), classificado como um *Etch-and-Rinse* de 3 passos.

O protocolo do IDS é descrito na Tabela 2.

Tabela 2 - Protocolo do IDS com Optibond™ FL (Kerr Corporation, Orange, CA, USA)

Técnica de Aplicação

Técnica *Etch-and-Rinse*

- a. Aplicar ácido ortofosfórico 37,5% na dentina - 15 segundos
 - b. Lavar abundantemente – 15 segundos – e secar com ar – 3 segundos
 - c. Aplicar o *primer* na dentina – 15 segundos – e secar levemente com ar – 5 segundos (a uma distância de 10 mm do dente padronizado com arame ortodôntico)
 - d. Aplicar o adesivo na dentina – 15 segundos – e secar levemente com ar – 3 segundos (a uma distância de 10 mm do dente padronizado com arame ortodôntico)
 - e. Fotopolimerizar 20 segundos
 - f. Aplicar glicerina e fotopolimerizar 10 segundos
-

Para simular o tempo em que a restauração provisória permanece na boca do doente até à colocação da restauração definitiva, os dentes foram colocados em água destilada a 37°C, numa estufa, por um período de 24 horas (Memmert INE 400, Memmert, Germany) (Figura 13) (Magne et al., 2005).



Figura 13 – Estufa (Memmert INE 400, Memmert, Germany)

Decorridas as 24 horas, os dentes foram distribuídos por 6 grupos experimentais, cada um com 5 dentes, de forma aleatória. Cada grupo, foi restaurado da seguinte forma:

- Grupo 1 – Resina Composta aderida com Filtek™ Z100
- Grupo 2 – Resina Composta aderida com Filtek™ Bulk Fill
- Grupo 3 - Resina Composta cimentada com RelyX™ Veneer
- Grupo 4 – Lava™ Ultimate aderida com Filtek™ Z100
- Grupo 5 – Lava™ Ultimate aderida com Filtek™ Bulk Fill
- Grupo 6 – Lava™ Ultimate cimentada com RelyX™ Veneer

Para restaurar os molares, foram produzidos blocos de resina composta (Filtek™ Z100) através de uma chave de silicone e blocos de Lava™ Ultimate cortados no micrótomo de tecidos duros (Accutom-50, Struers A/S, Ballerup, Dinamarca) a baixa rotação e refrigeração constante com água. Todos os blocos foram padronizados com as medidas de 4 mm x 6 mm x 4 mm (Figura 14).

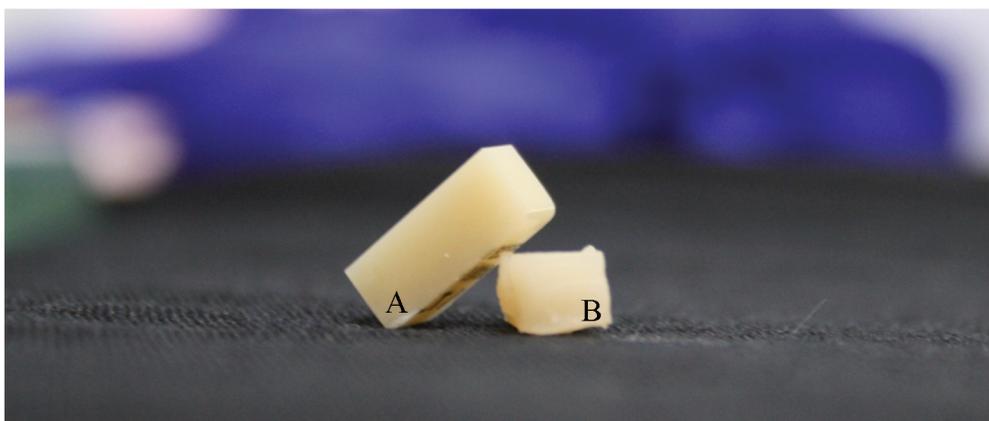


Figura 14 - (A) Restauração indireta em Lava™ Ultimate (B) Restauração indireta em resina composta

Todos os dentes foram sujeitos à mesma preparação (Tabela 3, Figura 15) antes da adesão das restaurações, tal como todos os blocos foram preparados de acordo com o tipo de material restaurador. Estas preparações, dos molares e das restaurações, estão descritas nas tabelas seguintes.

Tabela 3 - Preparação dos dentes

Técnica de Aplicação
1. Aplicar jato (<i>Cojet - 3M ESPE, St. Paul, MN, USA</i>) na superfície dos dentes a 10 mm padronizado com arame ortodôntico – 5 segundos
2. Aplicar ácido ortofosfórico a 37,5% - 15 segundos
3. Lavar abundantemente - 1 minuto - secar levemente com ar - 5 segundos (a uma distância de 10 mm do dente padronizado com arame ortodôntico)
4. Aplicar <i>primer</i> com <i>micro-brush</i> - 15 segundos - secar levemente com ar - 5 segundos (a uma distância de 10 mm do dente padronizado com arame ortodôntico)
5. Aplicar adesivo com <i>micro-brush</i> - 15 segundos – secar levemente com ar - 3 segundos (a uma distância de 10 mm do dente padronizado com arame ortodôntico)

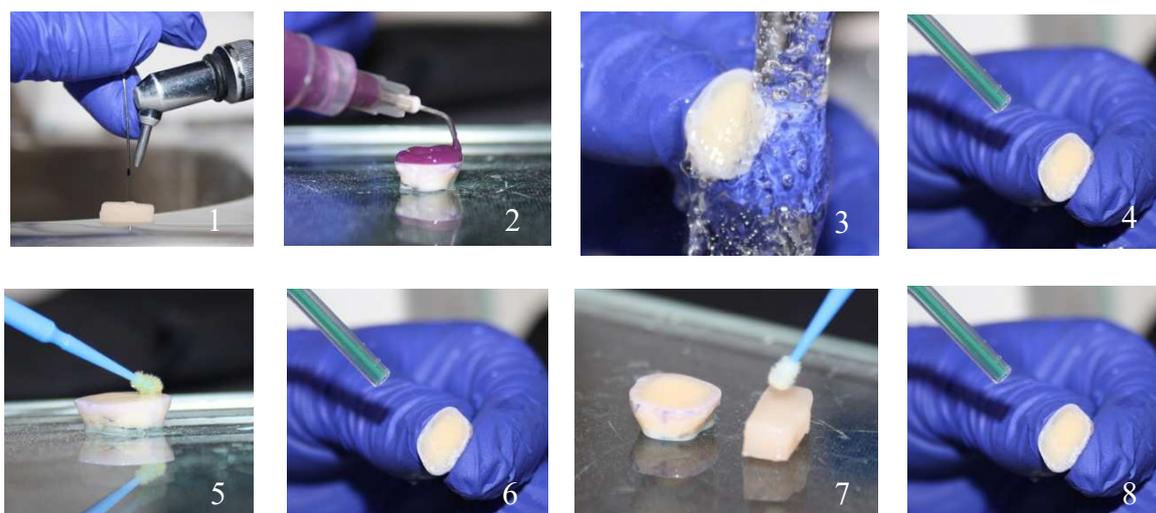


Figura 15 – Protocolo de preparação dos dentes antes da cimentação.

1 – aplicação do jato; 2 – condicionamento ácido da dentina; 3 – lavagem abundante com água; 4 – secagem levemente com o ar; 5 – aplicação do primer; 6 – secagem com leve jato de ar; 7 – aplicação do adesivo; 8 – secagem com leve jato de ar.

Na Tabela 4 e na Tabela 5 são descritas as preparações das restaurações.

Tabela 4 - Preparação dos blocos de resina composta Filtek™ Z100 (3M ESPE, St. Paul, MN, US)

Técnica de Aplicação

1. Descontaminar a superfície interna com álcool
 2. Aplicar jato (*Cojet - 3M ESPE, St. Paul, MN, USA*) na superfície interna da peça a 10 mm padronizado com arame ortodôntico – 5 segundos
 3. Aplicar ácido ortofosfórico 37,5% na superfície interna - 1 minuto
 4. Lavar abundantemente - 1 minuto - secar levemente com ar - 5 segundos (a uma distância de 10 mm do dente padronizado com arame ortodôntico)
 5. Aplicar o silano com *micro-brush* e secar - 1 minuto - a 100 °C na máquina de vácuo Machine III Vacuum Former (T&S Dental & Plastics Inc, Myerstown, USA), calibrada com o termômetro Fluke 63 Infrared Thermometer (Fluke, Everett, Washington, USA)
 6. Aplicar adesivo com *micro-brush* em toda a superfície interna e não fotopolimerizar
-

Tabela 5 - Preparação dos blocos de Lava™ Ultimate (3M ESPE, St. Paul, MN, US)

Técnica de Aplicação

1. Descontaminar a superfície interna com álcool
 2. Aplicar jato (*Cojet - 3M ESPE, St. Paul, MN, USA*) na superfície interna da peça a 10 mm padronizado com arame ortodôntico – 5 segundos
 3. Aplicar ácido ortofosfórico a 37,5% na superfície interna - 1 minuto (a uma distância de 10 mm do dente padronizado com arame ortodôntico)
 4. Lavar abundantemente com água - 1 minuto
 5. Limpeza na cuba de ultra-sons Quantrex 310 (L&R Ultrasonics, Kearny, New Jersey, USA) em água destilada - 5 minutos
 6. Aplicar o silano com *micro-brush* e secar - 1 minuto - a 100 °C na máquina de vácuo Machine III Vacuum Former (T&S Dental & Plastics Inc, Myerstown, USA), calibrada com o termómetro Fluke 63 Infrared Thermometer (Fluke, Everett, Washington, USA)
 7. Aplicar adesivo com *micro-brush* na superfície interna e não fotopolimerizar
-

Segundo Santos et al., em 2017, o uso de silano como tratamento de superfície de restaurações indiretas aumenta a resistência adesiva das mesmas. Tendo isto em vista no presente estudo, todas as restaurações foram tratadas com silano (Santos, IC.; Delgado, A.; Monteiro, P.; Rua, J.; Polido, M.; Mendes, 2017).

Nas Tabela 6, Tabela 7 e Tabela 8 são descritas as técnicas de cimentação das restaurações.

Tabela 6 - Cimentação com resina composta Filtek™ Z100 (3M ESPE, St. Paul, MN, USA)

Técnica de Aplicação

1. Aquecer a resina composta Filtek™ Z100 (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) - 5 minutos - a 55°C no forno ENA Heat (Micerium S.p.A., Avegno, Ge, Italy)
 2. Aplicar a resina composta Filtek™ Z100 (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) na superfície interna do bloco
 3. Realizar uma pressão de 750 g no sentido vertical, padronizada com um peso - 20 segundos
 4. Fotopolimerizar - 20 segundos em cada face
 5. Aplicar glicerina e fotopolimerizar - 10 segundos em cada face
-

Tabela 7 - Cimentação com resina composta Filtek™ Bulk Fill (3M ESPE, St. Paul, MN, USA)

Técnica de Aplicação

1. Aquecer a resina composta Filtek™ Bulk Fill (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) - 5 minutos - a 55 °C no forno ENA Heat (Micerium S.p.A., Avegno, Ge, Italy)
 2. Aplicar a resina composta Filtek™ Bulk Fill (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) na superfície interna do bloco
 3. Realizar uma pressão de 750 g no sentido vertical, padronizada com um peso - 20 segundos
 4. Fotopolimerizar - 20 segundos em cada face
 5. Aplicar glicerina e fotopolimerizar - 10 segundos em cada face
-

Tabela 8 - Cimentação com cimento de resina RelyX™ Veneer (3M ESPE, St. Paul, MN, USA)

Técnica de Aplicação

1. Aplicar o cimento de resina RelyX™ Veneer (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) na superfície interna do bloco
 2. Realizar uma pressão de 750 g no sentido vertical, padronizada com um peso - 20 segundos
 3. Fotopolimerizar durante 20 segundos em cada face
 4. Aplicar glicerina e fotopolimerizar - 10 segundos em cada face
-

Na Figura 16 é possível observar a cimentação das restaurações com RelyX™ Veneer (3M ESPE, St. Paul, MN, USA).

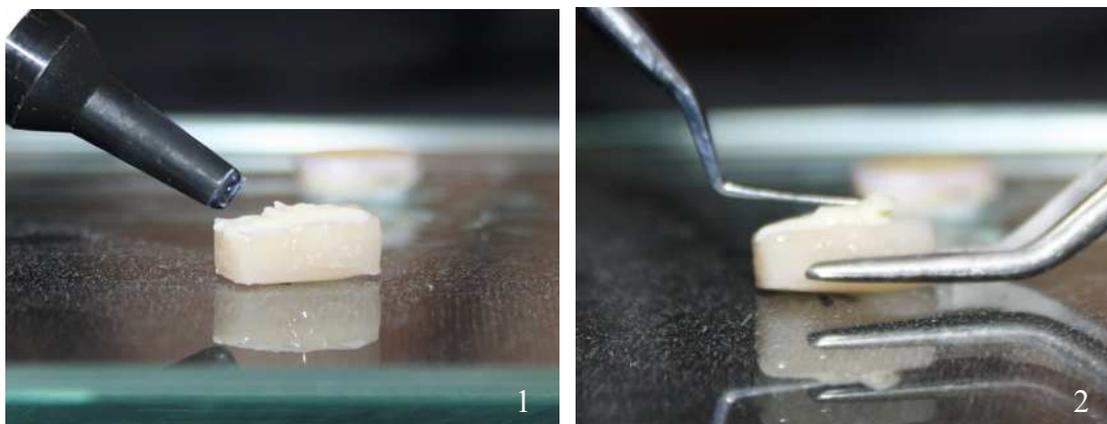


Figura 16 – Cimentação com RelyX™ Veneer (3M ESPE, St. Paul, MN, USA)

1 e 2 – Colocação e espatulação do cimento de resina

No momento imediatamente anterior à cimentação, de acordo com os protocolos de Batalha-Silva et al. (2013) e Magne et al. (2005), o adesivo colocado sobre os dentes e sobre as restaurações não foi fotopolimerizado de modo a não interferir no correto assentamento das peças evitando prejudicar a coesividade da adesão.

O fotopolimerizador (Figura 17) utilizado foi o Elipar™ DeepCure S (3M, St. Paul, MN, USA) com uma luz de LED de potência de $1,470 \text{ mW}/\text{cm}^2$ (- 10% / + 20%), de acordo com o fabricante, e com um comprimento de onda situado entre os 430 nm e os 480 nm. Para controlar a intensidade da radiação, a cada 5 utilizações, a mesma era medida no radiômetro incorporado no fotopolimerizador.

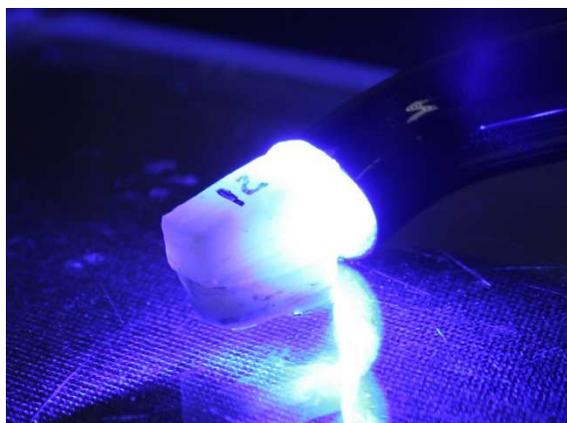


Figura 17 - Fotopolimerizador

Após a cimentação, todas as amostras foram novamente armazenadas em água destilada, numa estufa a $37 (\pm 2)$ °C (Memmert INE 400, Memmert, Germany), durante 24 horas.

Decorridas as 24 horas, as amostras foram seccionadas em palitos, com uma secção de $1 \pm 0,2$ mm. As amostras foram cortadas na direção X e Y com uma lâmina diamantada, a baixa rotação e com irrigação constante de água, no micrótomo de tecidos duros (Armstrong et al., 2017).

Posteriormente à sua preparação, os palitos foram armazenados em água destilada, numa estufa a $37 (\pm 2)$ °C (Memmert INE 400, Memmert, Germany) e, posteriormente, testados na máquina de teste universal (Armstrong et al., 2017).

4. Testes de Microtração

Para executar o teste de microtração na máquina de testes universal (Shimadzu Autograph AG-IS, Tokyo, Japan), os palitos foram fixados a um *jig* de aço inoxidável (Figura 18) com cola de cianocrilato (Zapit, Dental Ventures of America, Corona, CA, USA), deixando a interface adesiva livre de cola.

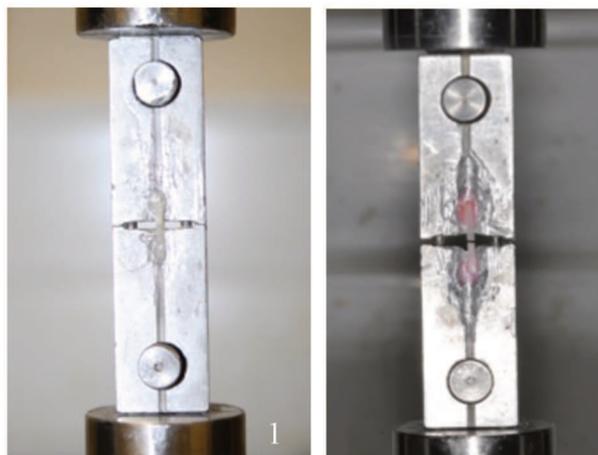


Figura 18 – (1) Jig de aço inoxidável com o palito na máquina de testes universal (2) Palito após ocorrer a fratura.

Na máquina de testes universal (Shimadzu Autograph AG-IS, Tokyo, Japan) (Figura 19), cada palito foi sujeito a uma força de tração, à velocidade de 1mm/1min, até ocorrer fratura (Figura 18) (Armstrong et al., 2017).



Figura 19 - Máquina de testes universal (Shimadzu Autograph AG-IS, Tokyo, Japan)

Após a fratura e com o auxílio de uma craveira digital, a falha dos palitos foi medida apenas num dos lados dos mesmos, sendo a área aderida calculada em mm². As resistências adesivas (μ TBS), expressas em MPa, foram obtidas como resultado da divisão da força aplicada no momento da fratura (N) pela área de superfície aderida (mm²) (Armstrong et al., 2017).

Como unidade experimental foi considerado o dente, assumindo-se como cada observação independente no teste de microtração a média dos valores de tenção dos palitos de cada dente (Armstrong et al., 2017).

Os vários tipos de falha (Figura 20) foram analisados com um estereomicroscópio (EMZ-8TR, Meiji Techno Co., Ltd., Saitama, Japan), com uma ampliação de 20x, com o intuito de serem classificadas de acordo com o seguinte:

- Falha adesiva, caso a falha tenha ocorrido na interface adesiva
- Falha coesiva, caso a falha tenha ocorrido exclusivamente em dentina, no agente de cimentação, ou na restauração.
- Falha mista, caso a falha tenha conjugado falha adesiva e coesiva.



Figura 20 - Esquema ilustrativo do tipo de falhas

As falhas coesivas foram registradas, tal como as falhas pré-teste, sendo no entanto descartadas da análise estatística. As falhas pré-teste são falhas que ocorrem anteriormente ao teste de microtração e que não foram causadas por erro humano (Armstrong et al., 2017).

5. Análise Estatística

Para a análise estatística foram utilizados vários testes de acordo com as variáveis em estudo. Para se conseguir aceitar ou rejeitar a hipótese nula definiu-se um nível de significância. Este nível de significância foi fixado em $(\alpha) \leq 0,05$. Estatística descritiva como frequências, médias e desvios padrão foram calculados. Foram efetuadas comparações inferenciais entre grupos, no que toca ao teste de resistência adesiva por microtração (μ TBS), recorrendo ao teste ANOVA *two-way* comparando os dois fatores (material restaurador e agente de cimentação).

Para analisar a relação entre o material restaurador ou agente de cimentação e o tipo de fratura, quantificaram-se os tipos de fratura obtidos em cada grupo. Estas comparações foram efetuadas através do teste Qui-Quadrado de Pearson.

Esta análise estatística foi efetuada com o *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versão 24.0 para Windows.

V. Resultados

Para simplificar a exposição dos dados obtidos utilizaram-se as siglas com os seguintes significados:

- RC – Resina Composta
- LAVA - Lava™ Ultimate
- Z100 - Filtek™ Z100
- Bulk Fill - Filtek™ Bulk Fill
- Relyx - RelyX™ Veneer

1. Análise da resistência adesiva (μ TBS)

Para a comparação das médias da resistência adesiva dos 6 grupos recorreu-se ao teste ANOVA *two-way*, no qual:

- Não se verificam diferenças estatisticamente significativas de resistência adesiva entre os três materiais de cimentação, $p = 0,296$.
- Não se verificam diferenças estatisticamente significativas de resistência adesiva entre os dois materiais de restauração, $p = 0,055$.
- Não se verificam diferenças estatisticamente significativas de resistência adesiva de um agente de cimentação com diferentes materiais de restauração, $p = 0,147$.

o.

Tabela 9, no Gráfico 1 e no Gráfico 2 estão registados os valores das médias e dos desvios padrão de cada grupo.

Tabela 9 - Média e desvio padrão da resistência adesiva (MPa)

<i>Grupo</i>	Média (MPa)	Desvio Padrão
RC + Filtek™ Z100	25,8500	5,24891
RC + Filtek™ Bulk Fill	35,1370	6,38026
RC + RelyX™ Veneer	35,8766	10,73295
Lava + Filtek™ Z100	22,3272	3,80397
Lava + Filtek™ Bulk Fill	23,7513	7,57395
Lava + RelyX™ Veneer	40,5006	14,40470

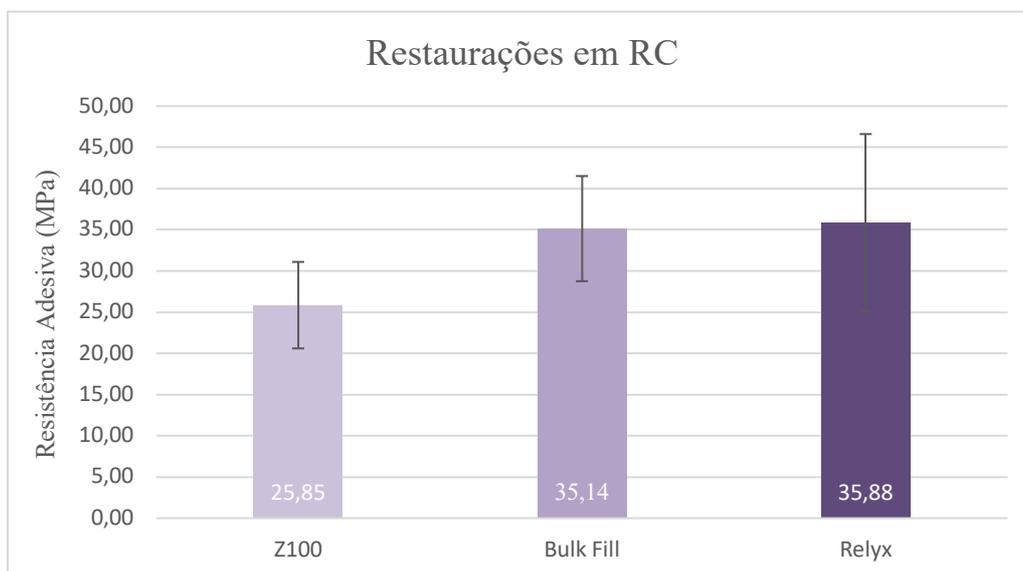


Gráfico 1 - Médias (MPa) e desvios padrão da resistência adesiva para a restauração em RC

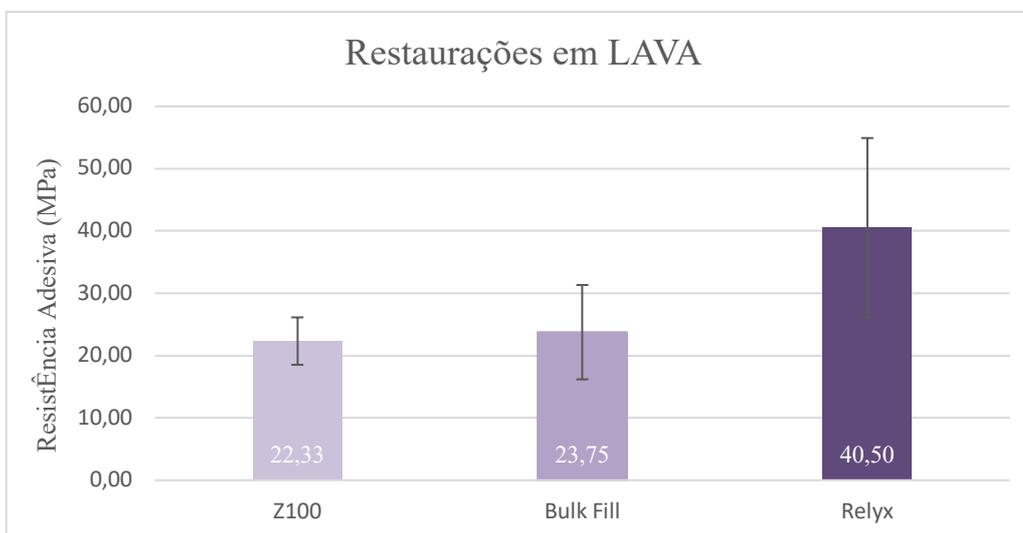


Gráfico 2 - Médias (MPa) e desvios padrão da resistência adesiva para a restauração em LAVA

2. Análise do tipo de falha

As fraturas obtidas entre os diferentes materiais de cimentação consoante o tipo de material restaurador indireto foram quantificadas na tabela seguinte e apresentadas no gráfico de barras abaixo para facilitar a interpretação (Tabela 10 e Gráfico 3). De referir que a falha adesiva predomina em todos os grupos experimentais.

Tabela 10 - Quantificação das falhas obtidas em cada grupo

<i>Grupo</i>	Falha Adesiva	Falha Mista	Total
RC + Filtek™ Z100	48	9	57
RC + Filtek™ Bulk Fill	58	7	65
RC + RelyX™ Veneer	77	2	79
Lava + Filtek™ Z100	68	4	72
Lava + Filtek™ Bulk Fill	60	2	62
Lava + RelyX™ Veneer	75	2	77

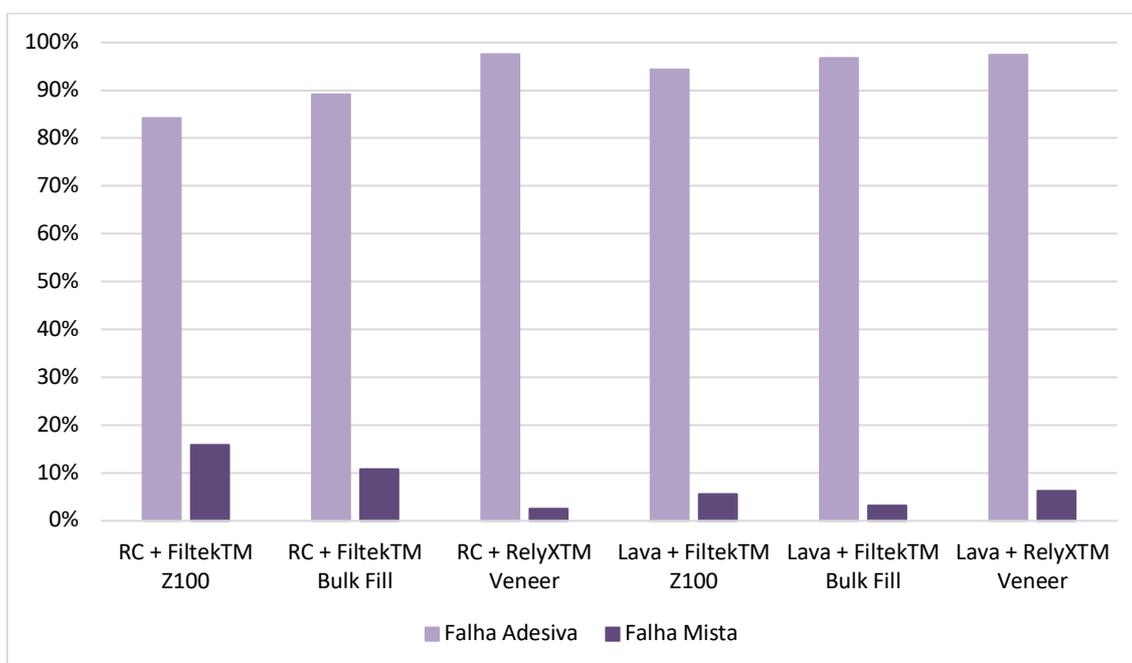


Gráfico 3 - Percentagem do tipo de falhas obtidas em cada grupo

VI. Discussão

A grande procura de tratamentos estéticos pelos doentes torna a dentisteria adesiva uma área em constante evolução. O progresso colossal da adesão micromecânica e química, e a simplificação dos materiais dentários, proporcionam a execução de restaurações eficazes, estáveis, duradouras, e ainda biomiméticas. As restaurações indiretas, para além de responderem positivamente a estes requisitos, permitem conservar estrutura dentária (Hopp & Land, 2013).

Uma revisão bibliográfica, focada em materiais e técnicas utilizadas na cimentação adesiva de restaurações indiretas em resina composta, reporta que cada procedimento clínico pertencente à confeção destas, tem impacto na sua longevidade e estética. No entanto, de acordo com a literatura reportada, a cimentação dá indícios de ser o passo clínico mais crítico. Isto torna o seu sucesso a longo prazo dependente do conhecimento dos princípios de adesão e da aplicação correta dos protocolos. Respeitando estes, é possível obter uma ligação durável entre a estrutura dentária e os materiais de restauração (D’Arcangelo et al., 2015).

Desta forma, este estudo teve como principal objetivo a avaliação da resistência adesiva de distintas resinas compostas, usadas como agentes de cimentação adesiva de materiais restauradores indiretos, em resina composta Filtek™ Z100 e Lava™ Ultimate. Para responder a este objetivo efetuou-se o teste de microtração (μ TBS). Este é considerado o teste com maior fiabilidade para testar a resistência adesiva aos tecidos mineralizados do dente (Armstrong et al., 2017).

Este estudo foi realizado em conformidade com a norma ISO/TS 11405:2015, permitindo a standardização dos dados obtidos *in vitro*, contribuindo para uma eventual correlação com o desempenho clínico das resinas compostas em estudo.

No que diz respeito à preparação das amostras, segundo Armstrong et al. em 2017, e Loguercio et al. em 2014, depois do corte dos dentes que expõe a dentina média, de modo a permitir uma aproximação da preparação *in vivo*, simulou-se a *smear layer*. Esta camada de detritos foi produzida por uma máquina polidora, usando um disco de lixa SiC de granulação 600, durante 60 segundos, sob água corrente.

Investigações recentes na área da adesão focam-se principalmente na procura de estratégias que visam aumentar a resistência adesiva à dentina, bem como combater a degradação decorrente do envelhecimento e, adicionalmente, obter uma simplificação do modo de aplicação dos sistemas adesivos.

No protocolo de preparação dentária usado nesta investigação foi efetuado IDS. Esta técnica é considerada ideal para a adesão à dentina, pois as fibrilhas não colapsam e problemas como a desidratação ou a contaminação são reduzidos. Ocorre, então, uma adesão livre de stress que favorece uma melhor adaptação da restauração indireta, e uma diminuição da probabilidade de microfiltração e de sensibilidade pós-operatória (Magne, 2005).

Apesar da constante simplificação na aplicação de sistemas adesivos, a técnica *Etch-and-Rinse* de três passos continua a ser a que melhor resultado demonstra em resistência adesiva. Para este efeito foi utilizado o sistema adesivo Optibond™ FL (Kerr, Orange, CA, USA), um *Etch-and-Rinse* de três passos, ainda considerado o *gold standard* da adesão (Brigagão et al., 2017; D’Arcangelo et al., 2015; Ferreira-Filho et al., 2018). Para além da sua reconhecida performance, o Optibond™ FL tem partículas de carga que representam 48% do seu peso total. Isto, tornando-o ideal na cimentação adesiva de restaurações indiretas, garante uma transferência de stress e forças eficaz, bem como longevidade. Também foi demonstrado que este adesivo em comparação com outros, forma uma camada híbrida uniforme sobre toda a superfície dentária preparada, e suficientemente espessa para poder ser jateada, como demonstrado pelo estudo desenvolvido no IUEM, em 2014. Ao aplicar glicerina sobre o adesivo é permitida a polimerização da camada mais externa inibida pelo oxigénio (Magne, 2005; Stavridakis, M; Krejci, I; Magne, 2005).

Este estudo avaliou restaurações indiretas em resina composta e LAVA™ Ultimate, estendendo a aplicação de resinas *bulk fill* como agente de cimentação a novos materiais.

As resinas compostas *bulk fill* introduzidas no mercado são uma evolução das resinas compostas convencionais. De acordo com os fabricantes, estas novas resinas ao permitirem uma maior penetração de luz devido ao aumento da translucidez, possibilitam a restauração de cavidades com incrementos mais espessos que os habituais 2 mm. Isto

acontece porque, segundo os fabricantes, nalgumas destas resinas, para além das habituais canforoquinonas, existem fotoiniciadores alternativos. Este fotoiniciadores alterativos, mais reativos, deixam-se ativar por menores comprimentos de onda de luz (luz violeta). Desta forma as resinas compostas *bulk fill* têm a vantagem de, na polimerização, poderem receber luz com um amplo espectro de comprimentos de onda (luz azul e luz violeta). Adjuvante a isto, estas novas resinas quando comparadas com resinas fluídas e não fluídas, nanohíbridas ou microhíbridas, apresentam um valor de contração de polimerização inferior (Fronza et al., 2018, 2015; Shimokawa et al., 2018; Tauböck et al., 2015).

De notar que existem poucos estudos sobre a cimentação de restaurações indiretas com recurso a estas resinas compostas. Posto isto, torna-se pertinente investigar se estas resinas têm um desempenho adesivo favorável.

As restaurações indiretas diferem das diretas na interface adesiva ao possuírem um agente de cimentação. Assim, os defeitos marginais na interface muitas vezes devem-se ao agente escolhido. De entre todos os materiais destinados a este efeito, os cimentos resinosos são considerados os adesivos padrão. No entanto, estes apresentam algumas desvantagens, tais como a solubilidade e absorção de água, fraca estabilidade da cor e integridade marginal. Todos estes fatores se exacerbam com o envelhecimento. As resinas compostas têm sido, recentemente, sugeridas como meio de cimentação alternativo para restaurações indiretas de forma a combater os problemas levantados por estes cimentos. Antes, isto apenas ocorria no sector anterior. A elevada percentagem de material inorgânico presente nas resinas compostas confere-lhe um melhor desempenho a nível marginal e a nível mecânico quando comparados com os cimentos convencionais. Para além disso, as resinas compostas, ao serem apenas fotopolimerizáveis, são desprovíeis de ativadores químicos associados à alteração da cor. Alguns estudos observaram que as resinas, quando aquecidas, desenvolvem um grau de conversão idêntico aos cimentos de resina, para além de que ao tornarem-se menos viscosas facilitam a sua manipulação por parte do clínico (Goulart et al., 2018; Magne et al., 2018).

Tendo em conta as vantagens dos cimentos fotopolimerizáveis sobre os de dupla polimerização ou autopolimerizáveis, nesta investigação optou-se pelo uso do cimento de resina RelyX™ Veneer. Este cimento resinoso classificado como fotopolimerizável está

indicado para a cimentação de restaurações indiretas quer em resina composta quer em nanocerâmica. Clinicamente, estes cimentos apresentam melhor performance concedendo ao médico dentista um maior tempo de trabalho, propriedades de manuseamento facilitadas, maior estabilidade da cor e uma mistura homogênea (Addison, Marquis, & Fleming, 2008; de Lima, Santos, Durão, Nascimento, & Braz, 2016; Good, Orr, & Mitchell, 2008; Tian, Tsoi, Matinlinna, & Burrow, 2014).

No que toca aos resultados obtidos no presente estudo não se verificaram diferenças estatisticamente significativas entre os valores de resistência adesiva dos diferentes materiais usados para cimentação adesiva (Filtek™ Z100, Filtek™ Bulk Fill e RelyX™ Veneer,). Em termos adesivos, testados no imediato, todos os materiais se comportam de maneira semelhante. Por conseguinte, as hipóteses nulas 1 e 2 são aceites. As hipóteses alternativas são rejeitadas.

Estes resultados vão de encontro aos obtidos num estudo realizado em 2017, no Instituto Universitário Egas Moniz, para obtenção do grau de Mestre. Estes autores testaram as mesmas resinas compostas na cimentação de restaurações em dissilicato de lítio e resina composta, obtendo resultados similares aos do presente estudo. No que toca às restaurações em resina composta Filtek™ Z100, na presente investigação, todos os materiais de cimentação obtiveram valores de resistência adesiva semelhantes, por excesso, aos do estudo acima referenciado. Embora os resultados não apresentem diferenças estatisticamente significativas, verifica-se uma grande proximidade entre os valores obtidos pela resina composta Filtek™ Bulk Fill e o cimento de resina RelyX™ Veneer nas restaurações indiretas de resina composta Filtek™ Z100. Já nas restaurações em LAVA™ Ultimate 3M ESPE o comportamento da resina composta Filtek™ Bulk Fill, quanto à resistência adesiva, aproxima-se mais do apresentado pela resina composta Filtek™ Z100. No estudo desenvolvido no IUEM, em 2017, os valores de resistência adesiva da resina composta *bulk fill* assemelham-se mais aos obtidos pela resina composta Filtek™ Z100, tanto para as restaurações em resina composta, como para as restaurações em dissilicato de lítio.

Ainda comparativamente ao estudo acima referenciado, os valores de resistência adesiva para a resina composta Filtek™ Z100 quando utilizada como agente de cimentação assemelham-se aos da presente investigação. Magne et al. (2005) apresenta valores

superiores para cimentação com esta resina composta. Neste estudo as restaurações indiretas foram efetuadas após 2, 7 e 12 semanas do IDS, o que pode justificar a diferença dos valores, já que a força de adesão dentinária se desenvolve progressivamente ao longo do tempo.

No entanto, os valores de resistência adesiva da resina composta Filtek™ Bulk Fill são superiores na presente investigação quando comparados com os do estudo desenvolvido no IUEM, em 2017. Assim sendo e, de acordo com os mesmos, podemos verificar que, quanto à resistência adesiva, as resinas compostas *bulk fill* apresentam um desempenho favorável como agentes de cimentação, embora sem diferenças estatisticamente significativas. Isto independentemente do material restaurador utilizado.

Os resultados de Goulart et al. (2018) também apoiam os obtidos no presente estudo, apresentando valores de resistência adesiva semelhantes para a cimentação de restaurações indiretas em resina composta e LAVA™ Ultimate 3M ESPE, com resinas compostas aquecidas, embora de marcas comerciais diferentes. No entanto, quando comparados os valores de resistência adesiva dos grupos cimentados com cimento de resina, verifica-se que os mesmos são inferiores aos do presente estudo. Alguns dos procedimentos protocolares do estudo referenciado são distintos, como a técnica adesiva e o sistema adesivo utilizado, um menor tempo de exposição ao disco de lixa SiC ou a temperatura a que a resina composta foi aquecida, o que pode justificar esta diferença dos valores.

Estudos como o de Kassotakis et al. (2015) apresentam valores de resistência adesiva muito superiores de cimentação de LAVA™ Ultimate 3M ESPE com resina composta aquecida. Este estudo também apresenta diferenças no protocolo realizado, das quais são exemplo o polimento das superfícies dentárias seccionadas com disco de lixa grão de 1200 a 4000 e o uso de um sistema adesivo multimodo. A utilização deste tipo de sistema adesivo poderá trazer uma vantagem significativa por conter o monómero funcional 10-MDP. Desta forma, existe um maior potencial para a ligação química da resina composta com a superfície dentária, adicional à retenção micromecânica conferida pelo Optibond™ FL.

O cimento de resina RelyX™ Veneer obteve os maiores valores de resistência adesiva para ambas as restaurações, apesar dos valores não terem sido estatisticamente significativos em comparação com os materiais alternativos. As investigações de Flury et al, em 2016 e o estudo desenvolvido em 2017, no IUEM, entram em concordância com estes valores, onde os cimentos de resina atingem maiores valores de adesão e demonstram melhor longevidade.

Estes resultados evidenciam que as resinas compostas *bulk fill* poderão ser usadas como opção clínica, pelo menos do ponto de vista adesivo, na cimentação de restaurações indiretas CAD/CAM. Serão necessários mais estudos para complementar estes resultados, no que toca a propriedades mecânicas do material, grau de conversão *in situ* e, especialmente, comportamento adesivo ao longo do tempo (face à degradação).

Ao observar o estudo de D'Arcangelo et al. (2014), é possível constatar que restaurações indiretas em resina composta cimentadas com resinas compostas aquecidas, ao fim de 5 anos, apresentam uma adaptação marginal satisfatória. Assim, como já referido, estudos clínicos são de extrema importância para averiguar a adaptação marginal de restaurações indiretas cimentadas com resinas compostas *bulk fill* a longo prazo e, desta forma, poder determinar o comportamento das mesmas em situação *in vivo*.

As restaurações fabricadas a partir da tecnologia CAD/CAM revelaram-se alternativas com uma taxa de sucesso elevada, estabilidade da cor, boa adaptação marginal e um desgaste clinicamente aceitável. Assim, ao longo dos últimos anos, assistimos a um aumento exponencial do uso desta técnica. A grande variabilidade de materiais que o CAD/CAM coloca ao dispor do clínico permite-lhe escolher o que melhor se adapta a cada situação específica. Através desta abordagem particularmente inovadora, o médico dentista é capaz de fornecer aos seus doentes restaurações indiretas de grande qualidade numa única consulta, reduzindo o tempo de cadeira, dispensando o uso de materiais de impressão e conseqüentemente os custos laboratoriais são diminuídos. Com a utilização do *scanner* intraoral o preparo dentário é processado num computador, no qual a peça é desenhada e finalmente fresada (Batalha-Silva et al., 2013; Flury et al., 2016; Peumans et al., 2016).

De forma a acompanhar os avanços, neste estudo optou-se pelo uso de um material restaurador CAD/CAM tendo em vista que cada vez mais os consultórios médico-dentários recorrem a esta abordagem inovadora. Por outro lado, vários autores concluíram que as técnicas indiretas em resina composta provaram ser clinicamente aceitáveis no que diz respeito à sua sobrevivência e resultado estético a longo prazo (Ausiello et al., 2017; Boitelle, Mawussi, Tapie, & Fromentin, 2014).

De acordo com a revisão bibliográfica de D’Arcangelo et al., (2015), já anteriormente referenciada, as restaurações indiretas em resina composta oferecem uma alternativa estética às cerâmicas, para dentes posteriores. Ao demonstrarem um desempenho clínico comparável, mas com um custo relativamente baixo, o seu uso aumentou exponencialmente. Tal facto é apoiado por um estudo *in vivo*, também ele feito por D’Arcangelo et al. (2014), onde se concluiu que estas restaurações oferecem um tratamento bem sucedido, proporcionando uma boa preservação do remanescente dentário sadio. Por serem muito utilizadas, é de todo o interesse ser testada a sua resistência adesiva na cimentação com resinas compostas *bulk fill*, bem como compará-las com outros materiais restauradores.

Diferenças estatisticamente significativas não foram observadas entre o tipo de material restaurador utilizado. As restaurações em resina composta apresentam valores de resistência adesiva similares à LAVA™ Ultimate. Mesmo assim, os valores registados para a nanocerâmica testada são ligeiramente inferiores, à exceção de quando cimentada com RelyX™ Veneer. Isto é contrariado pelos resultados de Belli et al. (2014), que demonstram que a LAVA™ Ultimate se apresenta mais resistente mecanicamente à fadiga do que as restaurações indiretas em resina composta. De notar, ainda, que os valores de resistência adesiva obtidos nas restaurações em LAVA™ Ultimate relativamente aos três diferentes agentes de cimentação são superiores aos obtidos nas restaurações em dissilicato de lítio, no estudo do IUEM, em 2017, o que contraria os resultados obtidos por Belli et al. (2014). Segundo este autor, restaurações em dissilicato de lítio obtiveram uma maior resistência adesiva comparativamente às restaurações em LAVA™ Ultimate. Este estudo, anteriormente referido, testa a resistência adesiva dos diferentes materiais de restauração ao cisalhamento, sendo que as diferenças entre os valores registados também podem resultar dos diferentes tipos de força aplicados. Por outro lado, é verdade que a cerâmica de vidro é mais sensível ao ácido, no entanto as nanocerâmicas possuem um

módulo de elasticidade semelhante às resinas compostas usadas na cimentação (Filtek™ Z100 e Filtek™ Bulk Fill), o que fornece uma ligação fiável e uma distribuição uniforme da tensão. Isto, de acordo com Hikita et al. (2007), pode sugerir que um agente de cimentação à base de resina é mais adequado para unir materiais resinosos indiretos.

Quando avaliamos o tipo de falhas obtidas, averiguamos que os resultados revelam uma grande predominância de falhas adesivas em qualquer um dos grupos, quer na adesão à resina composta quer na adesão à nanocerâmica.

Segundo um estudo de Ferracane, Lohbauer, & Palin (2016), ao avaliar os tipos de falhas é possível determinar que o elemento mais fraco envolvido em todo o complexo é a interface adesiva, como sugerido pela predominância de falhas deste tipo. É ainda importante referir que o número de espécimes obtidos por dente difere entre si, e conseqüentemente, o número de espécimes testados em cada grupo, também difere. De certa forma, esta diferença pode influenciar os resultados.

Podemos ainda concluir que utilizar restaurações em resina composta ou em LAVA™ Ultimate, em termos de resultados factográficos, é idêntico. Estes valores estão em concordância com os obtidos no estudo do IUEM, em 2017, e Kassotakis et al. (2015).

A inexperiência do operador, a curva de aprendizagem na preparação das amostras e obtenção dos espécimes, bem como a realização do teste de microtração podem, de certa forma, justificar as diferenças verificadas nos resultados obtidos neste estudo quando comparados com outras investigações (Adebayo, Burrow, & Tyas, 2008; Sirisha, Kantheti; Rambabu, Tankonda; Ravishankar, Yalavarthi ; Ravikumar, 2014)

Além disso, o sistema adesivo Optibond™ FL (Kerr, Orange, CA, USA) exige uma certa sensibilidade na técnica adesiva de 3 passos, *Etch-and-Rinse*, à qual, também, se podem associar essas diferenças nos valores (Sezinando, 2014).

Este estudo trata de uma continuação da investigação realizada pelo IUEM, em 2017, acerca de resinas compostas *bulk fill* utilizadas na cimentação de restaurações em materiais distintos. Assim, é possível concluir que a resina composta Filtek™ Bulk Fill possui um desempenho compatível com esta função em termos de resistência adesiva à

microtração testada *in vitro*, às 24 horas. Contudo, são essenciais estudos que testem outras propriedades inerentes a estas resinas compostas, como o grau de conversão do monómero, o desempenho mecânico a forças compressivas ou à flexão, a microinfiltração, a longevidade, entre muitas outras, para se poder afirmar com maiores certezas que estes resultados possam ter tradução clínica.

No procedimento restaurador indireto, o médico dentista tem ao seu dispor uma versatilidade de materiais a utilizar, quer sejam eles de restauração, sistemas adesivos ou materiais de cimentação. Cabe por isso ao clínico escolher os que melhor se adaptam a cada especificação clínica, com base na evidência científica. É, por isso, importante conhecer tanto as propriedades mecânicas como as estéticas da maioria dos materiais, para que o doente consiga usufruir das vantagens acopladas aos mesmos.

É importante referir que a presente investigação, realizada *in vitro*, tem limitações e vantagens que dela provêm, podendo os resultados obtidos corresponderem na totalidade ou não às condições obtidas em ambiente clínico.

VII. Conclusão

Com este estudo *in vitro* e, atendendo às limitações do mesmo, é possível concluir que:

1. Tanto as resinas compostas Filtek™ Z100 e Filtek™ Bulk Fill como o cimento de resina RelyX™ Veneer podem ser utilizados, do ponto de vista adesivo, na cimentação de restaurações indiretas, independentemente do material das mesmas, já que não foram obtidas diferenças estatisticamente significativas relativamente à resistência adesiva.
2. Os valores de adesão mais elevados foram obtidos com o cimento de resina RelyX™ Veneer, quer nas restaurações em resina composta quer nas restaurações em LAVA™ Ultimate.
3. A restauração em LAVA™ Ultimate quando cimentada com o cimento de resina RelyX™ Veneer revelou os maiores valores de resistência adesiva.

Relevância Clínica

Tendo em conta as propriedades apresentadas pelas resinas compostas *bulk fill*, nomeadamente a reduzida contração de polimerização, este estudo foi desenvolvido com o objetivo de compreender se seria possível cimentar restaurações indiretas com recurso a esse agente de cimentação, do ponto de vista adesivo. Assim, seria expetável obter integração marginal melhorada e, por conseguinte, seria também obtido um melhor selamento entre a restauração e o meio oral, diminuindo o risco de infiltração de bactérias, uma das principais causas de insucesso das restaurações indiretas.

Dentro das limitações desta investigação e, através dos dados obtidos no presente estudo, podemos concluir que uma resina *bulk fill* pode ser, no que respeita à resistência adesiva imediata, uma alternativa aos habituais materiais de adesão de uma restauração indireta. De referir que a resina composta Filtek™ Bulk Fill, quando submetida à mesma temperatura e ao mesmo período de aquecimento que a resina composta Filtek™ Z100, não atinge a mesma fluidez, o que torna a sua manipulação mais difícil.

Perspetivas Futuras:

Estudos futuros deveriam concentrar-se em:

Continuar a testar a adesão de restaurações indiretas confeccionadas noutros tipos de materiais.

Testar a adesão destas resinas com sistemas adesivos diferentes.

Testar resinas compostas *bulk fill* de outras marcas comerciais na adesão de restaurações indiretas.

Avaliar outras propriedades mecânicas de diferentes restaurações indiretas confeccionadas em materiais distintos e aderidas com resinas *bulk-fill*.

Avaliar a micro-infiltração de resinas *bulk-fill*.

Realizar estudos *in vitro* com envelhecimento das amostras.

Depois de realizados todos os estudos *in vitro*, avaliar o comportamento destas restaurações com estudos clínicos.

VIII. Bibliografia

- Addison, O., Marquis, P. M., & Fleming, G. J. P. (2008). Quantifying the strength of a resin-coated dental ceramic. *Journal of Dental Research*, 87(6), 542–547. <https://doi.org/10.1177/154405910808700610>
- Adebayo, O. A., Burrow, M. F., & Tyas, M. J. (2008). Bond strength test: Role of operator skill. *Australian Dental Journal*, 53(2), 145–150. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2008.00024.x>
- Alex, G. (2015). Universal Adhesives: The Next Evolution in Adhesive Dentistry? *Compendium of Continuing Education in Dentistry*, (January), 15–26. <https://doi.org/10.1073/pnas.0703993104>
- Anusavice, K. J., Shen, C., & Rawls, H. R. (2013). *Phillips' science of dental materials* (12th editi). Elsevier Saunders.
- Armstrong, S., Breschi, L., Özcan, M., Pfefferkorn, F., Ferrari, M., & Van Meerbeek, B. (2017). Academy of Dental Materials guidance on in vitro testing of dental composite bonding effectiveness to dentin/enamel using micro-tensile bond strength (μ TBS) approach. *Dental Materials*, 33(2), 133–143. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2016.11.015>
- Ausiello, P., Ciaramella, S., Fabianelli, A., Gloria, A., Martorelli, M., Lanzotti, A., & Watts, D. C. (2017). Mechanical behavior of bulk direct composite versus block composite and lithium disilicate indirect Class II restorations by CAD-FEM modeling. *Dental Materials*, 33(6), 690–701. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2017.03.014>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2012.11.013>
- Belli, R., Geinzer, E., Muschweck, A., Petschelt, A., & Lohbauer, U. (2014). Mechanical fatigue degradation of ceramics versus resin composites for dental restorations. *Dental Materials*, 30(4), 424–432. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2014.01.003>
- Benetti, A., Havndrup-Pedersen, C., Honoré, D., Pedersen, M., & Pallesen, U. (2015). Bulk-Fill Resin Composites: Polymerization Contraction, Depth of Cure, and Gap Formation. *Operative Dentistry*, 40(2), 190–200. <https://doi.org/10.2341/13-324-L>
- Bertassoni, L. E., Orgel, J. P. R., Antipova, O., & Swain, M. V. (2012). The dentin organic

- matrix - Limitations of restorative dentistry hidden on the nanometer scale. *Acta Biomaterialia*, 8(7), 2419–2433. <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2012.02.022>
- Boitelle, P., Mawussi, B., Tapie, L., & Fromentin, O. (2014). A systematic review of CAD/CAM fit restoration evaluations. *Journal of Oral Rehabilitation*, 41(11), 853–874. <https://doi.org/10.1111/joor.12205>
- Breschi, L., Mazzoni, A., Ruggeri, A., Cadenaro, M., Di Lenarda, R., & De Stefano Dorigo, E. (2008). Dental adhesion review: Aging and stability of the bonded interface. *Dental Materials*, 24(1), 90–101. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2007.02.009>
- Brigagão, V. C., Barreto, L. F. D., Gonçalves, K. A. S., Amaral, M., Vitti, R. P., Neves, A. C. C., & Silva-Concílio, L. R. (2017). Effect of interim cement application on bond strength between resin cements and dentin: Immediate and delayed dentin sealing. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 117(6), 792–798. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.09.015>
- Cardoso, M. V., De Almeida Neves, A., Mine, A., Coutinho, E., Van Landuyt, K., De Munck, J., & Van Meerbeek, B. (2011). Current aspects on bonding effectiveness and stability in adhesive dentistry. *Australian Dental Journal*, 56(SUPPL. 1), 31–44. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2011.01294.x>
- D’Arcangelo, C., Vanini, L., Casinelli, M., Frascaria, M., De Angelis, F., Vadini, M., & D’Amario, M. (2015). Adhesive Cementation of Indirect Composite Inlays and Onlays: A Literature Review. *Compendium of Continuing Education in Dentistry (Jamesburg, N.J.: 1995)*, 36(8), 570–7; quiz 578. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26355440>
- 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. <https://doi.org/10.1007/s00784-013-1001-8>
- Davidowitz, G., & Kotick, P. G. (2011). The Use of CAD/CAM in Dentistry. *Dental Clinics of North America*, 55(3), 559–570. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2011.02.011>
- de Lima, E., Santos, R., Durão, M., Nascimento, A., & Braz, R. (2016). Universal cements: dual activated and chemically activated. *Acta Biomaterialia Odontologica Scandinavica*, 2(1), 125–129. <https://doi.org/10.1080/23337931.2016.1221314>
- Erickson, R. L., Barkmeier, W. W., & Latta, M. A. (2009). The role of etching in bonding

- to enamel: A comparison of self-etching and etch-and-rinse adhesive systems. *Dental Materials*, 25(11), 1459–1467. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2009.07.002>
- Ferracane, J. L., Lohbauer, U., & Palin, W. M. (2016). Understanding the mechanical behavior of the material-tissue and material-material interface in dental reconstructions. *Material-Tissue Interfacial Phenomena: Contributions from Dental and Craniofacial Reconstructions*, 112–146. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100330-5.00005-4>
- Ferreira-Filho, R., Ely, C., Amaral, R., Rodrigues, J., Roulet, J.-F., Cassoni, A., & Reis, A. (2018). Effect of Different Adhesive Systems Used for Immediate Dentin Sealing on Bond Strength of a Self-Adhesive Resin Cement to Dentin. *Operative Dentistry*, 43(4), 391–397. <https://doi.org/10.2341/17-023-L>
- Flury, S., Schemidt, S. Z., Peutzfeldt, A., & Lussi, A. (2016). Dentin bond strength of two resin-ceramic computer-aided design/computer-aided manufacturing (CAD/CAM) materials and five cements after six months storage. *Dental Materials Journal*, 35(5), 728–735. <https://doi.org/10.4012/dmj.2016-095>
- Fronza, B. M., Patricia, M., Sadr, A., Shimada, Y., Sumi, Y., TAGAMI, J., ... GIANNINI, M. (2018). Evaluation of bulk-fill systems: microtensile bond strength and non-destructive imaging of marginal adaptation. *Brazilian Oral Research*, 32(0), 1–12. <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0080>
- Fronza, B. M., Rueggeberg, F. A., Braga, R. R., Mogilevych, B., Soares, L. E. S., Martin, A. A., ... Giannini, M. (2015). Monomer conversion, microhardness, internal marginal adaptation, and shrinkage stress of bulk-fill resin composites. *Dental Materials*, 31(12), 1542–1551. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2015.10.001>
- Fusayama, T., Nakamura, M., Kurosaki, N., & Iwaku, M. (1979). Non-Pressure Adhesion of a New Adhesive Restorative Resin. *Journal of Dental Research*, 58(4), 1364–1370. <https://doi.org/10.1177/00220345790580041101>
- Giannini, M., Makishi, P., Almeida Ayres, A. P., Moreira Vermelho, P., Marin Fronza, B., Nikaido, T., & Tagami, J. (2015). Self-Etch Adhesive Systems: A Literature Review. *Brazilian Dental Journal*, 26(1), 3–10. <https://doi.org/10.1590/0103-6440201302442>
- Goldberg, M. (2011). Dentin structure composition and mineralization. *Frontiers in Bioscience*, E3(2), 281. <https://doi.org/10.2741/e281>
- Good, M. L., Orr, J. F., & Mitchell, C. A. (2008). In vitro study of mean loads and modes of failure of all-ceramic crowns cemented with light-cured or dual-cured luting

- cement, after 1 and 30 d of storage. *European Journal of Oral Sciences*, 116(1), 83–88. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0722.2007.00498.x>
- Goulart, M., Borges Veleda, B., Damin, D., Bovi Ambrosano, G. M., Coelho de Souza, F. H., & Erhardt, M. C. G. (2018). Preheated composite resin used as a luting agent for indirect restorations: effects on bond strength and resin-dentin interfaces. *The International Journal of Esthetic Dentistry*, 13(1), 86–97.
- Hikita, K., Van Meerbeek, B., De Munck, J., Ikeda, T., Van Landuyt, K., Maida, T., ... Peumans, M. (2007). Bonding effectiveness of adhesive luting agents to enamel and dentin. *Dental Materials*, 23(1), 71–80. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2005.12.002>
- Hilton, Thomas J., Jack L. Ferracane, J. B. (2013). *Summit's Fundamentals of Operative Dentistry*.
- Hironaka, N. G. L., Ubaldini, A. L. M., Sato, F., Giannini, M., Terada, R. S. S., & Pascotto, R. C. (2018). Influence of immediate dentin sealing and interim cementation on the adhesion of indirect restorations with dual-polymerizing resin cement. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 119(4), 678.e1-678.e8. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2018.02.001>
- Hopp, C. D., & Land, M. F. (2013). Considerations for ceramic inlays in posterior teeth: A review. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry*, 5, 21–32. <https://doi.org/10.2147/CCIDE.S42016>
- Ilie, N., Bucuta, S., & Draenert, M. (2013). Bulk-fill Resin-based Composites: An *In Vitro* Assessment of Their Mechanical Performance. *Operative Dentistry*, 38(6), 618–625. <https://doi.org/10.2341/12-395-L>
- Jang, J.-H., Park, S.-H., & Hwang, I.-N. (2015). Polymerization Shrinkage and Depth of Cure of Bulk-Fill Resin Composites and Highly Filled Flowable Resin. *Operative Dentistry*, 40(2), 172–180. <https://doi.org/10.2341/13-307-L>
- Kanca, J. (1992). Improving Bond Strength Through Acid Etching of Dentin and Bonding to Wet Dentin Surfaces. *The Journal of the American Dental Association*, 123(9), 35–43. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.1992.0248>
- Kassotakis, E. M., Stavridakis, M., Bortolotto, T., Ardu, S., & Krejci, I. (2015). Evaluation of the Effect of Different Surface Treatments on Luting CAD/CAM Composite Resin Overlay Workpieces. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 17(6), 521–528. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a35256>
- Li, R. W. K., Chow, T. W., & Matinlinna, J. P. (2014). Ceramic dental biomaterials and CAD/CAM technology: State of the art. *Journal of Prosthodontic Research*, 58(4),

- 208–216. <https://doi.org/10.1016/j.jpor.2014.07.003>
- Loguercio, A., Luque-Martinez, I., Muñoz, M., Szesz, A., Cuadros-Sánchez, J., & Reis, A. (2014). A Comprehensive Laboratory Screening of Three-Step Etch-and-Rinse Adhesives. *Operative Dentistry*, 39(6), 652–662. <https://doi.org/10.2341/13-236>
- Magne, P. (2005). Immediate Dentin Sealing : A Fundamental Procedure for Indirect Bonded Restorations, 144–154.
- Magne, P., Razaghy, M., Carvalho, M. A., & Soares, L. M. (2018). Luting of inlays, onlays, and overlays with preheated restorative composite resin does not prevent seating accuracy. *The International Journal of Esthetic Dentistry*, 13(3), 318–332. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30073216>
- Magne, P., So, W. S., & Cascione, D. (2005). Immediate dentin sealing supports delayed restoration placement. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 98(3), 166–174. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(07\)60052-3](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(07)60052-3)
- Mainjot, A. K., Dupont, N. M., Oudkerk, J. C., Dewael, T. Y., & Sadoun, M. J. (2016). From Artisanal to CAD-CAM Blocks: State of the Art of Indirect Composites. *Journal of Dental Research*, 95(5), 487–495. <https://doi.org/10.1177/0022034516634286>
- Marshall, S. J., Bayne, S. C., Baier, R., Tomsia, A. P., & Marshall, G. W. (2010). A review of adhesion science. *Dental Materials*, 26(2), 11–16. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2009.11.157>
- Mendonça, J. S., Neto, R. G., Santiago, S. L., Lauris, J. R. P., Navarro, M. F. de L., & de Carvalho, R. M. (2010). Direct resin composite restorations versus indirect composite inlays: One-year results. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 11(3), 25–32. <https://doi.org/1526-3711-685>
- Milia, E., Cumbo, E., Jose A. Cardoso, R., & Gallina, G. (2012). Current Dental Adhesives Systems. A Narrative Review. *Current Pharmaceutical Design*, 18(34), 5542–5552. <https://doi.org/10.2174/138161212803307491>
- Nakabayashi, N., Kojima, K., & Masuhara, E. (1982). The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *Journal of Biomedical Materials Research*, 16(3), 265–273. <https://doi.org/10.1002/jbm.820160307>
- Nanci, A. (2013). *Ten cate's oral histology Development, Structure, and Function* (8^o Edição). St. Louis, Missouri, EUA: Elsevier Mosby.
- Oliveira, L. R. S., Braga, S. S. L., Bicalho, A. A., Ribeiro, M. T. H., Price, R. B., & Soares, C. J. (2018). Molar cusp deformation evaluated by micro-CT and enamel

- crack formation to compare incremental and bulk-filling techniques. *Journal of Dentistry*, 74(April), 71–78. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2018.04.015>
- Pedrosa, M.; Fernandes, E.; Silva, V. (2017). *Abordagens Terapêuticas para o Encerramento de Diastemas Incisivos*. Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz. <https://doi.org/10.3748/wjg.v16.i15.1908>
- Perng-Ru Liu & Milton E. Essig. (2008). A Panorama of Dental CAD / CAM Systems, 12, 1–10.
- Peumans, M., Meerbeek, B. Van, Valjakova, E. B., Munckc, J. De, Bajraktarova, C. M., & Meerbeek, B. Van. (2016). Bonding Effectiveness of Luting Composites to Different CAD/CAM Materials. *J Adhes Dent*, 18(4), 1–14. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a36155>
- 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*, 60(4), 240–249. <https://doi.org/10.1016/j.jpor.2016.04.001>
- Ramos, J. C. (2009). *Estética em Medicina Dentária*. (E. A. Labotatórios, Ed.) (1ª Edição).
- Ritter, Andre V., Lee W. Boushell, R. W. (2018). *Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry*.
- Santos, IC.; Delgado, A.; Monteiro, P.; Rua, J.; Polido, M.; Mendes, J. (2017). Different silane treatments on bond strength to indirect resin restorations. *Journal of Adhesive Dentistry*, 19(5), 438.
- Scherrer, S. S., Cesar, P. F., & Swain, M. V. (2010). Direct comparison of the bond strength results of the different test methods: A critical literature review. *Dental Materials*, 26(2). <https://doi.org/10.1016/j.dental.2009.12.002>
- Sezinando, A. (2014). Looking for the ideal adhesive - A review. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentaria e Cirurgia Maxilofacial*, 55(4), 194–206. <https://doi.org/10.1016/j.rpemd.2014.07.004>
- Shenoy, V., & Prabhu, Mb. (2015). Computer-aided design/computer-aided manufacturing in dentistry – Future is present. *Journal of Interdisciplinary Dentistry*, 5(2), 60. <https://doi.org/10.4103/2229-5194.173229>
- Shimokawa, C. A. K., Turbino, M. L., Giannini, M., Braga, R. R., & Price, R. B. (2018). Effect of light curing units on the polymerization of bulk fill resin-based composites. *Dental Materials*, 34(8), 1211–1221. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2018.05.002>
- Silva e Souza, M. H., Carneiro, K. G. K., Lobato, M. F., Silva e Souza, P. de A. R., & de

- Góes, M. F. (2010). Adhesive systems: important aspects related to their composition and clinical use. *Journal of Applied Oral Science : Revista FOB*, 18(3), 207–214. <https://doi.org/S1678-77572010000300002> [pii]
- Sirisha, Kantheti; Rambabu, Tankonda; Ravishankar, Yalavarthi ; Ravikumar, P. (2014). Validity of bond strength tests: A critical review - Parte II. *Journal of Conservative Dentistry*, 17(5), 420–426.
- Stavridakis, M; Krejci, I; Magne, P. (2005). ImmediateDentinSealing of Onlay Preparatins : Thickness of Pre-cured Dentin Bonding Agent and Effect of Surface Cleaning, 747–757.
- Tauböck, T. T., Tarle, Z., Marovic, D., & Attin, T. (2015). Pre-heating of high-viscosity bulk-fill resin composites: Effects on shrinkage force and monomer conversion. *Journal of Dentistry*, 43(11), 1358–1364. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2015.07.014>
- Tian, T., Tsoi, J. K. H., Matinlinna, J. P., & Burrow, M. F. (2014). Aspects of bonding between resin luting cements and glass ceramic materials. *Dental Materials*, 30(7). <https://doi.org/10.1016/j.dental.2014.01.017>
- Vaidyanathan, T. K., & Vaidyanathan, J. (2009). Recent advances in the theory and mechanism of adhesive resin bonding to dentin: A critical review. *Journal of Biomedical Materials Research - Part B Applied Biomaterials*, 88(2), 558–578. <https://doi.org/10.1002/jbm.b.31253>
- van den Breemer, C. R. G., Özcan, M., Cune, M. S., van der Giezen, R., Kerdiijk, W., & Gresnigt, M. M. M. (2017). Effect of immediate dentine sealing on the fracture strength of lithium disilicate and multiphase resin composite inlay restorations. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 72, 102–109. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2017.04.002>
- Van Meerbeek, B., De Munck, J., Yoshida, Y., Inoue, S., Vargas, M., Vijay, P., ... Vanherle, G. (2003). Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Operative Dentistry-University of Washington-*, 28(3), 215–235.
- Van Meerbeek, B., Peumans, M., Poitevin, A., Mine, A., Van Ende, A., Neves, A., & De Munck, J. (2010). Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes. *Dental Materials*, 26(2), 100–121. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2009.11.148>
- Vermelho, P. M., Reis, A. F., Ambrosano, G. M. B., & Giannini, M. (2016). Adhesion of multimode adhesives to enamel and dentin after one year of water storage. *Clinical Oral Investigations*, 21(5), 1707–1715. <https://doi.org/10.1007/s00784-016-1966-1>

Vvb, F. J., Mg, O., L, N. J., & Jmf, S. (2016). Analysis and Comparison of Different Bond Strength Tests. *JSM Dentistry*, 4(5).

Yoshida, Y., & Inoue, S. (2012). Chemical analyses in dental adhesive technology. *Japanese Dental Science Review*, 48(2), 141–152.
<https://doi.org/10.1016/j.jdsr.2012.03.001>

IX. Anexos

Anexo I – Parecer da Comissão de Ética

Comissão de Ética



Proc. Interno nº 648

Ex.ma Senhora
Ana Margarida da Silva Teixeira

Monte de Caparica, 20 de junho de 2018.

Ex.ma Senhora,

Em resposta ao Pedido de Parecer que submeteu à apreciação da Comissão de Ética da Egas Moniz, com o tema denominado “Avaliação da resistência adesiva de resinas compostas na cimentação de restaurações indiretas em CAD/CAM”, foi aprovado por unanimidade.

Com os melhores cumprimentos,

A Presidente da Comissão de Ética da Egas Moniz


Prof.ª Doutora Maria Fernanda de Mesquita

Anexo II – Autorização da direção da Clínica Dentária Universitária Egas Moniz para utilização dos dentes provenientes do Banco de Dentes Humano.



EGAS MONIZ

Requisição de Dente(s) do Banco de Dentes Humano (BDH)

Código IMP/CD/EM 02_00

N.º de entrada:		/	
Data:		/ /	
Nome Aluno / Docente/ Medico Dentista	Ana Margarida da Silva Teixeira		
Número de aluno	110517	Ano curricular	5º
E-mail	anamateixeira@egmoniz.um	Telefone	963586068
Dente(s) a requisitar	30 Molares		
Objectivo da Requisição	Investigação para o projecto de trabalho final do Mestrado Integrado em Medicina Dentária com o tema "Avaliação da resistência adesiva de resinas compostas na cimentação de restaurações indirectas em CAD/CAM."		
Assinatura do Requisitante	Ana Margarida Teixeira	Data	04.06.2018
Autorização da Direcção Clínica	<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	Motivo:
Assinatura da Direcção Clínica	[Assinatura]		Data
Tomei conhecimento da resposta:			
Assinatura do Requisitante			Data