

**U. PORTO**



FACULDADE DE  
MEDICINA DENTÁRIA  
UNIVERSIDADE DO PORTO

## **MONOGRAFIA DE INVESTIGAÇÃO**

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

### ***“ESTUDO DA INFLUÊNCIA DO PRÉ-TRATAMENTO DENTINÁRIO COM ETANOL NA RESISTÊNCIA ADESIVA DE SISTEMAS UNIVERSAIS”***

CATARINA LOPES CARDOSO

**Porto, 2019**





FACULDADE DE  
MEDICINA DENTÁRIA  
UNIVERSIDADE DO PORTO

***“ESTUDO DA INFLUÊNCIA DO PRÉ-TRATAMENTO DENTINÁRIO COM  
ETANOL NA RESISTÊNCIA ADESIVA DE SISTEMAS UNIVERSAIS”***

**CATARINA LOPES CARDOSO**

Estudante do 5º ano do Mestrado Integrado em Medicina Dentária da Faculdade de Medicina Dentária  
da Universidade do Porto

[catarina-cardoso@live.com.pt](mailto:catarina-cardoso@live.com.pt)

ORIENTADOR

**João Ricardo Cardoso Ferreira**

Professor Auxiliar Convidado da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto

CORIENTADOR

**Sofia de Mello Lima Teixeira Santos Arantes e Oliveira**

Professora Associada da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade de Lisboa

Porto, 2019

*“If you really want to do something,  
you'll find a way.  
If you don't,  
you'll find an excuse.”*

*Jim Rohn*

## ÍNDICE

<b>ÍNDICES DE FIGURAS.....</b>	<b>VI</b>
<b>ÍNDICE DE TABELAS .....</b>	<b>VIII</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS .....</b>	<b>VIII</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS .....</b>	<b>IX</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>X</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>XII</b>
<b>PALAVRAS-CHAVE .....</b>	<b>XIV</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>19</b>
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>31</b>
<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>36</b>
<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>36</b>
<b>AGRADECIMENTOS.....</b>	<b>44</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>46</b>

## ÍNDICES DE FIGURAS

Figura 1 - Gel condicionador - Página 19.

Figura 2 - Sistemas de adesivos utilizados - Página 20.

Figura 3 - Etanol utilizados no estudo - Página 21.

Figura 4 - Material restaurador utilizado no estudo - Página 21.

Figura 5 - Diagrama de disposição dos espécimes - Página 22.

Figura 6 - Dentes colados em espátulas de madeira - Página 23.

Figura 7 - Dentes sem raiz colados em cilindros de acrílico - Página 23.

Figura 8 - Demonstração dos cortes efetuados em cada dente - Página 23.

Figura 9 - Demonstração do corte transversal - Página 23.

Figura 10 - Polidora usada para criar a *smear-layer* - Página 24.

Figura 11 - Procedimento adesivo - Página 25.

Figura 11A - Colocação da fita adesiva - Página 25.

Figura 11B - Condicionamento ácido - Página 25.

Figura 11C - Lavar durante 15s - Página 25.

Figura 11D - Secar levemente - Página 25.

Figura 11E - Aplicação do sistema adesivo - Página 25.

Figura 11F - Fotopolimerização do adesivo - Página 25.

Figura 11G - Colocação da primeira camada de resina composta - Página 25.

Figura 11H - As duas camadas de resina composta já colocadas - Página 25.

Figura 11I - Fotopolimerização da resina composta - Página 25.

Figura 11J - Espécime aderido - Página 25.

Figura 11L - Saturação da dentina com etanol a 100% (após condicionamento ácido no caso da técnica *Etch&Rinse*) - Página 25.

Figura 11M - Colocação dos espécimes em sacos - Página 25.

Figura 12 - Espécime na estufa - Página 27.

Figura 13 - Termociclagem dos espécimes - Página 27.

Figura 14 - Sacos com os espécimes já termocicladados - Página 27.

Figura 15 - Espécimes com os pratos fixos - Página 28.

Figura 16 - Espécime com gesso colocado - Página 28.

Figura 17 - Espécimes (vista geral) - Página 28.

Figura 18 - Espécimes na estufa - Página 28.

Figura 19 - Dispositivo que regista os valores de fratura - Página 29.

Figura 20 - Computador com o *software Serie IX* - Página 29.

Figura 21 - Dispositivo *Instron* - Página 29.

Figura 22 - Espécime devidamente colocado para iniciar o teste - Página 29.

Figura 23 - Lupa utilizada para determinar o tipo de falha - Página 29.

Figura 24 - Figura representativa dos valores do adesivo *Futurabond<sup>®</sup> M+* pela técnica *Self-Etch* em matriz saturada em água - Página 33.

Figura 25 - Figura representativa dos valores do adesivo *Futurabond<sup>®</sup> M+* pela técnica *Self-Etch* em matriz saturada em etanol - Página 33.

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Composição dos sistemas adesivos - Página 20.

Tabela 2 - Na tabela estão representados o n da amostra, a média, o desvio padrão, o valor máximo e mínimo e o *mean rank* - Página 31.

Tabela 3 - Percentagens do tipo de falhas presentes nos espécimes - Página 34.

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - No gráfico estão representados os valores da força de resistência adesiva ao cisalhamento com a utilização de etanol e sem a utilização do etanol - Página 32

Gráfico 2 - Distribuição percentual do tipo de falhas - Página 35

## LISTA DE ABREVIATURAS

SBS – *Shear Bond Strengths*;

Rpm – Rotações por minuto;

ISO/TS – *International Organization for Standardization/Technical Specification*;

s – segundos;

MPa – Megapascal;

μm -Micrómetro;

mm – Milímetro;

% - Percentagem;

°C – Grau *Celsius*.

## ABSTRACT

**Introduction:** Currently, the philosophy of dental preparations is becoming more conservative, which is only possible due to the ability of restorative materials to adhere to dental tissues. However, the greatest difficulties in obtaining a reasonable adhesion are felt essentially in the dentin, due to its ultramorphological characteristics. Thus, new methods were created, that aim to improve the adhesion to the dentin substrate, such as the adhesion in ethanol. This technique allows adhesion to be performed in a hydrophobic matrix, causing infiltration of hydrophobic resins into the interfibrillar spaces and dentinal tubules, thereby reducing hydrolysis over time.

**Aims:** The present study aims to assess if the dentin treatment with ethanol promotes higher shear bond strengths values than the conventional technique of wet bonding, as well as to assess whether the type of adhesive procedure has influence on the shear bond strength values in universal adhesive systems, taking into account the type of failure occurred for both.

**Methods:** For this purpose, 68 non-carious human molar teeth extracted for periodontal or orthodontic reasons were used. Sixty teeth were distributed to evaluate shear bond strength (SBS) and eight teeth prepared for scanning electron microscopy (SEM). They were divided into 8 groups according to the adhesive procedure and the use or absence of ethanol. Both SBS and SEM samples were prepared and underwent thermocycling.

**Results:** Effectively, there were no statistically significant differences between The *Scotchbond™ Universal* adhesive with or without the ethanol-saturated matrix for the *Etch&Rinse* and *Self-Etch* techniques ( $p=0.836$  e  $p=0,33$ ). but there was between the *Etch & Rinse* and *Self-Etch* adhesive procedures for the matrix saturated with water ( $p=0,000$ ). However, the same is not true to the *Futurabond® M+*, which was strongly influenced by ethanol, resulting in higher shear bond strengths values mainly for the technique of *Self-Etch* ( $p=0,000$ ).

**Conclusion:** Therefore, the ethanol wet adhesion had only an influence on the behavior of the *Futurabond® M+* adhesive, probably due to its composition, which makes it a less stable adhesive when compared to *Scotchbond™ Universal*. The results show that the composition of *Scotchbond*

*Universal* seems to be more stable, since it does not undergo relevant alterations when the dentin matrix is saturated in ethanol.

## RESUMO

**Introdução:** Atualmente, a filosofia dos preparos dentários é cada vez mais conservadora, o que só é possível graças à capacidade de adesão dos materiais restauradores aos tecidos dentários. Contudo, as maiores dificuldades em se obter uma boa adesão fazem-se sentir essencialmente na dentina, devido às suas características ultramorfológicas. Desta forma, foram criadas novas medidas que visam melhorar a adesão ao substrato dentinário, das quais se pode destacar a adesão húmida em etanol. Esta técnica permite que a adesão seja realizada numa matriz hidrofóbica, fazendo com que ocorra infiltração nos espaços interfibrilares e nos túbulos dentinários de resinas hidrofóbicas, reduzindo-se assim a hidrólise ao longo do tempo.

**Objetivos:** O presente estudo tem como objetivo avaliar se o tratamento dentinário com etanol promove valores de resistência adesiva superiores quando comparado com a técnica convencional de adesão húmida bem como, avaliar se o tipo de procedimento adesivo tem influência nas forças de resistência adesiva ao cisalhamento em sistemas adesivos universais, tendo em conta o tipo de falha ocorrido para ambas.

**Metodologia:** Para o efeito, foram utilizados 68 dentes molares humanos, não cariados, extraídos por razões periodontais ou ortodônticas, tendo sido distribuídos 60 dentes para avaliação das forças de resistência adesiva ao cisalhamento (*SBS*) e 8 dentes preparados para microscopia eletrónica de varrimento (*MEV*). Foram divididos em 8 grupos consoante a técnica adesiva e a utilização ou não de etanol. As amostras foram preparadas e termocicladas tanto para *SBS* como para *MEV*.

**Resultados:** Efetivamente, para o adesivo *Scotchbond™ Universal* não existiram diferenças estatisticamente significativas com e sem matriz saturada em etanol, para ambas as técnicas ( $p=0,836$  e  $p=0,33$ ). Contrariamente ao que se verifica para as técnicas *Etch&Rinse* e *Self-Etch* em matriz saturada em água ( $p=0,000$ ). Contudo, o mesmo não se verificou para o *Futurabond® M+* que foi bastante influenciado pelo etanol, originando valores elevados de força de resistência adesiva ao cisalhamento principalmente pela técnica *Self-Etch* ( $p=0,000$ ).

**Conclusões:** Assim, a adesão húmida em etanol apenas teve influência no comportamento do adesivo *Futurabond<sup>®</sup> M+*, provavelmente devido à sua composição, o que faz dele um adesivo menos estável quando comparado com o *Scotchbond<sup>™</sup> Universal*. Os resultados mostram que a composição do *Scotchbond<sup>™</sup> Universal* parece ser mais estável pois não sofre alterações de relevo quando a matriz dentinária está saturada em etanol.

## PALAVRAS-CHAVE

- \* *Ethanol-wet bonding*
- \* *Adhesion*
- \* *Dentine bonding*
- \* *Bond strength*
- \* *Dentine*
- \* *Shear Bond Strength*
- \* *Ethanol-saturated*
- \* *Acid-etched dentine*
- \* *Hydrophobic hybrid layer*
- \* *Interface*

## INTRODUÇÃO

Nos dias de hoje a filosofia é cada vez mais conservadora, quando se fala de preparos cavitários, o que só é possível graças à capacidade de adesão dos materiais restauradores aos tecidos dentários. (1)

A palavra adesão deriva do latim *ad-haerere* (colar a) e é definida como uma ligação íntima de duas substâncias diferentes. O conceito amplo de adesão envolve além do adesivo, as forças de união, a energia de superfície e a durabilidade. (2)

O fenómeno da adesão em medicina dentária é tema frequente de estudos e pesquisas, seja com o intuito de testar novos materiais que constantemente surgem no mercado ou de modo a ultrapassar as dificuldades que surgem na sua aplicação, que tem como finalidade promover um contacto íntimo entre tecido dentário e o material de restauração. (3)

As maiores dificuldades em conseguir uma boa adesão fazem-se sentir na dentina, pois a presença de água e de cristais de hidroxiapatite, que suportam as fibras de colagénio, tornam este tecido mais poroso, húmido e com uma maior concentração de matéria orgânica. (4, 5) O mecanismo básico de adesão à dentina é essencialmente um processo de troca, em que há substituição dos minerais removidos por monómeros resinosos que após a fixação se tornam micro-mecanicamente interligados nas microporosidades criadas. Esta interligação foi primeiramente descrita por *Nakabayashi* em 1982 e é comumente referida como hibridização ou formação da camada híbrida. (6) Esta camada tem sido considerada um composto biológico constituído por resina polimerizada que encapsula as fibrilas de colagénio parcialmente desmineralizadas da matriz dentinária. (7)

Os adesivos *multi-mode*, denominados de universais, são uma aposta cada vez maior em termos clínicos, podendo ser utilizados num modo *Etch&Rinse*, em que a *smear-layer* é removida através de um condicionamento ácido da superfície, ou num modo *Self-Etch*, no qual a *smear-layer* é apenas modificada, servindo também ela de substrato à adesão. (8-13) Ainda podem ser utilizados num modo de *etching* seletivo apenas do esmalte com ácido fosfórico.

Os adesivos dentários são uma mistura complexa de diversos componentes. Assim, o conhecimento da sua composição é a chave para uma melhor compreensão do comportamento dos adesivos em estudos e na prática clínica. (14) Tradicionalmente, os sistemas de adesivos contêm monómeros resinosos, solventes, iniciadores, inibidores e partículas de carga. Evidentemente, que cada componente tem uma função específica. Os monómeros resinosos devem possuir capacidade de infiltração na superfície desmineralizada da dentina e, para tal, é fundamental a adição de solventes. Assim, a dissolução dos *primers* e/ou resinas adesivas num solvente diminui a sua capacidade viscosidade, o que melhora a difusão na superfície micro-retentiva do dente. (12). Os solventes mais frequentes encontrados na maioria da composição dos adesivos são a água, os solventes orgânicos, o etanol e a acetona.

Atualmente, os adesivos são hidrofílicos e comportam-se como membranas permeáveis à água, o que leva à degradação da interface entre a dentina e o material restaurador ao longo do tempo. Estas propriedades também afetam as características mecânicas dos adesivos polimerizados. Para melhorar a durabilidade da adesão, os futuros adesivos deverão ser menos hidrofílicos. As resinas hidrofóbicas estão inclinadas para exibir a separação de fases se a água estiver presente na dentina. Isto poderá ser evitado substituindo a água que está na matriz de colagénio desmineralizada por etanol. (15)

O conceito de *ethanol-wet bonding* corresponde ao facto da água presente na dentina previamente condicionada ser substituída por etanol, a fim de originar uma dentina saturada em etanol. O etanol consegue substituir a água presente na matriz dentinária por desidratação química, o que reduz a contração da mesma e gera uma melhor adesão entre a resina e a dentina. O objetivo final da técnica *ethanol-wet bonding* é infiltrar-se os espaços interfibrilares e os túbulos dentinários com resinas hidrofóbicas a fim de reduzir a hidrólise e aumentar a adesão à dentina. Desde que este conceito foi proposto, vários protocolos estão a ser desenvolvidos de modo a melhorar esta técnica.(16)

A força de adesão é a força necessária, por unidade, para romper uma união adesiva, originando uma falha. A força está relacionada com o tamanho da área de adesão. Os testes de resistência adesiva são os testes mais frequentemente utilizados para avaliar adesivos. Quanto maior a força adesiva entre o dente e o biomaterial, melhor este irá resistir ao *stress* resultante da polimerização da resina e pela função oral. Diferentes testes têm sido desenvolvidos e

atualmente os mais usados são o teste de resistência adesiva ao cisalhamento (SBS) e de microtração. (17, 18)

No teste de resistência ao cisalhamento dois materiais são conectados por meio de um agente adesivo e sofrem forças de cisalhamento até ocorrer fratura. O tempo durante a qual a união permanece efetiva é a durabilidade. (19) Entre os tradicionais métodos *in vitro*, o teste de resistência adesiva ao cisalhamento tem sido cada vez mais utilizado, devido à sua simplicidade na forma de uso e no processamento de resultados. O cálculo da força de adesão é determinado pela razão da força máxima necessária à rutura da adesão, entre a dentina e o compósito, pela área da interface. (20)

$$\text{Shear bond strength (MPa)} = F_{\text{máx}}/\pi r^2$$

A termociclagem, usada como envelhecimento artificial, é o procedimento usado para simular as condições intraorais, submetendo os espécimes a temperaturas bastante diferentes. (21) Este envelhecimento artificial ocorre por dois meios. A água quente acelera a hidrólise dos componentes da interface e, subseqüentemente há absorção de água e saída de produtos desagregados ou oligómeros resinosos pobremente polimerizados. Devido às diferenças no coeficiente de expansão térmica entre o dente e o material restaurador, a repetida contração/expansão provocada pelas diferentes temperaturas, gera *stress* na interface dente-material restaurador. (22)

## Objetivos

Este estudo *in vitro* tem como principal objetivo perceber a influência do etanol na adesão dentária, utilizando sistemas adesivos universais. Posto isto, com recurso a um ensaio de resistência adesiva, os objetivos específicos são:

- \* Avaliar se a técnica adesiva (*Etch&Rinse* ou *Self-Etch*) tem influência nas forças de resistência adesiva ao cisalhamento.
- \* Avaliar se o tratamento da dentina com etanol promove valores de resistência adesiva superiores quando comparada com a mesma contendo água.
- \* Avaliar o tipo de falha na dentina, aquando da utilização de etanol e sem a mesma, nos diferentes sistemas adesivos.

### Hipóteses Nulas:

- \* Não existem diferenças relevantes quando se compara a técnica de adesão húmida com a técnica de adesão em matriz dentinária saturada em etanol de sistemas universais diferentes.
- \* Não existem diferenças relevantes quando se compara a técnica de adesão húmida com a técnica de adesão em matriz dentinária saturada em etanol, utilizando o protocolo de adesão *Etch&Rinse* e *Self-Etch*, em dentina, em cada sistema universal utilizado.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho é um estudo experimental comparativo analítico, *in vitro*, em que foram utilizados dentes molares humanos não cariados, a fim de avaliar as forças de resistência adesiva ao cisalhamento após envelhecimento artificial com recurso a termociclagem.

Com a devida aprovação da Comissão de Ética da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto (ver Anexo 1), foram utilizados 68 dentes humanos, extraídos por razões periodontais e ortodônticas. Sendo que 60 dentes foram utilizados para avaliação das forças de resistência adesiva ao cisalhamento e os restantes 8 dentes foram preparados para serem visualizados com microscopia eletrónica de varrimento (MEV).

### Materiais utilizados

Para realização deste estudo todos os materiais necessários foram utilizados segundo as indicações dos fabricantes (Anexo 4).

### Material Condicionador

Foi utilizado como material condicionador o ácido fosfórico *Vococid*<sup>®</sup> da *VOCO GmbH – Cuxhaven, Germany*, em forma de gel, a uma percentagem de 35%. (Lote e data de validade no anexo 5).



Figura 1 - Gel condicionador.

## Sistemas Adesivos

Os sistemas adesivos utilizados foram:

- \* *Futurabond M+* - VOCO GmbH – Germany.
- \* *Scotchbond™ Universal* – 3M ESPE – Germany.

### **Adesivos Componentes**

	<b>Adesivos</b>	<b>Componentes</b>
<i>Futurabond M+</i> - VOCO <i>Lot N 1849118</i> <i>Data de Validade: 11/2020</i>		2-hidroxietil metacrilato; Bis-GMA; Etanol; Monómero adesivo ácido; uretanodimetacrilato; Catalisador.
<i>Scotchbond™ Universal</i> – 3M ESPE <i>Lot N 90206B</i> <i>Data de Validade: 31/12/2020</i>		2-hidroxietil metacrilato; Bis-GMA; Água; Etanol; Monómero MDP fosfatado; Copolimero Vitrebond™; Partículas de carga; Iniciadores; Silano.

Tabela 1- Composição dos sistemas adesivos.



Figura 2 - Sistemas de adesivos utilizados.

## Etanol

Foi utilizado *EMSURE® ACS, ISO Reag. Ph Eur Ethanol absolute for analysis – Germany*, ou seja, etanol a 100% de forma a saturar a dentina.

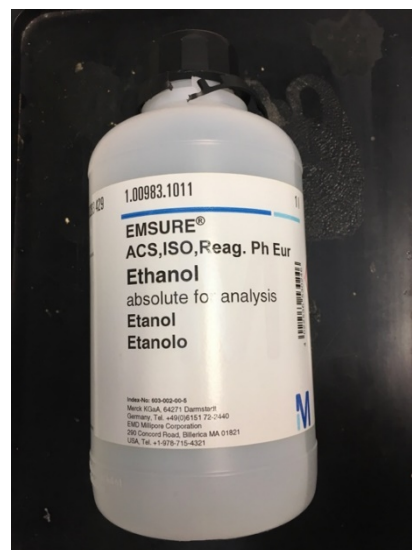


Figura 3 - Etanol utilizado no estudo.

## Material Restaurador

O material restaurador utilizado foi o *Grandio® SO – VOCO (Cuxhaven, Germany)*. Esta resina nanohíbrida contém 89% de carga inorgânica por peso numa matriz de metacrilato.



Figura 4 - Material restaurador utilizado no estudo.

## Conservação e armazenamento da amostra

Mediante extração dos dentes, estes foram limpos com um ultra-sons e armazenados durante uma semana em Cloramina T a 0.5% a 4°C para uma desinfecção adequada. Depois foram mantidos em água destilada (trocada semanalmente) a uma temperatura de cerca de 4°C até à sua utilização. (ISO/TS11405:2003 E).

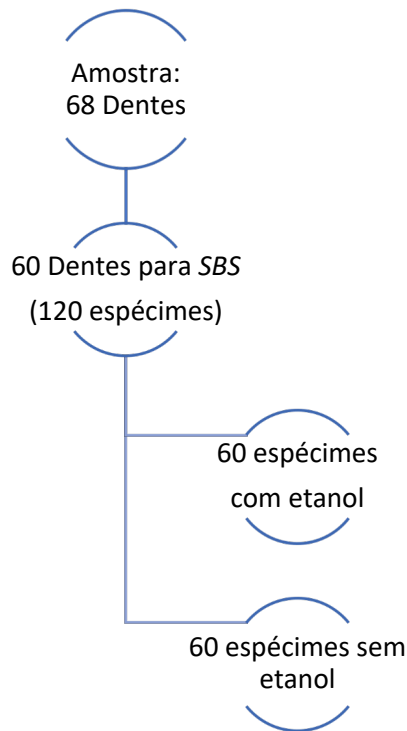


Figura 5 - Diagrama de disposição dos espécimes.

### Obtenção e preparação da amostra para os testes de resistência adesiva ao cisalhamento

Para avaliação das forças de resistência adesiva ao cisalhamento, inicialmente, os dentes, após terem sido colados em espátulas de madeira com cola quente) foram seccionados transversalmente com um disco de diamante de modo a eliminar a raiz. (Figuras 6 e 9)

De seguida, as coroas dentárias foram coladas num cilindro de acrílico com cola quente e foram efetuados 3 cortes longitudinais com o mesmo disco. (Figura 7). As faces interproximais foram descartadas por conterem esmalte. Aproveitando, deste modo, os espécimes com maior área de dentina, representados na figura 8 pela cor verde. Todos os cortes foram realizados com um micrótomo (*Isomet® 1000 Precision Saw 1000* (nº de série 666-IPS-03518, *Buehler, Lake Bluff, IL, EUA*), recorrendo a um disco de corte impregnado de diamante (*Isomet® Diamong Wafering Blades, 12,7''x102''x0.3''*), a 400 rpm. (Figura 9)



Figura 6- Dentes colados em espátulas de madeira.

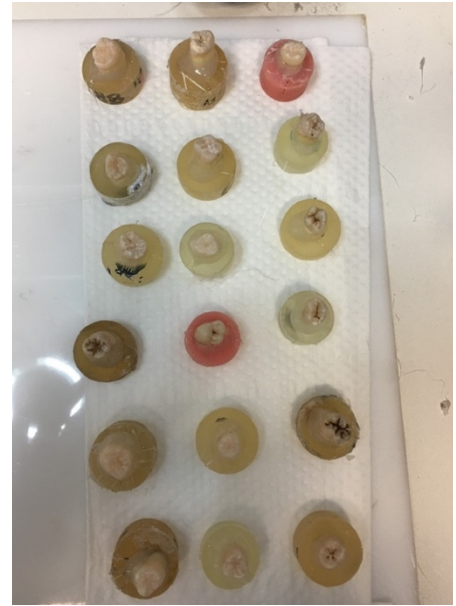


Figura 7- Dentes sem raiz colados em cilindros de acrílico.

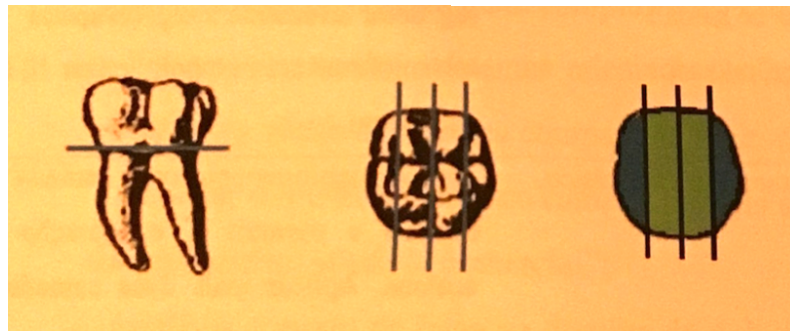


Figura 8 - Demonstração dos cortes efetuados em cada dente.

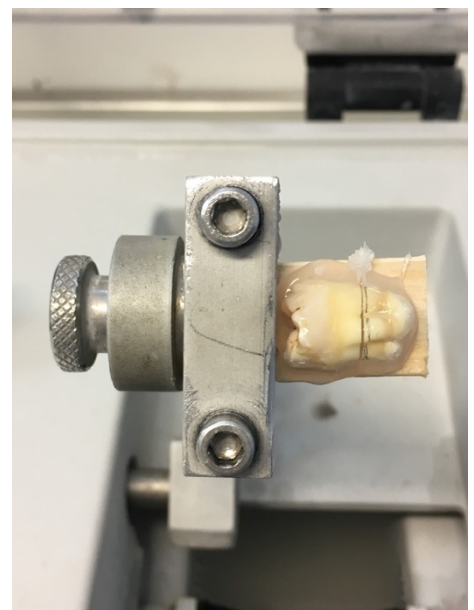
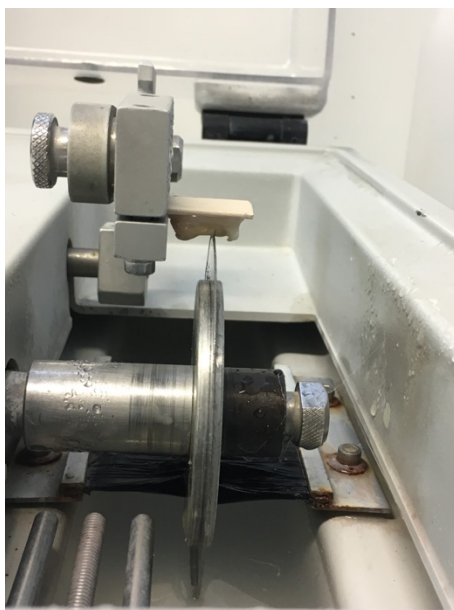


Figura 9 - Demonstração do corte transversal.

Após este procedimento, os espécimes foram desgastados na polidora (*DAP-U, Struers, Denmark*) com uma lixa de grão 80 (*SiC-Paper, Struers, Denmark*) de forma a expor a dentina, onde posteriormente for criada artificialmente uma *smear-layer* com uma lixa de grão 320 (*Buehler, Lake, Bluff, EUA*).

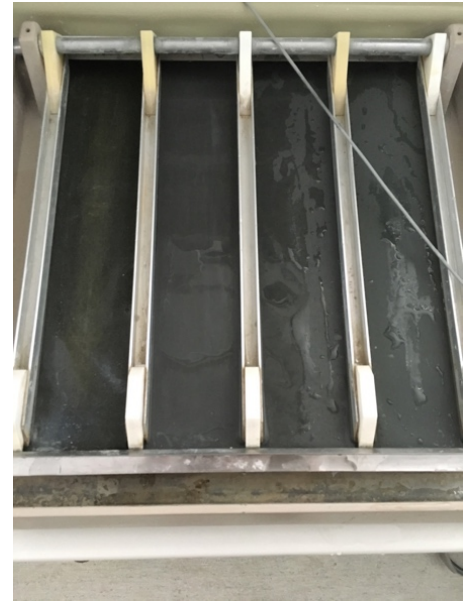


Figura 10 - Polidora usada para criar a *smear-layer*.

Cada espécime foi colocado num dos pratos com auxílio de uma fita adesiva de poliéster (*Xerox, Clear self-adhesive film EA toner, Crystal Clear – Norwalk, USA, Ref. Oo3R98250*), com um orifício de 3mm de diâmetro, que foi usado para definir a área de adesão. (Figura 11A).

Em quatro grupos foi utilizado o procedimento adesivo *Etch&Rinse* e nos restantes foi utilizado o procedimento adesivo *Self-Etch*. Para além disto, em quatro grupos foi utilizado 1 ml de etanol a 100% durante 30s após lavagem da superfície. (Anexo 4)

Deste modo, foram colocados os sistemas adesivos na área definida e posteriormente colocada a resina composta (2 camadas de 2mm cada) com recurso a um cilindro de silicone *putty* com o mesmo diâmetro. Assim, procedeu-se à fotopolimerização, à retirada do cilindro de silicone e à colocação dos espécimes num saco com papel impregnado com água destilada para evitar a desidratação dos mesmos e para que pudessem ir à estufa e à termocicladora. (Figuras 10I e 10L)

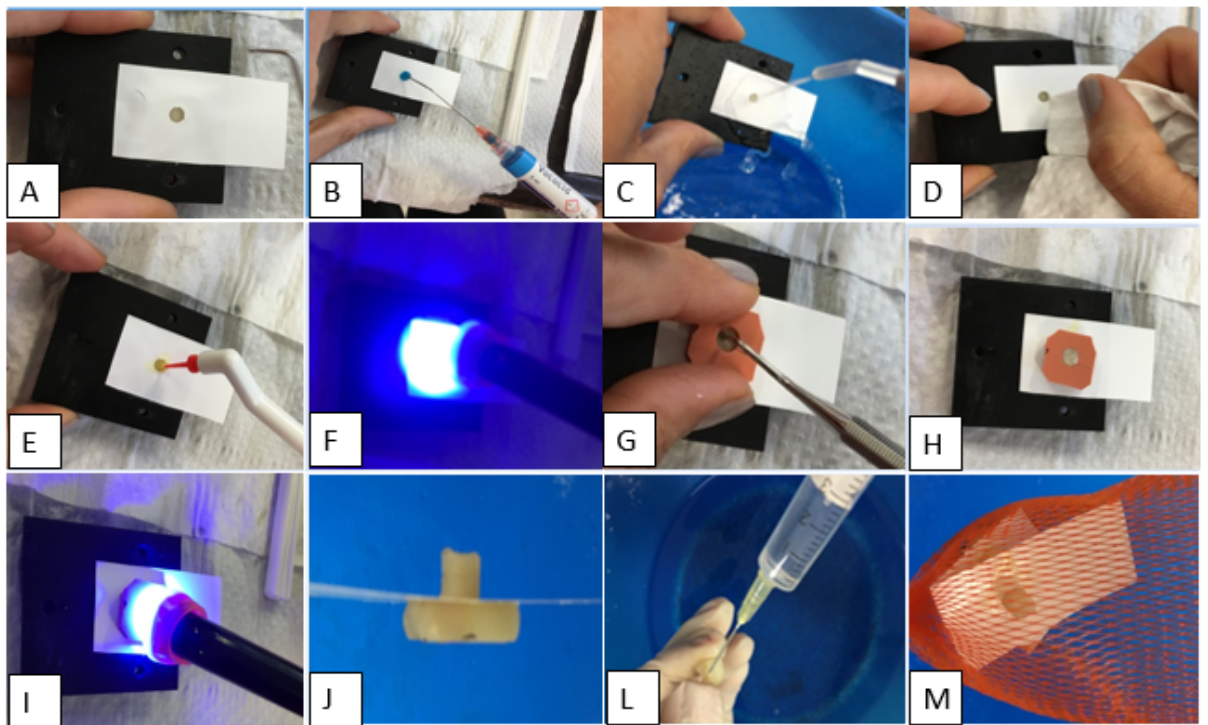


Figura 11 – Procedimento adesivo.

Legenda da Figura 11:

A – Colocação da fita adesiva; B – Condicionamento ácido; C – Lavar durante 15s; D – Secar levemente; E – Aplicação do sistema adesivo; F – Fotopolimerização do adesivo; G – Colocação da primeira camada de resina composta; H – As duas camadas de resina composta já colocadas; I – Fotopolimerização da resina composta; J – Espécime aderido; L – Saturação da dentina com etanol a 100% (após condicionamento ácido no caso da técnica *Etch&Rinse*); M – Colocação dos espécimes em sacos.

Os espécimes foram divididos em 8 grupos, em que quatro grupos era utilizado o etanol e nos restantes não era utilizado. Os grupos foram divididos da seguinte maneira:

**SA –** Adesivo: *Scotchbond™ Universal*  
 Procedimento adesivo: *Etch&Rinse*  
 Tratamento da dentina: Sem Etanol

**SS –** Adesivo: *Scotchbond™ Universal*  
 Procedimento adesivo: *Self-Etch*  
 Tratamento da dentina: Sem Etanol

**FA –** Adesivo: *Futurabond<sup>®</sup> M+*  
Procedimento adesivo: *Etch&Rinse*  
Tratamento da dentina: Sem Etanol

**FS –** Adesivo: *Futurabond<sup>®</sup> M+*  
Procedimento adesivo: *Self-Etch*  
Tratamento da dentina: Sem Etanol

**SAE –** Adesivo: *Scotchbond<sup>™</sup> Universal*  
Procedimento adesivo: *Etch&Rinse*  
Tratamento da dentina: Com Etanol

**SSE –** Adesivo: *Scotchbond<sup>™</sup> Universal*  
Procedimento adesivo: *Self-Etch*  
Tratamento da dentina: Com Etanol

**FAE –** Adesivo: *Futurabond<sup>®</sup> M+*  
Procedimento adesivo: *Etch&Rinse*  
Tratamento da dentina: Com Etanol

**FSE –** Adesivo: *Futurabond<sup>®</sup> M+*  
Procedimento adesivo: *Self-Etch*  
Tratamento da dentina: Com Etanol

Os espécimes já aderidos foram colocados numa estufa (*Hemmet, Schwabach, Germany*) a 37°C com 100% de humidade durante 24h (Figura 12).

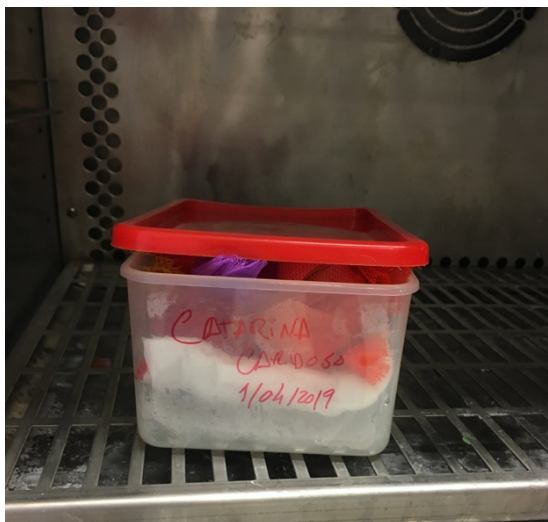


Figura 12 - Espécimes na estufa.

Após terem ido à estufa, os espécimes foram colocados na termocicladora (*Aralab, mod 200E, Cascais, Portugal*) num saco e termociclados 500 ciclos em banhos de água destilada com temperaturas de 5°C e 55°C durante 20 segundos em cada uma das temperaturas e de forma alternada (*dwell-time*), simulando in vitro as condições a que é exposta a cavidade oral diariamente (norma ISO TR 11405). Dada por terminada a termociclagem, os espécimes foram novamente para a estufa por mais 24h.



Figura 13- Termociclagem dos espécimes.



Figura 14- Sacos com os espécimes já termociclados.

Acabada a termociclagem, os pratos foram fixados com parafusos e o espaço restante em torno do espécime recoberto com gesso tipo IV (Figura 15). Após o gesso ter tomado presa, os espécimes voltam para a estufa. (Figura 18)



Figura 15 - Espécimes com os pratos fixos.

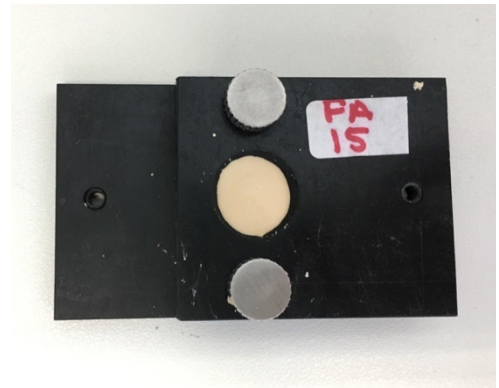


Figura 16 - Espécime com gesso colocado.



Figura 17 - Espécimes (vista geral).

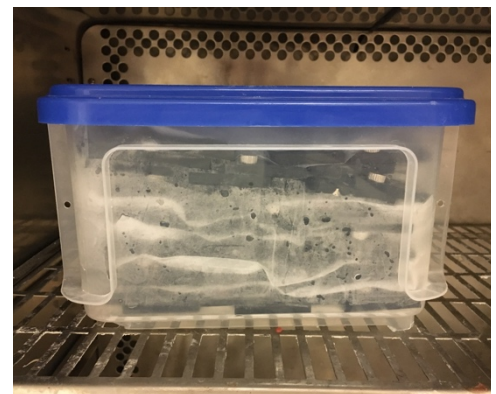


Figura 18 - Espécimes na estufa.

A resistência adesiva ao cisalhamento (*SBS*) da resina composta ao dente pelos diferentes adesivos foi testada através de um dispositivo *Instron*, modelo 4502, série nºH3307 (*Instron Ltd, Bucks, England*). Este dispositivo contém dois pratos (provetes) que são puxados mecanicamente em direções opostas, até à fratura. Deste modo, são aplicadas forças de tração, a uma velocidade de 5.0 mm/minuto (*crosshead speed*) com uma célula de carga de 1KN. O valor da fratura é registado através de um *software* (*SerieIX, Instron Ltd, Bucks, Engalnd*), o que gera curvas de tensão/deformação que, tendo em conta a área testada, possibilitam o cálculo do valor em MPa que o espécime fraturou. (Figura 19)



Figura 19 - Dispositivo que regista os valores de fratura.

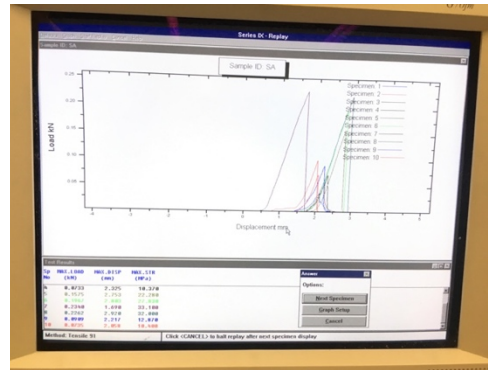


Figura 20 - Computador com o software Serie IX.



Figura 21 - Dispositivo Instron.

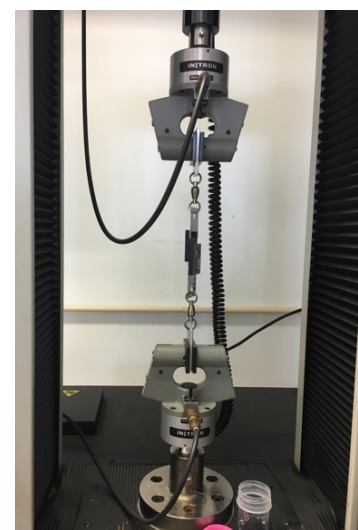


Figura 22 - Espécime devidamente colocado para iniciar o teste.

De seguida, observou-se os espécimes numa lupa (*Nikon®*, Tokyo, Japan) com um iluminador externo a fim de detetar o tipo de falha.

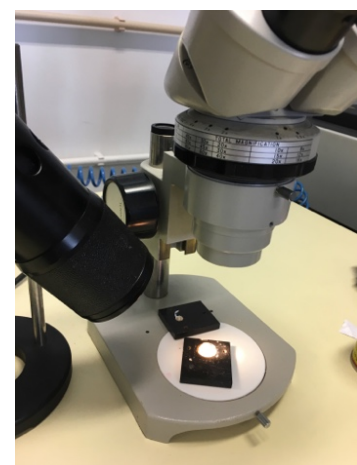


Figura 23 - Lupa utilizada para determinar o tipo de falha.

Os tipos de falha foram observados a uma ampliação de 10x e divididos em:

- \* Falha Adesiva: quando ocorreu falha na interface adesiva;
- \* Falha Mista: quando ocorreu falha na interface adesiva e envolve várias estruturas;
- \* Falha Coesiva de compósito: quando ocorreu falha na resina composta;
- \* Falha Coesiva de dentina: quando ocorreu falha na dentina.

## Análise Estatística

Os valores de força de resistência adesiva ao cisalhamento obtidos foram alvo de uma análise estatística descritiva e analítica.

O registo das observações foi realizado num ficheiro *Excel 16.0* (16.0.6769.2017) e para tratamento dos dados recorreu-se ao programa *SPSS (Statistic Package for Social Sciences V20.1)*.

A análise descritiva foi efetuada utilizando medidas de tendência central e de dispersão ou variabilidade. Assim para cada grupo experimental foi calculada a média, o desvio padrão, os valores máximo e mínimo e o *mean rank*.

De forma a avaliar a normalidade da distribuição e a homogeneidade das variâncias utilizaram-se os testes de *Shapiro-Wilk* e *Levene*, respetivamente. A normalidade e a homogeneidade não foram garantidas. Assim, foram utilizados dois testes não paramétricos, o teste de *Kruskal-Wallis* e o teste *U* de *Mann-Whitney* com significância estatística está fixada em 0.05.

## RESULTADOS

Este estudo foi composto por 120 espécimes (N=120), divididos equitativamente por 8 grupos, distribuindo-se 15 espécimes por grupos (n=15). Nos grupos onde foi utilizado o etanol não foi perdido nenhum espécime, porém nos grupos sem etanol não se verificou o mesmo. Sendo que para o SA: n=12; SS: n=14; FA: n=14 e FS: n=13.

Desta forma, o SA apresentou uma força de resistência adesiva ao cisalhamento média de (16,3617 ± 10,12258 MPa), o SS (30,3500 ± 12,14661 MPa), o FA (14,6386 ± 6,01592 MPa), FS (10,4915 ± 8,12795 MPa), o SAE (13,8700 ± 4,25401 MPa), SSE (25,5047 ± 8,83322 MPa), FAE (26,6560 ± 8,45287 MPa) e o FSE (31,3860 ± 6,72829 MPa). (Ver Tabela 2).

	<u>N da</u> <u>Amostra</u>	<u>Média</u>	<u>Desvio</u> <u>Padrão</u>	<u>Valor</u> <u>Máximo</u>	<u>Valor</u> <u>Mínimo</u>	<u>Mean</u> <u>Rank</u>
<b>SA</b>	12	16,3617	10,12258	33,100	3,68	14,38
<b>SS</b>	14	30,3500	12,14661	50,46	13,76	16,64
<b>FA</b>	14	14,6386	6,01592	26,51	6,75	9,54
<b>FS</b>	13	10,4915	8,12795	31,58	1,31	7,69
<b>SAE</b>	15	13,8700	4,25401	22,28	8,06	13,70
<b>SSE</b>	15	25,5047	8,83322	38,99	12,14	13,47
<b>FAE</b>	15	26,6560	8,45287	37,89	10,95	20,10
<b>FSE</b>	15	31,3860	6,72829	40,21	12,47	20,40

Tabela 2 - Na tabela estão representados o n da amostra, a média, o desvio padrão, o valor máximo e mínimo e o mean rank.

Legenda da tabela:

**SA** – Scotchbond™ Universal, Etch&Rinse e sem Etanol; **SS** – Scotchbond™ Universal, Self-Etch e sem Etanol; **FA** – Futurabond® M+, Etch&Rinse e sem Etanol; **FS** – Futurabond® M+, Self-Etch e sem Etanol; **SAE** – Scotchbond™ Universal, Etch&Rinse e com Etanol; **SSE** – Scotchbond™ Universal, Self-Etch e com Etanol; **FAE** – Futurabond® M+, Etch&Rinse e com Etanol; **FSE** – Futurabond® M+, Self-Etch e com Etanol.

Para as análises comparativas foram aplicados níveis de significância de 5%, tendo sido efetuada correção de *Bonferroni* (para as 10 comparações), obtendo-se um  $p < 0,005$ .

Assim, para o *Scotchbond™ Universal* obtiveram-se valores de resistência adesiva menores quando usado o procedimento *Etch&Rinse* comparativamente ao *Self-Etch* ( $p=0,000$ ). Contudo, a utilização de etanol não afetou significativamente os valores de resistência adesiva do *Scotchbond™ Universal* quando utilizado com a técnica *Etch&Rinse* ( $p=0,836$ ) nem com a técnica *Self-Etch* ( $p=0,33$ ).

Com o sistema adesivo *Futurabond® M+* obtiveram-se valores idênticos entre técnica adesiva *Etch&Rinse* e a técnica adesiva *Self-Etch* ( $p=0,000$ ). Com este adesivo, a utilização de etanol promoveu um aumento significativo dos valores de resistência adesiva quando utilizado com a técnica *Etch&Rinse* ( $p=0,000$ ) e também quando utilizado com a técnica *Self-Etch* ( $p=0,000$ ).

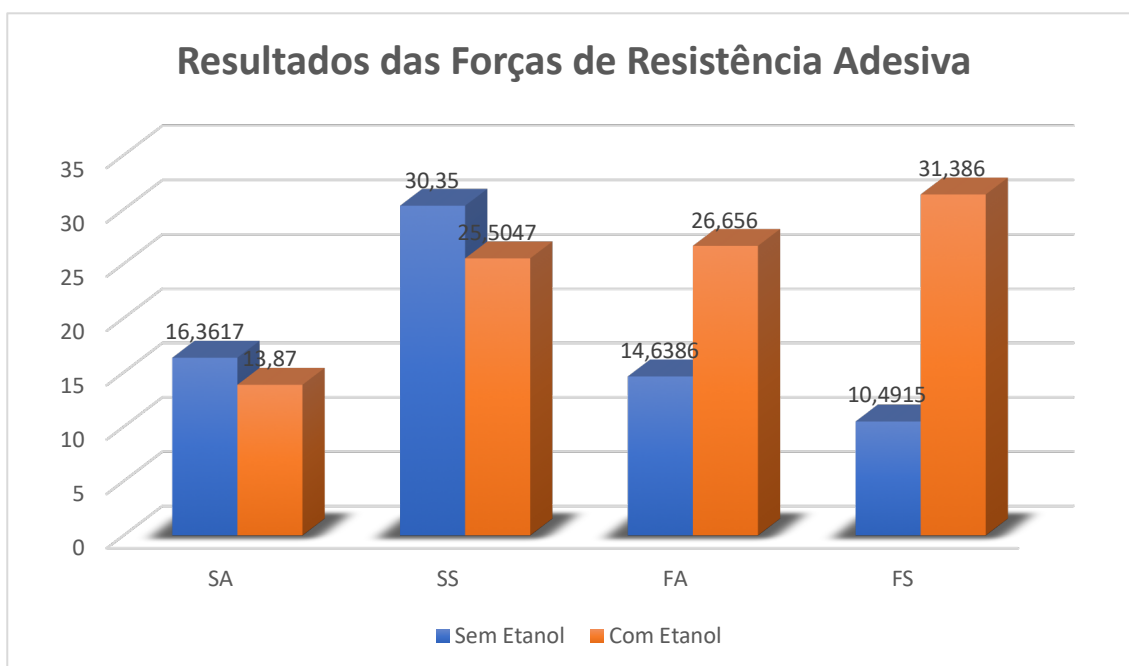


Gráfico 1 - No gráfico estão representados os valores da força de resistência adesiva ao cisalhamento com a utilização de etanol e sem a utilização do etanol.

Desta forma, não se verificaram diferenças significativas ( $p=0.061$ ), nos valores de resistência adesiva dos espécimes preparados com a técnica *Self-Etch* após a utilização com etanol, entre os dois adesivos estudados.

Porém, com a técnica adesiva *Etch&Rinse*, a preparação prévia com etanol resultou em valores de resistência adesiva mais elevados com o *Futurabond® M+* do que com o *Scotchbond™ Universal* ( $p=0,000$ )

Por conseguinte, quando não se utiliza etanol na técnica adesiva *Self-Etch*, encontram-se valores superiores para o *Scotchbond™ Universal* ( $p=0,000$ ) relativamente ao *Futurabond® M+*, enquanto que na técnica adesiva *Etch&Rinse* não se regista diferenças nos valores de resistência adesiva entre o *Scotchbond™ Universal* e o *Futurabond® M+* ( $p=1$ ).

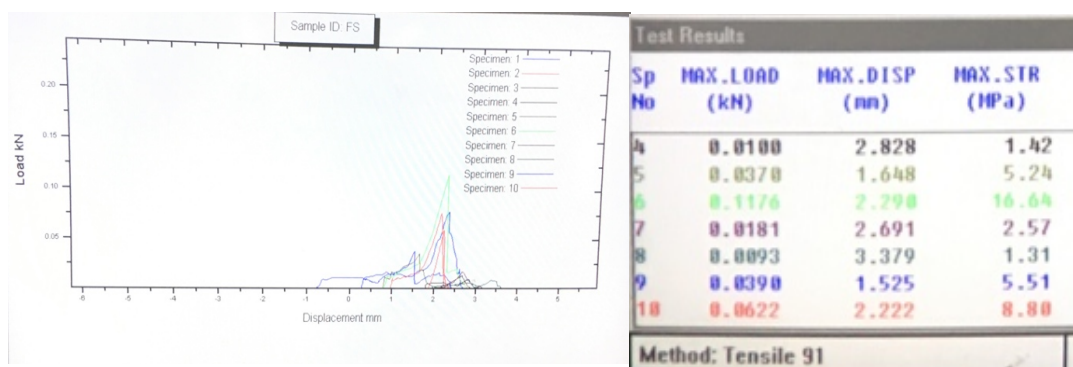


Figura 24 - Figura representativa dos valores do adesivo *Futurabond® M+* pela técnica *Self-Etch* em matriz saturada em água.

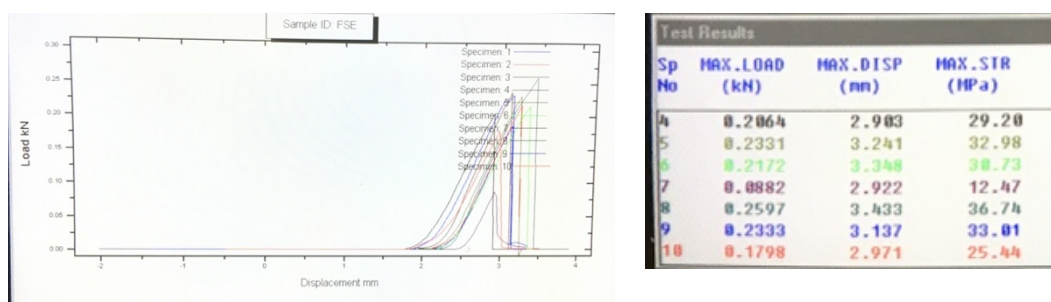


Figura 25 - Figura representativa dos valores do adesivo *Futurabond® M+* pela técnica *Self-Etch* em matriz saturada em etanol.

## Análise do tipo de falha

Para avaliação da tipologia das falhas também foram considerados 113 casos válidos, tendo sido a falha adesiva a mais prevalente (47%), de seguida a falha mista (28%), a falha coesiva compósito (17%) e, por fim, a falha coesiva dentina (8%). (Ver Tabela 3).

		SA	SS	FA	FS	SAE	SSE	FAE	FSE	Total
<i>Falha Adesiva</i>	Frequência	10	5	14	7	9	4	4	0	53
	<u>Percentagem</u>	83,33%	35,71%	100%	53,85%	60%	26,67%	26,67%	0%	46,90%
<i>Falha Mista</i>	Frequência	2	3	0	4	5	6	5	7	32
	<u>Percentagem</u>	16,67%	21,43%	0%	30,77%	33,33%	40%	33,33%	46,67%	28,32%
<i>Falha Coesiva Dentina</i>	Frequência	0	4	0	1	1	0	1	2	9
	<u>Percentagem</u>	0%	28,57%	0%	7,69%	6,67%	0%	6,67%	13,33%	7,96%
<i>Falha Coesiva Compósito</i>	Frequência	0	2	0	1	0	5	5	6	19
	<u>Percentagem</u>	0%	14,28	0%	7,69%	0%	33,33%	33,33%	40%	16,81%

Tabela 3 - Percentagens do tipo de falhas presentes nos espécimes.

**Legenda da Tabela:** SA – Scotchbond™ Universal, Etch&Rinse e sem Etanol; SS – Scotchbond™ Universal, Self-Etch e sem Etanol; FA – Futurabond® M+, Etch&Rinse e sem Etanol; FS – Futurabond® M+, Self-Etch e sem Etanol; SAE – Scotchbond™ Universal, Etch&Rinse e com Etanol; SSE – Scotchbond™ Universal, Self-Etch e com Etanol; FAE – Futurabond® M+, Etch&Rinse e com Etanol; FSE – Futurabond® M+, Self-Etch e com Etanol.

Tanto para o Scotchbond™ Universal como para o Futurabond® M+, ambos pela técnica Etch&Rinse e sem utilizar etanol, não foram registadas falhas coesivas dentina e compósito e no Futurabond® M+ pela mesma técnica, os espécimes falharam todos adesivamente. O valor percentual mais elevado na ausência de etanol é na falha adesiva.

Na utilização de etanol na técnica *Self-Etch*, os valores mais elevados registados correspondem ao tipo de falha mista. Não existindo falhas adesivas no Futurabond<sup>®</sup> M+ na técnica *Self-Etch*, nem falhas coesivas compósito para o Scotchbond<sup>™</sup> Universal na presença de etanol.

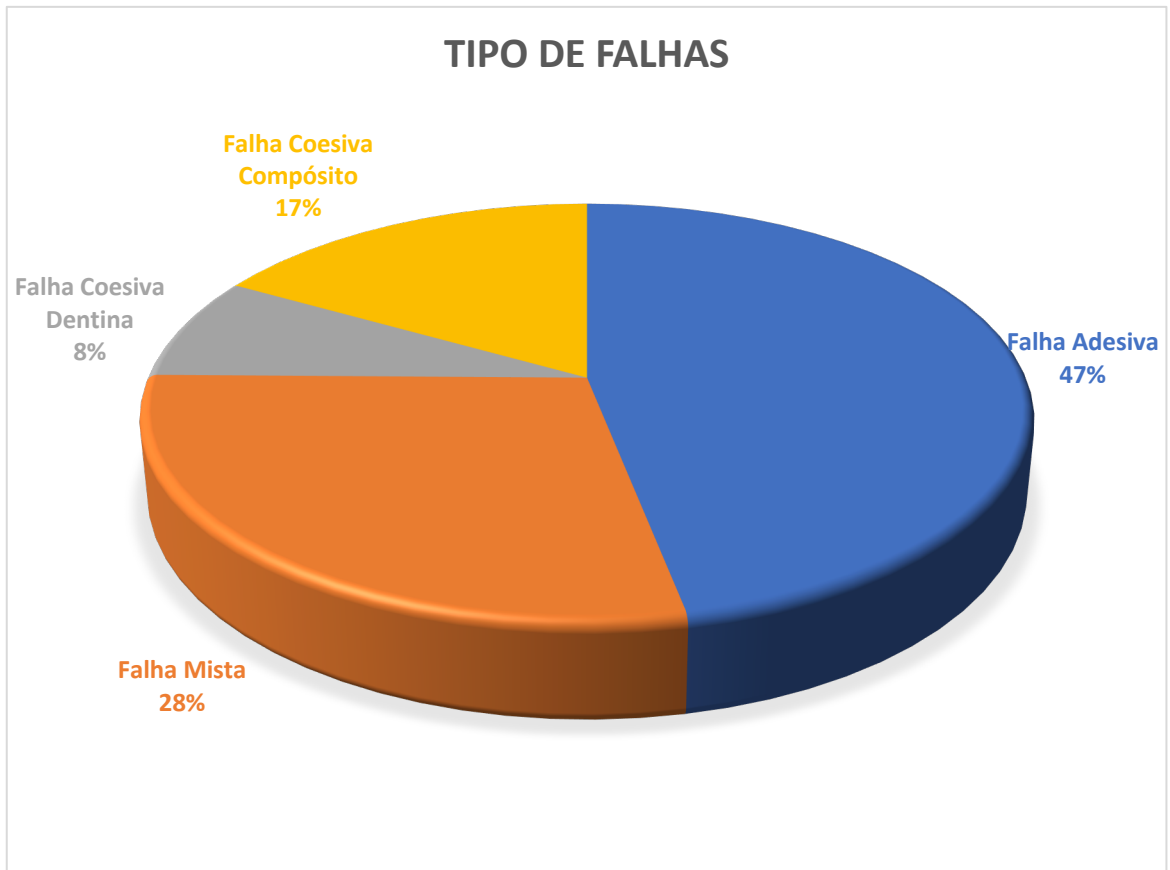


Gráfico 2- Distribuição percentual do tipo de falhas.

## DISCUSSÃO

Este estudo consiste em avaliar a influência da adesão em matriz saturada em etanol na resistência adesiva ao cisalhamento. Este procedimento obteve resultados estatisticamente significativos para o adesivo *Futurabond® M+* tanto para a técnica *Etch&Rinse* como para a técnica *Self-Etch*. Por conseguinte, com o *Scotchbond™ Universal* obtiveram-se resultados estatisticamente significativos entre a técnica *Etch&Rinse* e *Self-Etch*, aquando de uma matriz saturada com água, sendo que a técnica *Self-Etch* foi a que originou valores superiores.

Deste modo, o tipo de dentina utilizada neste tipo de estudo é normalmente diferente da maior parte dos substratos encontrados na cavidade oral, uma vez que, clinicamente a adesão dentária é predominantemente realizada em dentes previamente restaurados, cariados ou com lesões cervicais não cariosas. Porém todos os dentes foram armazenados e preparados conforme preconizam as normas ISO. (ISO/TS 2003). (23) Assim sendo, os dentes ficaram armazenados durante 6 meses no máximo para que não haja alterações nas estruturas dentárias que deturpem os resultados obtidos. Existem várias formas de armazenamento, sendo que a Cloramina T tem sido bastante utilizada e confere melhores resultados do que o hipoclorito de sódio, visto que possui a vantagem de não degradar as estruturas orgânicas. (24)

O material restaurador (*Grandio® SO, VOVO, Cuxhaven, Germany*) foi utilizado para ambos os sistemas adesivos, para que os resultados possam ser comparáveis. Contudo, os sistemas adesivos deverão ser da mesma marca comercial que os materiais restauradores, para que desta maneira obtenham melhor desempenho.

Foram realizados 500 ciclos de termociclagem, conforme o que preconiza a norma ISO (ISO/TS 2003), porém vários autores consideram insuficiente, visto que correspondem a 18,25 dias. Existem estudos que se desviam das normas ISO e utilizam, por exemplo, 10.000 ciclos, de forma a simular um ano em boca, o que nos dá previsibilidade de resultados mais fidedigna ao longo do tempo. (25)

No que diz respeito ao aumento das forças adesivas convém ressaltar que para os testes de resistência adesiva serem considerados válidos, as amostras não podem estar sob o efeito de forças ou *stresses* para além daqueles que se pretendem testar. Assim, a explicação para a falha

de alguns espécimes deve-se ao facto de já estarem fraturados antes de serem testados, não tendo contado para realizar a análise estatística. Estes testes de resistência adesiva ao cisalhamento (*SBS*) têm sido bastante utilizados, devido ao protocolo existente e à incomplexidade da preparação dos espécimes. (26)

Após a análise dos resultados, denotam-se valores elevados para o *Scotchbond™ Universal* pela técnica *Self-Etch* sem etanol.

Assim, para o *Scotchbond™ Universal* obteve-se valores menores quando usada a técnica *Etch&Rinse* comparativamente ao *Self-Etch* ( $p=0,000$ ). Contudo, pela técnica *Etch&Rinse* os valores aquando da utilização do etanol e sem a sua utilização foram iguais ( $p=0,836$ ) e o mesmo se verificou para a técnica *Self-Etch* ( $p=0,33$ ). Deste modo, poderá ter ocorrido uma infiltração do *Scotchbond™ Universal* aquém da desmineralização provocada pelo ácido fosfórico, porém com a adesão em matriz saturada em etanol, o adesivo provavelmente teve uma melhor penetração e pode não ter acontecido este fenómeno.

No que diz respeito à adesão húmida em etanol, este procedimento influenciou positivamente o adesivo *Futurabond® M+*, quer pela técnica *Etch&Rinse* quer pela técnica *Self-Etch*, sendo que esta última foi a que obteve valores mais elevados de todo o estudo efetuado. Estes resultados podem ser explicados através da composição deste adesivo. Pois, provavelmente, o *Futurabond® M+* tem uma menor quantidade de etanol do que o *Scotchbond™ Universal* e fez com que o etanol presente na dentina tivesse uma maior influência na adesão deste sistema por tornar a camada híbrida muito mais hidrofóbica quando comparado com a técnica convencional em dentina húmida.

Quanto ao adesivo *Scotchbond™ Universal*, este não sofreu alterações significativas com a adição de etanol para ambos os procedimentos adesivos. Efetivamente, deve-se ao facto de ser um adesivo bastante estável, com uma composição equilibrada possuindo água e etanol como solventes. Outra explicação plausível poderá estar relacionada com as percentagens dos solventes anteriormente mencionados. Ou seja, tendo uma maior percentagem de etanol, permite ser melhor *water-chaser* se houver água no substrato, desalojando-a e impedindo o excesso da mesma, que poderia levar ao inchaço das fibras de colagénio e fecho dos nanoespaços interfibrilares. Contudo, por outro estando o meio (substrato) mais desidratado, na técnica de

adesão húmida pode fazer diferença porque re-humidifica as fibras de colagénio impedindo o seu colapso e fecho dos nanoespaços interfibrilares para a infiltração de monómeros resinosos para a formação da camada híbrida. Isto demonstra que o *Scotchbond™ Universal* parece ter uma composição mais equilibrada para lidar com as diferentes condições de substrato que possam aparecer.

A idade da dentina também tem influência na penetração dos adesivos e uma dentina mais mineralizada como a de um dente mais idoso pela esclerose e obliteração dos túbulos pode influenciar o desempenho dos adesivos. Assim, um adesivo que contenha *10-MDP* (como o *Scotchbond™ Universal*) funciona muito bem numa dentina esclerosada já que através da sua ligação ao cálcio da hidroxiapatite (nanolayering no processo adesão-descalcificação descrito por *Van Meerbeek*) permite uma adesão química e melhoria das propriedades adesivas.(27)

Durante o procedimento adesivo foi verificado a penetração quase por completo do adesivo *Scotchbond™ Universal* aquando da desidratação da dentina com etanol. O mesmo não se verificou para o *Futurabond® M+*, permanecendo uma camada de adesivo à superfície.

Quanto ao protocolo utilizado para saturar a dentina com etanol foi o seguinte: colocar 1ml de etanol a 100% durante 30 s. Porém, a convenção de matrizes de dentina desmineralizada saturada de água para matrizes de dentina desmineralizada saturada em etanol pode ser conseguida através do tratamento da superfície de dentina com ácido e com uma série de concentrações crescentes de etanol (50, 70, 80, 95, e 100% 3 vezes cada uma, durante 30s), num total de 3-4 min. Este processo de desidratação utilizando etanol é chamado de *full chemical dehydration protocol* e consome mais tempo e é muito complexo para executar corretamente numa rotina clínica. Pode ser considerado o contrário de uma tendência para simplificar os procedimentos de ligação que existem atualmente. (28)

Devido à matriz de dentina ser uma estrutura de rede altamente reticulada, alguns investigadores acreditam que utilizando apenas etanol a 100% é suficiente para conseguir o mesmo efeito. Atualmente, diferentes estudos utilizando diferentes protocolos de desidratação com etanol, incluem o uso de 1ml de etanol a 100% durante 30 s. Existem na literatura

comparações entre cinco protocolos diferentes de desidratação por etanol e em termos de durabilidade da adesão da dentina a fim de seis meses de armazenamento em água, não sugerem o uso de etanol 100% por 1 ou 3 vezes durante 30 s, por causa do aumento da nanoinfiltração e a redução da durabilidade da ligação. (29)

A seleção do protocolo de desidratação por etanol adequado, em termos de durabilidade da adesão à dentina, é atualmente pouco clara. Assim, mais estudos são necessários para avaliar a eficiência dos protocolos de desidratação por etanol. Estudos têm demonstrado que a aplicação de etanol pode melhorar as forças de adesão iniciais tanto em misturas de monómeros hidrofílicos e hidrofóbicos de resina ou sistemas adesivos. No entanto, uma corrente relata que os benefícios imediatos da ligação ao etanol, observada no ambiente de laboratório, não foi confirmado quando o mesmo protocolo foi realizado *in vivo*. (28, 30)

Mais uma vez, os resultados poderão ser explicados com base na constituição dos adesivos, monómeros e modo de aplicação. Para além disso, a adaptação do gesso ao cilindro de resina composta não foi efetuada da forma correta, estando presente bolhas de ar, o que interferiu nos valores da força de resistência adesiva, visto que a força exercida não estava a ser junto à interface.

No que diz respeito ao tipo de falha observada nas lupas, as que ocorreram em maior número foram as falhas do tipo adesiva (47%) e logo de seguida as falhas do tipo mista (28%). Contudo, aquando da adesão húmida em etanol verificou-se um aumento do número de falhas coesivas, associadas a valores superiores de força de resistência adesiva. O contrário também se verifica, ou seja, a valores menores de força de resistência adesiva está associada o tipo de falha adesiva.

Assim, mais estudos serão necessários para entender se justifica utilizar-se etanol diariamente na prática clínica para adesão à dentina e qual o protocolo a optar. (31)

## CONCLUSÃO

Neste trabalho, após a análise dos valores obtidos no estudo laboratorial da resistência adesiva ao cisalhamento, conclui-se que:

- \* A hipótese nula de não existirem diferenças relevantes quando se compara a técnica de adesão húmida com a técnica de adesão em matriz dentinária saturada em etanol de sistemas universais diferentes não foi rejeitada na sua totalidade, visto que não existiram diferenças estatisticamente significativas perante a adesão em água e a adesão em etanol para o *Scotchbond™ Universal*; Contudo, para o adesivo *Futurabond® M+* a hipótese nula foi rejeitada, uma vez que houve diferenças estatisticamente significativas;
- \* A hipótese nula de não existirem diferenças relevantes quando se compara a técnica de adesão húmida com a técnica de adesão em matriz dentinária saturada em etanol, utilizando o protocolo de adesão *Etch&Rinse* e *Self-Etch*, em dentina, em cada sistema universal utilizado foi rejeitada;
- \* A adesão húmida em etanol influenciou positivamente o adesivo *Futurabond® M+*;
- \* Os valores de resistência adesiva ao cisalhamento do *Scotchbond Universal* não sofreram grandes alterações aquando da técnica de adesão húmida em etanol;
- \* A técnica *Self-Etch* obteve melhores valores de resistência adesiva quer para adesão em matriz saturada em água quer para matriz saturada em etanol;
- \* A tipo de falha mais comum quando é realizada a adesão em dentina saturada em água foi a falha adesiva, o que está de acordo com os valores de *SBS* menores;
- \* Através da adesão húmida em etanol, o valor percentual das falhas coesivas dentina e compósito começaram a aumentar, contrariamente à falha adesiva, o que está associado a valores de *SBS* superiores;
- \* Na técnica de adesão húmida em etanol apesar do valor percentual começar a aumentar o que predomina são as falhas mistas;

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bedran-Russo A, Leme-Kraus AA, Vidal CMP, Teixeira EC. An Overview of Dental Adhesive Systems and the Dynamic Tooth-Adhesive Interface. *Dental clinics of North America*. 2017;61(4):713-31.
2. BUSATO A. Grupo Brasileiro de Professores de Dentística. *Dentística–Filosofia, Conceitos e Prática Clínica*. São Paulo, Editora Artes Médicas; 2005.
3. Baier RE. Principles of adhesion. *Operative dentistry*. 1992;Suppl 5:1-9.
4. Pashley DH. Dynamics of the pulpo-dentin complex. *Critical reviews in oral biology and medicine : an official publication of the American Association of Oral Biologists*. 1996;7(2):104-33.
5. Pashley DH. The effects of acid etching on the pulpodentin complex. *Operative dentistry*. 1992;17(6):229-42.
6. Nakabayashi N, Takarada K. Effect of HEMA on bonding to dentin. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*. 1992;8(2):125-30.
7. Schulze KA, Oliveira SA, Wilson RS, Gansky SA, Marshall GW, Marshall SJ. Effect of hydration variability on hybrid layer properties of a self-etching versus an acid-etching system. *Biomaterials*. 2005;26(9):1011-8.
8. Perdigao J, Reis A, Loguercio AD. Dentin adhesion and MMPs: a comprehensive review. *Journal of esthetic and restorative dentistry : official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry [et al]*. 2013;25(4):219-41.
9. Perdigao J, Swift EJ, Jr. Universal Adhesives. *Journal of esthetic and restorative dentistry : official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry [et al]*. 2015;27(6):331-4.
10. Perdigao J. Dentin bonding-variables related to the clinical situation and the substrate treatment. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*. 2010;26(2):e24-37.
11. Perdigao J. New developments in dental adhesion. *Dental clinics of North America*. 2007;51(2):333-57, viii.
12. Van Landuyt KL, Snauwaert J, De Munck J, Peumans M, Yoshida Y, Poitevin A, et al. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. *Biomaterials*. 2007;28(26):3757-85.

13. Oliveira SS, Pugach MK, Hilton JF, Watanabe LG, Marshall SJ, Marshall GW, Jr. The influence of the dentin smear layer on adhesion: a self-etching primer vs. a total-etch system. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*. 2003;19(8):758-67.
14. Van Meerbeek B, Peumans M, Verschueren M, Gladys S, Braem M, Lambrechts P, et al. Clinical status of ten dentin adhesive systems. *Journal of dental research*. 1994;73(11):1690-702.
15. Duan SS, Ouyang XB, Pei DD, Huo YH, Pan QH, Huang C. Effects of ethanol-wet bonding technique on root dentine adhesion. *The Chinese journal of dental research : the official journal of the Scientific Section of the Chinese Stomatological Association (CSA)*. 2011;14(2):105-11.
16. Pei D, Huang X, Huang C, Wang Y, Ouyang X, Zhang J. Ethanol-wet bonding may improve root dentine bonding performance of hydrophobic adhesive. *Journal of dentistry*. 2012;40(5):433-41.
17. Nakajima M, Sano H, Burrow MF, Tagami J, Yoshiyama M, Ebisu S, et al. Tensile bond strength and SEM evaluation of caries-affected dentin using dentin adhesives. *Journal of dental research*. 1995;74(10):1679-88.
18. Ikeda T, De Munck J, Shirai K, Hikita K, Inoue S, Sano H, et al. Effect of fracture strength of primer-adhesive mixture on bonding effectiveness. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*. 2005;21(5):413-20.
19. Kato G, Nakabayashi N. The durability of adhesion to phosphoric acid etched, wet dentin substrates. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*. 1998;14(5):347-52.
20. Versluis A, Tantbirojn D, Douglas WH. Why do shear bond tests pull out dentin? *Journal of dental research*. 1997;76(6):1298-307.
21. Youngson CC, Jones JC, Fox K, Smith IS, Wood DJ, Gale M. A fluid filtration and clearing technique to assess microleakage associated with three dentine bonding systems. *Journal of dentistry*. 1999;27(3):223-33.
22. Sangwichit K, Kingkaew R, Pongprueksa P, Senawongse P. Effect of thermocycling on the durability of etch-and-rinse and self-etch adhesives on dentin. *Dental materials journal*. 2016;35(3):360-8.
23. Van Meerbeek B, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. Morphological characterization of the interface between resin and sclerotic dentine. *Journal of dentistry*. 1994;22(3):141-6.

24. Lee JJ, Nettekoy-Marbell A, Cook A, Jr., Pimenta LA, Leonard R, Ritter AV. Using extracted teeth for research: the effect of storage medium and sterilization on dentin bond strengths. *Journal of the American Dental Association* (1939). 2007;138(12):1599-603.
25. Gale MS, Darvell BW. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *Journal of dentistry*. 1999;27(2):89-99.
26. Placido E, Meira JB, Lima RG, Muench A, de Souza RM, Ballester RY. Shear versus micro-shear bond strength test: a finite element stress analysis. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*. 2007;23(9):1086-92.
27. Yoshihara K, Yoshida Y, Hayakawa S, Nagaoka N, Irie M, Ogawa T, et al. Nanolayering of phosphoric acid ester monomer on enamel and dentin. *Acta biomaterialia*. 2011;7(8):3187-95.
28. Ayar MK. A review of ethanol wet-bonding: Principles and techniques. *European journal of dentistry*. 2016;10(1):155-9.
29. Sartori N, Peruchi LD, Phark JH, Lopes MM, Araujo E, Vieira LC, et al. Permeation of intrinsic water into ethanol- and water-saturated, monomer-infiltrated dentin bond interfaces. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*. 2015;31(11):1385-95.
30. Pantoja C, Silva DHD, Soares AJ, Ferraz CCR, Gomes B, Zaia AA, et al. Influence of ethanol on dentin roughness, surface free energy, and interaction between AH Plus and root dentin. *Brazilian oral research*. 2018;32:e33.
31. Kuhn E, Farhat P, Teitelbaum AP, Mena-Serrano A, Loguercio AD, Reis A, et al. Ethanol-wet bonding technique: Clinical versus laboratory findings. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials*. 2015;31(9):1030-7.

## AGRADECIMENTOS

A realização desta monografia de investigação só foi possível devido à colaboração e ao contributo, de várias pessoas e instituições, às quais gostaria de exprimir algumas palavras de agradecimento.

Ao Professor Doutor João Cardoso Ferreira, Professor Auxiliar Convidado da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto e regente da unidade curricular de Dentisteria Operatória III, pela disponibilidade manifestada para orientar este trabalho, pela exigência de método e rigor, pela incansável orientação científica, pela revisão crítica do texto, pelos profundos comentários, esclarecimentos, opiniões e principalmente por ter sido um apoio incansável desde do início, nunca me deixando desistir. Apenas tenho uma palavra para si: RECONQUISTA!! (37)

À Professora Doutora Sofia Arantes e Oliveira, Professora Associada da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade de Lisboa, pelos oportunos conselhos, pela acessibilidade cordialidade e simpatia demonstradas, pela confiança que sempre me concedeu, pelo permanente estímulo que, por vezes, se tornaram decisivos em determinados momentos da elaboração desta tese, incluindo o benéfico acompanhamento. Um enorme obrigada pela disponibilização do laboratório de biomateriais da FMDUL, sem isso não seria possível realizar esta tese. É tão LINDAAAAA!!!

Às empresas VOCO e EM ESPE que gentilmente cederam parte do material necessário para a realização dos trabalhos que conduziram a esta tese.

Gostaria de agradecer a todos os colegas e familiares que contribuíram para a recolha dos dentes que tornaram possível a execução deste trabalho laboratorial.

Aos meus pais, pelo amor e compreensão, pelo enorme encorajamento ao longo de toda esta fase. Um enorme obrigada por acreditarem sempre em mim e naquilo que faço.

Ao meu namorado Fábio pelo apoio incondicional, pela compreensão, pelo suporte dado nos momentos mais difíceis, por estar sempre presente mesmo a alguns quilómetros de distância. Por me dar força sempre que algo corria menos bem, pelo amor infindável, sem ele não seria possível.

À minha grande amiga Marta que tem uma paciência enorme para me aturar. Por estar sempre presente, por nunca ter desistido de mim, por me dar aquele aporte extra sempre que precisava. Se consegui realizar esta tese foi muito graças a ela. Um enorme obrigada por todos os momentos que passamos, principalmente pelas gargalhadas inacabáveis para desanuviar depois de tanto stress colocado em cima de nós.

À Sílvia, à Catarina e à Sandra que sempre estiveram dispostas a ouvir-me e a apoiar-me durante todo o percurso. Que me ajudaram a não ter mais trabalho do que a tese já dá, tornando algumas coisas automáticas. Sem elas não seria possível a tese estar pronta a tempo. Obrigada por toda a compreensão, dedicação e amizade. Um especial obrigado à Sílvia pelos maravilhosos dotes informáticos, que foram imprescindíveis para a realização da tese.

Ao Nuno, à Inês, ao Luís e à Ana que fizeram com que as infindáveis horas passadas no laboratório fossem atenuadas pela vossa ajuda, pela vossa presença, dedicação e amizade. Um enorme e especial obrigada ao Nuno e à Inês pela força extra que me deram, pela simpatia, pela disponibilidade constante e pelos momentos divertidíssimos que passamos.

## **ANEXOS**

## **ANEXO 1**

### **Documento de Aprovação da Comissão de Ética**

Exm<sup>a</sup> Senhora

**Catarina Lopes Cardoso**

Faculdade de Medicina Dentária da U. Porto

000193

02 MAI 2019

**(CC ao Orientador Sr. Prof. Doutor João Ricardo Cardoso Ferreira)**

**Assunto:** Parecer relativamente ao Projeto de Investigação nº 17/2019.  
**(Estudo da influência do pré-tratamento dentinário com etanol na resistência adesiva de sistemas universais).**

Informo V. Exa. que o projeto supracitado foi analisado na reunião da Comissão de Ética para a Saúde, da FMDUP, no dia 2 de maio de 2019.

A Comissão de Ética é **favorável** à realização do projeto tal como apresentado.

**Subject:** Recommendation on the research project nº 17/2019.  
**(Estudo da influência do pré-tratamento dentinário com etanol na resistência adesiva de sistemas universais).**

I hereby inform that the aforementioned project was analyzed on the 2<sup>nd</sup> day of may, 2019 by the Ethics Committee for Health of the Faculty of Dental Medicine,  
The Ethics Committee is **favourable** to the project execution.

Com os melhores cumprimentos,

A Presidente da Comissão de Ética para a Saúde, da FMDUP

*Inês Alexandra Costa Morais Caldas*

Prof. Doutora Inês Alexandra Costa Morais Caldas

## **ANEXO 2**

### **Declaração de autoria do trabalho apresentado**

**U. PORTO**



**FACULDADE DE  
MEDICINA DENTÁRIA  
UNIVERSIDADE DO PORTO**

## **DECLARAÇÃO**

### **Monografia de Investigação/Relatório de Atividade Clínica**

Declaro que o presente trabalho, no âmbito da Monografia de Investigação/Relatório de Atividade Clínica, integrado no MIMD, da FMDUP, é da minha autoria e todas as fontes foram devidamente referenciadas.

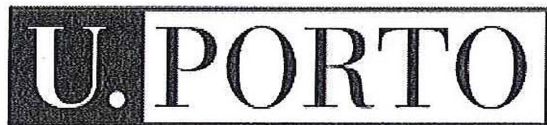
20/05/2019

Catarina Lopes Cardoso

O/A investigador (a)

## **ANEXO 3**

**Parecer do Orientador para entrega definitiva do  
trabalho apresentado**



FACULDADE DE  
MEDICINA DENTÁRIA  
UNIVERSIDADE DO PORTO

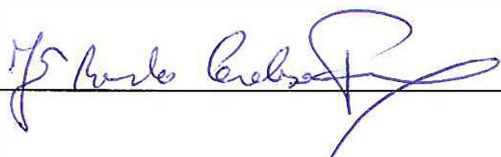
## PARECER

### (Entrega do trabalho final de Monografia)

Informo que o Trabalho de Monografia desenvolvido pela Estudante Catarina Lopes Cardoso com o título: "Estudo da influência do pré-tratamento dentinário com etanol na resistência adesiva de sistemas universais." está de acordo com as regras estipuladas na FMDUP, foi por mim conferido e encontra-se em condições de ser apresentado em provas públicas.

22/05/2019

O(A) Orientador(a)



## ANEXO 4 – Protocolos clínicos (indicações dos fabricantes)

### Vococid<sup>®</sup>

- \* Aplicar o gel condicionador;
- \* Deixar atuar durante 20-30 segundos no esmalte e 15 segundos na dentina
- \* Lavar com água pelo menos 15 a 30 segundo.

### Scotchbond<sup>™</sup> Universal

- \* Aplicar o adesivo em toda a superfície dentária e pressioná-lo (massajando) durante 20 segundos;
- \* Aplicar um sopro de ar leve sobre o líquido durante 5 segundos;
- \* Polimerizar durante 10 segundos.

### Futurabond M+

- \* Aplicar o adesivo uniformemente e friccionar durante 20 segundos;
- \* Aplicar jato de ar durante 5 segundos;
- \* Polimerizar durante 10 segundos.

### Grandio<sup>®</sup> SO

- \* Aplicar no máximo camadas de 2 mm de espessura;
- \* Polimerizar durante 20 segundos.

## Anexo 5 – Lote dos Materiais utilizados no estudo experimental

### Vococid<sup>®</sup>

Lot N 1839614

Data de Validade: 03/2021

### Scotchbond<sup>™</sup> Universal

Lot N 90206B

Data de Validade: 31/12/2020

### Futurabond M+

Lot N 1849118

Data de Validade: 11/2020

### Grandio<sup>®</sup> SO

Lot N 1848277

Data de Validade: 05/2021

