



**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ**

**MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA**

**EFEITO DE DIFERENTES ANTIOXIDANTES NA RESISTÊNCIA  
ADESIVA DE RESTAURAÇÕES EM DENTES BRANQUEADOS**

Trabalho submetido por  
**Sofia Costa Lima Lobo**  
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

**setembro de 2019**





**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ**

**MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA**

**EFEITO DE DIFERENTES ANTIOXIDANTES NA RESISTÊNCIA  
ADESIVA DE RESTAURAÇÕES EM DENTES BRANQUEADOS**

Trabalho submetido por  
**Sofia Costa Lima Lobo**  
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por  
**Prof. Doutor José João Mendes**

e coorientado por  
**Mestre Inês Caetano Santos**

**setembro de 2019**



*“A sabedoria não nos é dada. É preciso descobri-la por nós mesmos, depois de uma viagem que ninguém nos pode poupar ou fazer por nós.”*

*(Marcel Proust)*



## **Agradecimentos**

Ao meu orientador, Prof. Doutor José João Mendes, por toda a dedicação, apoio e confiança ao longo de todo este projeto. Por todas as oportunidades que me possibilitou, que me fizeram crescer, por todos os ensinamentos ao longo do meu percurso académico e pelo exemplo de rigor e excelência que levo para a vida;

À minha coorientadora, Mestre Inês Caetano Santos, pela imprescindível ajuda, dedicação e disponibilidade que sempre demonstrou em todos os momentos. Por toda a motivação e por me ter acompanhado sempre ao longo deste percurso;

Ao Prof. Doutor Luís Proença, pela sua disponibilidade e ajuda indispensáveis na compreensão da análise estatística desta investigação;

Ao Prof. Doutor Mário Polido, pela disponibilidade dos equipamentos do Laboratório de Biomateriais;

Ao Instituto Universitário Egas Moniz, por ter sido a minha segunda casa durante estes anos, pela excelência de ensino e pelos princípios que incute aos seus alunos;

À Inês, a minha algarvia, a minha imprescindível amiga, pilar e conselheira no decurso destes anos. Levo-te para toda a vida;

À minha parceira de box e de vida, Marga, que esteve comigo do primeiro ao último dia deste percurso, pelo apoio e companheirismo em todas as situações que enfrentámos ao longo destes anos, porque juntas aprendemos e crescemos muito;

Aos restantes amigos que esta casa meu deu, João Reis, Catarina Gomes, Sofia Martins, Margarida Récio, João Trindade, Anastásia Rita, Margarida Almeida, por todas as memórias vividas, por terem feito deste percurso uma experiência inesquecível, e à minha Minês, por ter entrado na minha vida e por me ter proporcionado memórias tão felizes e inesquecíveis;

Às amigas de toda a vida, que me acompanham desde sempre e para sempre;

Ao meu namorado, Pedro, pelo incentivo, apoio constante e por todo o amor. Pelo exemplo de perseverança que ambiciono sempre seguir. Por cada dia me fazer crescer enquanto pessoa, e por caminhar sempre comigo de mão dada neste caminho que é a vida;

Ao meu irmão, o meu melhor amigo, que me demonstra, todos os dias, que podemos ser na vida tudo o que sonharmos. Por tudo o que sempre representou e representará para mim e por todos os seus valores humanos que guardo como exemplo ao longo da minha vida;

Aos meus avós, que me demonstram todos os dias o sentido da palavra amor. Por me acompanharem sempre de perto, por todo o carinho, preocupação e por toda a força incondicional que sempre me transmitem;

Aos meus pais, os pilares e motores da minha vida, todo o apoio, dedicação, e amor, não só ao longo do meu percurso académico, mas ao longo de toda a minha vida. Todas as minhas decisões refletem os valores que sempre me transmitiram. Sem vocês nada disto seria possível.



## RESUMO

**Objetivos:** Avaliar *in vitro* o efeito de diferentes antioxidantes na resistência adesiva de restaurações em dentes branqueados.

**Materiais e Métodos:** Trinta molares hígidos foram seccionados em metades idênticas, tendo originado sessenta amostras. Estas foram divididas em seis grupos: controlo (GC); branqueamento e restauração imediatamente a seguir (G1); branqueamento e restauração após sete dias (G2); branqueamento e ascorbato de sódio (G3); branqueamento e extrato de semente de uva (G4); e branqueamento e chá verde (G5). Os grupos G1, G2, G3, G4 e G5 foram submetidos a branqueamento durante quatro horas por dia, ao longo de sete dias. Após o branqueamento, as amostras de G1 foram imediatamente restauradas com o sistema adesivo Optibond™ FL (Kerr) e a resina composta Filtek™ Z250 (3M ESPE); as amostras de G2 foram restauradas após sete dias; nas amostras de G3, G4 e G5 foram aplicados, respetivamente, 10 % de ascorbato de sódio, 5% de extrato de semente de uva, e 5% de chá verde, por 15 minutos, e foram imediatamente restauradas. Decorridas 24 horas, as amostras foram seccionadas, formando palitos com secção de  $1\pm 0,3\text{mm}^2$  de área, segundo os eixos x e y. Foram testados em tensão, a uma velocidade de 0,5mm/min, numa máquina de testes universais. A análise estatística realizou-se através do teste ANOVA com correção de *Brown-Forsythe* e o teste *Post-Hoc* de *Games-Howell*, com  $p \leq 0,05$  (SPSS25.0).

**Resultados:** Os grupos em que foram aplicados os antioxidantes (G3, G4 e G5) apresentaram valores de resistência adesiva superiores aos do grupo apenas branqueado e imediatamente restaurado (G1). O grupo submetido a branqueamento, seguido de um período de espera até à restauração de sete dias (G2), obteve melhores resultados que o grupo apenas branqueado (G1).

**Conclusões:** Os diferentes antioxidantes utilizados influenciam a resistência adesiva de restaurações em dentes branqueados.

**Palavras-chave:** antioxidante; resistência adesiva; branqueamento dentário; resina composta.



## ABSTRACT

**Objectives:** Evaluate *in vitro* the effect of different antioxidant agents on bond strength of bonded bleached teeth.

**Methods and Materials:** Thirty healthy molars were sectioned in identical halves that resulted in sixty samples, which were divided into six groups: control (GC); only bleaching and restoration immediately after (G1); only bleaching and restoration after seven days (G2); bleaching and sodium ascorbate (G3); bleaching and grape seed extract (G4); and bleaching and green tea (G5). Groups G1, G2, G3, G4 and G5 were subjected to the bleaching process for seven days, with daily application of four hours. After bleaching, the G1 samples were immediately restored with the Optibond™ FL (Kerr) adhesive system and the Filtek™ Z250 composite resin (3M ESPE); the G2 samples were restored after seven days; in the G3, G4 and G5 samples was applied, respectively, 10% of sodium ascorbate; 5% of grape seed extract; and 5% of green tea, for 15 minutes, and the samples were immediately restored. After 24 hours, the samples were sectioned according to the x and y axes, obtaining sticks with a section of  $1\pm 0.3$  mm<sup>2</sup> area. The sticks were tested in tension at a speed of 0.5mm / min on an universal testing machine. Statistical analysis was performed using the ANOVA test with *Brown-Forsythe* correction and *Games-Howell Post-Hoc* test, with  $p \leq 0,05$  (SPSS25.0).

**Results:** The groups in which the antioxidants were applied (G3, G4 and G5) presented higher bond strength values than those of the bleached and immediately restored group (G1). The bleached group, followed by a waiting period of seven days until restoration (G2), obtained better results than the bleached only group (G1).

**Conclusions:** The different antioxidants used influence the bond strength of restored teeth after bleaching.

**Keywords:** antioxidant; bond strength; dental bleaching; composite resin.



# Índice Geral

<b>I. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>17</b>
<b>1. Esmalte Dentário</b> .....	<b>17</b>
1.1. Formação do Esmalte .....	17
1.2. Estrutura do Esmalte .....	18
1.2.1. Prismas de Esmalte .....	19
1.2.2. Substância Interprismática .....	20
1.3. Propriedades Físicas do Esmalte .....	20
1.4. Propriedades Mecânicas do Esmalte .....	21
1.4.1. Dureza e Módulo de Elasticidade .....	21
1.5. Cor do Dente Natural e Propriedades Óticas do Esmalte .....	22
<b>2. Cor Dentária</b> .....	<b>22</b>
2.1. Etiologia da Pigmentação Dentária .....	23
2.1.1. Pigmentação Extrínseca .....	24
2.1.2. Pigmentação Intrínseca .....	24
<b>3. Branqueamento Dentário</b> .....	<b>25</b>
3.1. Definição de Branqueamento Dentário .....	25
3.2. Agentes Branqueadores .....	25
3.2.1. Elementos Ativos .....	25
3.2.1.1. Peróxido de Hidrogénio .....	25
3.2.1.2. Peróxido de Carbamida .....	26
3.2.2. Elementos Inativos .....	26
3.2.2.1. Agentes Espessantes .....	26
3.2.2.2. Conservantes .....	27
3.2.2.3. Aromatizantes .....	27
3.2.2.4. Surfactantes e Dispersores de Pigmento .....	27
3.2.2.5. Transportadores .....	27
3.3. Mecanismo de Ação .....	27
3.3.1. Difusão .....	28
3.3.2. Interação .....	28

3.3.3.	Alteração da Superfície e Cor .....	29
3.4.	Técnicas de Branqueamento Dentário .....	29
3.4.1.	Dentes vitais .....	30
3.4.1.1.	Em Consultório ( <i>In-Office</i> ) .....	30
3.4.1.2.	Em Ambulatório ( <i>At-Home</i> ) .....	31
3.4.1.3.	Combinação de <i>In-Office</i> com <i>At-Home</i> .....	32
3.4.1.4.	Produtos de Venda Livre (OTC) .....	32
3.4.2.	Dentes Não Vitais .....	32
3.4.2.1.	Branqueamento Interno .....	32
3.4.2.2.	Branqueamento Externo .....	33
3.4.2.3.	Branqueamento Interno-Externo .....	33
3.5.	Indicações para Branqueamento .....	33
3.6.	Contraindicações para Branqueamento .....	34
3.7.	Fatores que influenciam o Branqueamento .....	35
3.7.1.	Profilaxia da Superfície Dentária .....	35
3.7.2.	Concentração do Agente Branqueador .....	35
3.7.3.	Temperatura .....	35
3.7.4.	pH .....	35
3.7.5.	Tempo .....	36
3.7.6.	Aditivos .....	36
3.7.7.	Fontes de Luz .....	37
3.8.	Riscos associados ao Branqueamento Dentário .....	37
3.9.	Legislação aplicada ao Branqueamento Dentário .....	38
<b>4.</b>	<b>Adesão .....</b>	<b>39</b>
4.1.	Adesão Dentária .....	40
4.1.1.	Adesão ao Esmalte .....	40
4.1.2.	Adesão em Dentes Branqueados .....	41
4.2.	Classificação dos Sistemas Adesivos .....	42
4.2.1.	Sistemas Adesivos <i>Etch-and-Rinse</i> .....	44
4.2.2.	Sistemas Adesivos <i>Self-Etch</i> .....	45
4.2.3.	Sistemas Adesivos Universais .....	46
<b>5.</b>	<b>Agentes Antioxidantes .....</b>	<b>47</b>

5.1. Tipos de Agentes Antioxidantes .....	48
5.1.1. Ascorbato de Sódio .....	48
5.1.2. Extrato de Semente de Uva .....	49
5.1.3. Chá Verde.....	49
5.2. Fatores que influenciam a Resistência Adesiva .....	49
5.2.1. Concentração .....	49
5.2.2. Tempo de atuação .....	49
5.3. Limitações.....	50
<b>6. Testes de Resistência Adesiva .....</b>	<b>50</b>
6.1. Teste de Microtração .....	51
<b>II. OBJETIVO.....</b>	<b>53</b>
<b>III. HIPÓTESES DE ESTUDO .....</b>	<b>53</b>
<b>IV. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>55</b>
<b>V. RESULTADOS.....</b>	<b>69</b>
<b>VI. DISCUSSÃO .....</b>	<b>77</b>
<b>VII. CONCLUSÕES .....</b>	<b>85</b>
<b>VIII. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>89</b>
<b>IX. ANEXOS</b>	



## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> - Estrutura do esmalte em imagem de microscópio eletrónico. Identificam-se os prismas de esmalte (R) e a substância interprismática (IR) (Barra = 1 mm) (Hilton et al., 2013) .....	20
<b>Figura 2</b> - Representação das dimensões da cor. (A: Matiz; B: Valor; C: Croma) (Adaptado de Hilton et al., 2013) .....	23
<b>Figura 3</b> - Oxidação da dupla cadeia do cromóforo pelo peróxido de hidrogénio (Carey 2014) .....	27
<b>Figura 4</b> - Ilustração das fases do mecanismo de branqueamento dentário (Kwon & Wertz, 2015).....	28
<b>Figura 5</b> - Representação esquemática das estratégias de adesão (Perdigão, 2007).....	43
<b>Figura 6</b> - Representação de um dentes utilizado neste estudo .....	55
<b>Figura 7</b> - Esquema síntese do desenho experimental do estudo .....	56
<b>Figura 8</b> - Corte dos dentes no micrótopo em duas metades idênticas .....	57
<b>Figura 9</b> - Amostra após o corte do dente e preenchimento da câmara pulpar com cola de cianoacrilato .....	57
<b>Figura 10</b> - Retenção dos dentes nos suportes através de cola aquecida .....	58
<b>Figura 11</b> - Estufa onde foram guardadas as amostras .....	58
<b>Figura 12</b> - Aplicação do gel de branqueamento Opalescence PF Regular 16% (Ultradent Products, South Jordan, EUA).....	59
<b>Figura 13</b> - Aplicação do gel placebo .....	59
<b>Figura 14</b> - Aplicação do gel de ascorbato de sódio a 10% nos dentes do grupo G3, durante 15 minutos.....	60

<b>Figura 15</b> - Aplicação da solução de extrato de semente de uva a 5% nos dentes do grupo G4, durante 15 minutos .....	60
<b>Figura 16</b> - Aplicação da solução de chá verde a 5% nos dentes do grupo G5, durante 15 minutos .....	61
<b>Figura 17</b> - Simulação da smear layer através do polimento da superfície dentária com a lixa na polidora LabPo1-4, Streurs .....	61
<b>Figura 18</b> - Condicionamento ácido da superfície dentária com ácido ortofosfórico Scotchbond™ Etchant a 34% durante 15 segundos .....	62
<b>Figura 19</b> - Aplicação do sistema adesivo Optibond™ FL (A: Aplicação do <i>primer</i> ; B: Aplicação do adesivo; C: Fotopolimerização do adesivo) .....	63
<b>Figura 20</b> - Restauração dos dentes em incrementos de 2 mm até perfazerem uma altura de 6 mm, com resina Filtek™ Z250 cor A3 .....	63
<b>Figura 21</b> - Dente com restauração a resina composta .....	64
<b>Figura 22</b> - Corte do complexo dente-restauração em palitos .....	64
<b>Figura 23</b> - Teste de microtração na máquina de testes universais (A: Palito no jig de Geraldeli; B: Máquina de testes universais Shimadzu Autograph AG-IS; C: Cola de cianoacrilato Zapit) .....	65
<b>Figura 24</b> - Microscópio ótico com ampliação de 20x (Leica ATC 2000, Reichert Inc., Buffalo, EUA) .....	66
<b>Figura 25</b> - Esquema representativo dos tipos de fratura .....	66

## Índice de Tabelas

**Tabela 1** - Resultados da média, desvio padrão, limite inferior e superior, valor mínimo e máximo, dos valores de resistência adesiva (MPa)..... **Error! Bookmark not defined.**

**Tabela 2** - Comparação das médias dos valores de resistência adesiva através do teste Post-Hoc de Games-Howell ..... **Error! Bookmark not defined.**

**Tabela 3** – Percentagem (%) referente ao tipo de fratura, em cada grupo ..... 75



## Índice de Gráficos

<b>Gráfico 1</b> - Resistência adesiva (MPa) dos diferentes grupos representada num diagrama de extremos e quartis.....	69
<b>Gráfico 2</b> - Resistência adesiva (MPa) dos diferentes grupos, com representação da média e desvio-padrão.....	70
<b>Gráfico 3</b> - Representação dos intervalos de confiança a 95% e médias, de cada grupo .....	72
<b>Gráfico 4</b> - Resistência adesiva (MPa) dos grupos aos quais foram aplicados antioxidantes, com representação da média e desvio-padrão.....	74
<b>Gráfico 5</b> - Análise do tipo de fratura, representada por cada grupo, em percentagem.	75
<b>Gráfico 6</b> - Análise do tipo de fratura, representada por tipologia, em percentagem ....	76



## **Lista de abreviaturas**

**10-MDP** - 10-Metacriloiloxidecil dihidrogenofosfato

**Bis-EMA** - Dimetacrilato de etoxilato bisfenol-A

**Bis-GMA** - Dimetacrilato de bisfenol-A-glicidil

**g** - grama

**HEMA** – Metacrilato de hidroxietil

**IUEM** – Instituto Universitário Egas Moniz

**ISO** - International Organization for Standardization

**KN** - KiloNewton

**ml** - mililitro

**mm** - milímetro

**mm<sup>2</sup>** – milímetro quadrado

**mm/min** – milímetro por minuto

**MPa** – MegaPascais

**mW/cm<sup>2</sup>** - miliWatts por centímetro quadrado

**nm** - nanómetro

**OPCs** - complexos de proantocianidinas oligoméricas

**OMD** – Ordem dos Médicos Dentistas

**OTC** – Over the counter (produtos de venda livre)

**p** - nível de significância estatística

**TEGDMA** - Dimetacrilato de trietileno glicol

**UDMA** – Dimetacrilato de uretano

**µm** - micrómetro

**µSBS** – Shear bond strength

**µTBS** - Microtensile bond strength



# I. INTRODUÇÃO

## 1. Esmalte Dentário

O esmalte dentário constitui a superfície externa do dente, que protege a dentina e a polpa subjacentes e corresponde à maior matriz calcificada do corpo humano (Hilton, Ferracane & Broome, 2013; Nanci, 2017).

A aparência estética do esmalte é fornecida pela sua cor e forma, sendo que grande parte da medicina dentária restauradora advém do esforço de assemelhar a cor, translucidez, textura e os contornos do esmalte com materiais dentários sintéticos, como as resinas compostas ou a porcelana (Hilton et al., 2013).

A preservação do esmalte ao longo da vida é um dos objetivos da medicina dentária, contudo, quando exposto a um ambiente oral com todas as condicionantes oclusais, bacterianas e químicas, o esmalte, apesar de considerado durável, torna-se vulnerável à desmineralização ácida, à fratura e ao desgaste (Hilton et al., 2013).

Apesar destas condicionantes, o elevado grau de mineralização do esmalte, proporciona alta resistência e rigidez, permitindo que este tecido resista a condições extremas, como é o caso de pressões excessivas, humidade e exposição a elevadas temperaturas (Arrieta, Fogalli & Line, 2018).

### 1.1. Formação do Esmalte

O esmalte forma-se a partir de uma matriz orgânica composta por um agrupamento único de proteínas da matriz extracelular (Lacruz, Habelitz, Wright & Paine, 2017).

O órgão de esmalte é formado por uma população mista de células, sendo que as principais responsáveis pela formação do esmalte, os ameloblastos, formam uma camada em contacto direto com a superfície do esmalte em formação. A este processo de formação dá-se o nome de amelogénese (Lacruz et al., 2017; Nanci, 2017).

Os ameloblastos secretam as proteínas da matriz do esmalte, que são posteriormente degradadas e proteoliticamente removidas. Também regulam a formação de um material inorgânico à base de hidroxiapatite (Lacruz et al., 2017).

Os ameloblastos são perdidos à medida que o dente erupciona na cavidade oral e, por isso, o esmalte não se renova. De modo a compensar essa limitação inerente, o esmalte adquiriu uma organização estrutural complexa e um elevado grau de mineralização, que é possível devido à quase ausência de matriz orgânica no seu estado maduro (Nanci, 2017).

Estas características refletem o ciclo de vida incomum dos ameloblastos e as características físico-químicas únicas das proteínas da matriz que regulam a formação dos cristais longos do esmalte (Nanci, 2017).

Embora o esmalte seja estruturalmente distinto dos tecidos calcificados à base de colagénio, existem semelhanças fundamentais comuns na formação de todos os tecidos calcificados (Nanci, 2017).

## **1.2. Estrutura do Esmalte**

Devido à natureza altamente mineralizada do esmalte, o estudo da sua estrutura é de elevada complexidade (Nanci, 2017).

Quando são examinadas secções desmineralizadas do esmalte, apenas é possível observar um espaço vazio, em áreas anteriormente ocupadas por esmalte maduro, uma vez que o conteúdo mineral foi dissolvido e o material orgânico foi lavado. No entanto, o material orgânico que fica retido em secções de esmalte descalcificado é suficiente para que possam ser revelados alguns detalhes da sua estrutura (Nanci, 2017).

A unidades organizacionais do esmalte e que representam as estruturas primárias e fundamentais são os bastões de esmalte - prismas de esmalte, e a substância intertubular - substância interprismática (Shahmoradi, Bertassoni, Elfallah & Swain, 2014; Nanci, 2017).

O esmalte é formado por cristais de hidroxiapatite longos e compactos, medindo em largura de 60 a 70 nm e em espessura de 25 a 30 nm. Organizam-se para formar estruturas

denominadas prismas de esmalte, sendo que grupos de prismas de esmalte são, por sua vez, agrupados e dispostos de forma horizontal e em direções alternadas, num ângulo de 90°, formando camadas denominadas de bandas *Hunter-Schreger* (Nanci, 2017; Arrieta et al., 2018).

### 1.2.1. Prismas de Esmalte

Os bastões de esmalte ou prismas de esmalte têm entre 5 a 8  $\mu\text{m}$  de diâmetro e foram primeiramente descritos como estruturas prismáticas hexagonais. O termo “prisma de esmalte” ainda é utilizado frequentemente, contudo não é o termo mais correto uma vez que não possuem uma forma regular e, por isso, não devem ser consideradas como prismas (Figura 1) (Shahmoradi et al., 2014; Nanci, 2017).

Os prismas de esmalte raramente são retos na sua extensão, sendo que, desde a junção amelodentinária até à superfície do esmalte, seguem um trajeto ondulado (Abidu-Figueiredo, Braz & Braga, 2002).

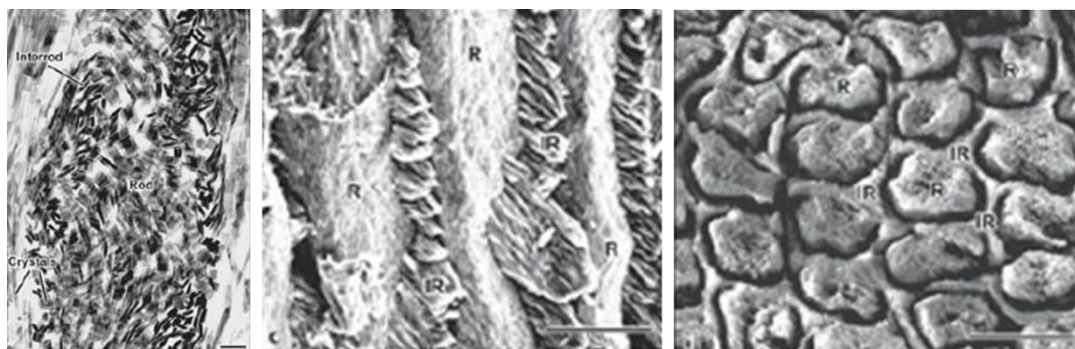
A mudança na direção dos prismas é o fenómeno que promove a aparência das bandas de *Hunter-Schreger*, que correspondem a bandas escuras e claras, que podem ser invertidas alternando a direção da iluminação incidente. Estas apresentam larguras variáveis e são observáveis a partir de cortes longitudinais. As bandas de *Hunter-Schreger* têm aproximadamente 50  $\mu\text{m}$  de largura e resultam da diferença entre a densidade ótica dos prismas de esmalte transversal e longitudinalmente seccionados (Abidu-Figueiredo et al., 2002; Shahmoradi et al., 2014; Nanci, 2017).

A molécula de fosfato de cálcio tem uma estrutura hexagonal e organiza-se em torno do cristal de modo a lhe dar um contorno hexagonal. No entanto, os cristais de esmalte completamente maduros não são perfeitamente hexagonais, mas apresentam um contorno irregular, uma vez que são pressionados uns contra os outros durante a fase final do seu crescimento. Estes cristais são, depois, agrupados e formam os bastões de esmalte (Nanci, 2017).

### **1.2.2. Substância Interprismática**

Os cristais nos prismas de esmalte e na substância interprismática diferem na sua orientação, sendo que os presentes na substância interprismática são perpendiculares aos que estão presentes nos prismas de esmalte (Hilton et al., 2013).

A substância interprismática corresponde a uma matriz orgânica ou bainha do prisma que envolve os prismas de esmalte, em redor de três quartos de cada prisma. Esta bainha permite a separação de dois prismas de esmalte, no entanto, estas duas estruturas do esmalte estão conectados na porção em que não está recoberta pela bainha, formando um istmo de confluência de cristais (He & Swain, 2008; Hilton et al., 2013; Shahmoradi et al., 2014) (Figura 1).



**Figura 1** - Estrutura do esmalte em imagem de microscópio eletrônico. Identificam-se os prismas de esmalte (R) e a substância interprismática (IR) (Barra = 1 mm) (Hilton et al., 2013)

### **1.3. Propriedades Físicas do Esmalte**

O esmalte dentário é um tecido translúcido e a sua cor varia do branco acinzentado ao amarelo claro. Varia, também, em espessura, com um máximo de 2,5 mm. Esta variação influencia a cor do esmalte uma vez que, através das regiões mais finas, é possível observar a dentina amarela subjacente (Nanci, 2017).

O esmalte totalmente formado é constituído por sensivelmente 96% de material mineral, 4% de material orgânico e água (Nanci, 2017).

À constituição inorgânica do esmalte corresponde um fosfato de cálcio cristalino – hidroxiapatite - substituído por iões carbonato, que também são encontrados na dentina,

cimento, cartilagem calcificada e no osso. Também outros iões, tais como estrôncio, magnésio, chumbo e flúor, se presentes durante a formação do esmalte, podem ser incorporados nos cristais. A suscetibilidade destes cristais à dissolução por ácidos é um dos fatores responsáveis pelo aparecimento da cárie dentária (Nanci, 2017).

O elevado conteúdo mineral torna o esmalte extremamente duro, sendo que é esta propriedade, juntamente com a sua organização estrutural complexa, que permite que o esmalte resista às forças mecânicas aplicadas durante a mastigação. Contudo, essa dureza também torna o esmalte quebradiço e, por isso, uma camada subjacente de dentina mais resiliente é necessária de modo a manter a sua integridade (Nanci, 2017).

#### **1.4. Propriedades Mecânicas do Esmalte**

São as características mecânicas únicas dos dentes que lhes permitem realizar funções durante a mastigação, tais como incisão, laceração e trituração de alimentos. Assim sendo, nenhum material é capaz de substituir completamente o dente no que diz respeito às suas propriedades biológicas e mecânicas (Zhang, Du, Zhou & Yu, 2014).

As propriedades mecânicas dos dentes humanos são determinadas pela sua estrutura e composição. Estas propriedades mecânicas incluem parâmetros como o módulo de elasticidade, dureza, e comportamento de fratura (Shahmoradi et al., 2014; Zhang et al., 2014).

Investigações em microscopia eletrónica revelaram que, entre os cristais de hidroxiapatite do esmalte, está presente uma fina camada proteica, que desempenha um importante papel na regulação das propriedades mecânicas do esmalte (Xie et al., 2014).

##### **1.4.1. Dureza e Módulo de Elasticidade**

A dureza do esmalte é definida como a sua resistência à deformação permanente perante uma indentação. O módulo de elasticidade, também denominado de módulo de *Young*, corresponde à rigidez do esmalte dentro do seu limite elástico (Shahmoradi et al., 2014).

A dureza e o módulo de elasticidade dependem do local dentro de cada dente. O esmalte é mais mineralizado na sua superfície e menos mineralizado na sua junção com a dentina. Por outro lado, o tamanho dos prismas de esmalte é também maior na sua superfície e a

substância interprismática contém mais proteínas. Esta diferença na mineralização e no tamanho dos prismas de esmalte reflete as suas propriedades mecânicas, sendo que o esmalte tem maior dureza e maiores valores de módulo de elasticidade na sua superfície do que internamente (Shahmoradi et al., 2014).

O módulo de elasticidade, isto é a relação tensão-deformação, é uma das propriedades mais estudadas (Zhang et al., 2014).

Ao observar a curva tensão-deformação do esmalte, é possível constatar que a sua curva é bastante aplanada, sendo que não é observado nenhum ponto de transição plástico-elástico muito evidente (Shahmoradi et al., 2014).

A presença de uma componente orgânica torna o esmalte um material visco-elástico (Shahmoradi et al., 2014).

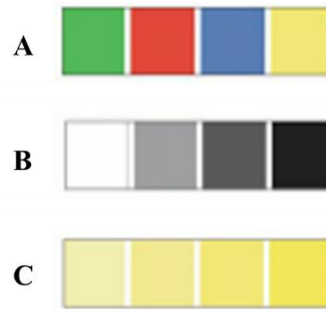
### **1.5. Cor do Dente Natural e Propriedades Óticas do Esmalte**

A cor do dente natural resulta da combinação das suas propriedades óticas. A luz encontra no dente uma superfície translúcida e podem ocorrer quatro tipos de fenómenos, tais como, a transmissão especular do fluxo da luz; a reflexão especular na superfície; a reflexão difusa da luz na superfície e a absorção e dispersão do fluxo no interior dos tecidos dentários (Li et al., 2012).

## **2. Cor Dentária**

O fenómeno da cor diz respeito ao comportamento de um corpo de acordo com a incidência da luz. Esta é a fonte de todas as cores e sem a ela as cores não existem (Hirata, Ampessan & Liu, 2001).

A cor é um fenómeno tridimensional, descrita geralmente tendo em conta o espaço de cores de *Munsell*, caracterizado pelas dimensões de matiz, valor e croma (Hirata et al., 2001; Ahn & Lee, 2008; Fondriest, 2012; Hilton et al., 2013) (Figura 2).



**Figura 2** - Representação das dimensões da cor (A: Matiz; B: Valor; C: Croma) (Adaptado de Hilton et al., 2013)

O matiz diz respeito aos grandes grupos de cores, por exemplo, vermelho, verde, azul e amarelo. Em medicina dentária pode ser representada na escala de cores universal VITA pelas letras A, B, C e D (Hirata et al., 2001; Hilton et al., 2013).

O valor, ou brilho, é definido pela quantidade de preto ou branco, isto é, corresponde à quantidade de opacidade, que torna mais branco, ou translucidez, que torna mais cinza (Hirata et al., 2001).

O croma representa a saturação de um determinado matiz ou cor, está associado às diferenças de força da mesma cor e corresponde na escala VITA aos números 1 a 4 (Hirata et al., 2001; Hilton et al., 2013).

Reproduzir e caracterizar a cor é um aspeto desafiante na medicina dentária estética (Ahn & Lee, 2008).

## **2.1. Etiologia da Pigmentação Dentária**

A cor dos dentes é influenciada por uma combinação da presença de pigmentações extrínsecas formadas à superfície do dente, com a sua cor intrínseca (Joiner & Luo, 2017).

### **2.1.1. Pigmentação Extrínseca**

A pigmentação extrínseca é determinada pela formação de regiões pigmentadas na película adquirida na superfície do esmalte. Esta pode ser influenciada por inúmeros fatores nomeadamente, deficiente técnica de escovagem, tabaco, ingestão de determinados alimentos ou bebidas, tais como café, chá e vinho tinto, e pela exposição a sais de ferro e clorexidina (Carey, 2014; Joiner & Luo, 2017; Karaarslan et al., 2018).

### **2.1.2. Pigmentação Intrínseca**

A pigmentação intrínseca de um dente pode ser resultado de diversos fatores, tais como, a idade (uma vez que ao longo do tempo ocorre o desgaste do esmalte que tem como consequência a exposição da dentina que é mais amarelada), elevados níveis de flúor, medicação com tetraciclina, icterícia na infância, cárie dentária, hemorragia intrapulpar e distúrbios no desenvolvimento, que podem começar antes da erupção do dente (Hilton et al., 2013; Carey, 2014; Karaarslan et al., 2018).

Esta pigmentação intrínseca é caracterizada pela forma como a luz se difunde e é absorvida na superfície e no interior das estruturas constituintes do dente (Joiner & Luo, 2017).

O esmalte é um material translúcido, sendo que, a luz, antes de emergir na superfície de incidência e atingir o olho do observador, pode seguir diversos caminhos irregulares. Esta translucidez está relacionada com o seu grau de mineralização e a sua cor é influenciada principalmente pela sua espessura e pela cor da dentina subjacente. Deste modo, a dentina tem uma importância significativa na determinação da cor do dente (Fondriest, 2012; Hilton, 2013; Joiner & Luo, 2017).

As causas da pigmentação devem ser analisadas de modo a prever de que maneira a técnica de branqueamento dentário pode melhorar a cor do dente, tendo em conta que alguns pigmentos respondem melhor ao tratamento do que outros. Assim, a pigmentação amarelada, resultante do envelhecimento, responde de forma rápida ao branqueamento, sendo que, por outro lado, a pigmentação por tetraciclina, é azul-acinzentada, e raramente é removida na totalidade. Os dentes pigmentados pelo tabaco ou café são os que apresentam resposta mais rápida. As *white spots* não são possíveis de remover através

do branqueamento dentário, contudo, podem tornar-se menos perceptíveis devido ao facto de, através deste procedimento, se tornar mais claro a restante parte do dente (Hilton et al., 2013).

### **3. Branqueamento Dentário**

#### **3.1. Definição de Branqueamento Dentário**

O branqueamento dentário é um método eficaz e conservador que tem como objetivo tornar mais brancos dentes descolorados, sendo que é um método praticado na medicina dentária desde o século XIX (Perdigão, 2016; Junior et al., 2018).

Para o sucesso do branqueamento dentário é essencial que o médico dentista tenha conhecimento do fator etiológico que predispõe ao escurecimento da estrutura dentária, bem como dominar os materiais branqueadores existentes, as suas técnicas e os seus efeitos sobre os tecidos dentários (Francci, Marson, Briso & Gomes, 2010).

#### **3.2. Agentes Branqueadores**

Os agentes branqueadores são constituídos por elementos ativos e inativos. Dos elementos ativos fazem parte o peróxido de hidrogénio e o peróxido de carbamida e, relativamente aos elementos inativos, incluem-se os agentes espessantes, transportadores, surfactantes e dispersores de pigmento, conservantes e aromatizantes (Alqahtani, 2014).

##### **3.2.1. Elementos Ativos**

###### **3.2.1.1. Peróxido de Hidrogénio**

O peróxido de hidrogénio ( $H_2O_2$ ) consiste num líquido incolor, com maior viscosidade que a água e cuja massa molar é de 34,01 g/mol. Uma vez que apresenta um baixo peso molecular é dotado da capacidade de penetrar na dentina, libertar oxigénio e quebrar as duplas ligações que existem nos compostos orgânicos e inorgânicos nos túbulos dentinários (Kwon & Wertz, 2015; Karaarslan et al., 2018).

O peróxido de hidrogénio é o princípio ativo de qualquer material de branqueamento dentário, contudo, comercialmente, nem sempre se apresentam nesta forma (Francci et al., 2010).

### **3.2.1.2. Peróxido de Carbamida**

O peróxido de carbamida ( $\text{CH}_6 \text{N}_2 \text{O}_3$ ) trata-se de um composto cristalino branco orgânico cuja composição contém peróxido de hidrogénio e ureia, e que liberta oxigénio quando entra em contacto com a água. Este, quando estabelece contacto com os dentes, dissocia--se nestes dois elementos, sendo o peróxido de hidrogénio, o elemento ativo. Por sua vez, o peróxido de hidrogénio é degradado em oxigénio e água e a ureia é degradada em dióxido de carbono e amónia (Bellan et al., 2011; Kwon & Wertz, 2015; Redha et al., 2019).

Quando aplicado na estrutura dentária, uma solução de 10% de peróxido de carbamida é decomposta em 3,5% de peróxido de hidrogénio e 6,5% de ureia. Deste modo, justifica--se que as concentrações das soluções de branqueamento com peróxido de carbamida sejam três vezes superiores às de peróxido de hidrogénio (Hilton et al., 2013).

A ureia, um dos subprodutos resultantes da decomposição do peróxido de carbamida, é o principal responsável pelo aumento do pH na cavidade oral, o que pode resultar num potencial retardador da atividade da cárie, durante o branqueamento dentário (Hilton et al., 2013).

## **3.2.2. Elementos Inativos**

### **3.2.2.1. Agentes Espessantes**

Dos agentes espessantes, o mais comumente utilizado é o carbopol (carboxipolimetileno), cuja concentração é de 0,5% a 1,5%. Este é um polímero de ácido poliacrílico de elevado peso molecular e é capaz de aumentar a viscosidade dos materiais de branqueamento, permitindo uma melhor retenção do gel de branqueamento na moldeira. É, também, capaz de aumentar até quatro vezes o tempo de libertação do oxigénio do material de branqueamento (Alqahtani, 2014).

### 3.2.2.2. Conservantes

As substâncias conservantes mais utilizadas são metil, propilparabeno e benzoato de sódio. Estas impedem o crescimento de bactérias nos materiais de branqueamento e, através da libertação de metais como o magnésio, cobre e ferro, são capazes de acelerar a quebra do peróxido de hidrogénio (Alqahtani, 2014).

### 3.2.2.3. Aromatizantes

Podem ser vários os aromatizantes, tais como hortelã-pimenta, hortelã, anis, sassafras, sacarina e verde-inverno, e são utilizados com o objetivo de melhorar o sabor e a aceitação por parte do consumidor no que diz respeito aos materiais branqueadores (Alqahtani, 2014).

### 3.2.2.4. Surfactantes e Dispersores de pigmento

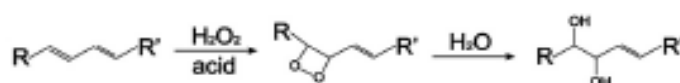
O surfactante atua como um agente que humidifica a superfície do dente, permitindo que o princípio ativo dos materiais de branqueamento se difunda. Os dispersores do pigmento possibilitam que os pigmentos permaneçam em suspensão no gel (Alqahtani, 2014).

### 3.2.2.5. Transportadores

Os transportadores mais utilizados são a glicerina e o propilenglicol (Alqahtani, 2014).

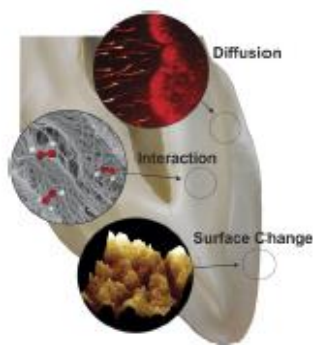
## 3.3. Mecanismo de Ação

Os pigmentos que produzem a cor da estrutura dentária correspondem a compostos orgânicos, os cromóforos. Estes são moléculas com coloração, constituídas por ligações duplas conjugadas, sendo que o mecanismo do branqueamento dentário ocorre através da oxidação destas moléculas em compostos incolores, com a destruição de uma ou mais ligações duplas dentro deste sistema conjugado (Carey, 2014; Kwon & Wertz, 2015) (Figura 3).



**Figura 3** - Oxidação da dupla cadeia do cromóforo pelo peróxido de hidrogénio (Carey, 2014)

Este mecanismo, que resulta na alteração da percepção da cor do dente, pode dividir-se em três fases: o movimento do agente branqueador na estrutura dentária; a interação do agente branqueador com as moléculas responsáveis pela cor dentária; a alteração da superfície da estrutura dentária, de modo a que a luz seja refletida de maneira diferente (Kwon & Wertz, 2015) (Figura 4).



**Figura 4** - Ilustração das fases do mecanismo de branqueamento dentário (Kwon & Wertz, 2015)

### **3.3.1. Difusão**

O branqueamento dentário está assente no mecanismo em que o agente branqueador, o peróxido de hidrogénio ( $H_2O_2$ ), que também pode ser obtido a partir de peróxido de carbamida, tem a capacidade de penetrar no esmalte e na dentina, uma vez que apresenta um baixo peso molecular, e de interagir com os cromóforos orgânicos, atuando como um forte oxidante. Este fenómeno ocorre uma vez que estes tecidos atuam como membranas semipermeáveis e, portanto, permitem a passagem de fluidos nos espaços interprismáticos e nos túbulos dentinários (Carey, 2014; Kwon & Wertz, 2015; Perdigão, 2016; Mushashe et al., 2018).

### **3.3.2. Interação**

Após a fase de difusão do agente branqueador, dá-se o processo de interação. Nesta fase ocorre a interação do peróxido de hidrogénio, através dos radicais livres de oxigénio, com os cromóforos orgânicos (Kwon & Wertz, 2015).

Ao se difundir no dente, o peróxido de hidrogénio dissocia-se, originando o anião perhidroxil ( $HO_2^-$ ) e produzindo radicais livres instáveis, entre eles, radicais hidroxilo

(OH•), radicais perhidroxil (HOO•), aniões perhidroxil (HOO<sup>-</sup>) e aniões superóxido (OO•<sup>-</sup>) (Alqahtani, 2014).

Contudo, a formação dos radicais livres pode ser obtida a partir de outras condições, como é o caso da clivagem homolítica através da quebra de uma ligação O-O ou O-H presentes no peróxido de hidrogénio, o primeiro dando origem a H• + •OOH e o segundo a 2•OH (radical hidroxil) (Alqahtani, 2014).

Quando os radicais livres encontram os cromóforos orgânicos, são capazes de quebrar as suas ligações duplas e converter as suas cadeias em estruturas mais simples (Kwon & Wertz, 2015).

Estas reações produzem moléculas mais simples, hidrófilas, com um menor peso molecular, de tal modo que os produtos resultantes se tornam mais fáceis de remover em meio aquoso (Francci et al., 2010; Kwon & Wertz, 2015).

### 3.3.3. Alteração da Superfície e Cor

A quebra das ligações duplas por parte dos radicais livres resulta na formação de moléculas menores, com menor aparência de pigmentações, havendo, portanto, uma mudança no espectro de absorção dos cromóforos e uma alteração nas suas propriedades óticas (Alqahtani, 2014; Kwon & Wertz, 2015).

As alterações no esmalte são atribuídas a alterações micromorfológicas na sua camada mais superficial devido à desprotonação, desmineralização e oxidação. Estas condicionantes alteram a densidade do esmalte, o que torna menos compacta a distribuição dos cristais e podendo aumentar o seu índice de refração (Perdigão, 2016).

## 3.4. Técnicas de Branqueamento Dentário

São muitas e diversas as técnicas que existem de branqueamento dentário, sendo que se podem distinguir entre as técnicas de branqueamento de dentes vitais e de dentes não vitais (Alqahtani, 2014; Hilton et al., 2013; Mushashe et al., 2018).

Relativamente ao branqueamento de dentes vitais, os procedimentos podem distribuir-se em três técnicas: branqueamento em consultório (vulgarmente denominado de *In-Office*); branqueamento em ambulatório (rotineiramente denominado de *At-Home*); e

branqueamento através de produtos de venda livre (*Over the Counter*), em que os materiais de branqueamento são comercializados e aplicados sem o acompanhamento e a orientação do médico dentista (Francci et al., 2010; Hilton et al., 2013).

Relativamente aos dentes não vitais, podem distinguir-se dois tipos de técnicas: branqueamento interno, branqueamento externo, ou uma combinação de ambos. Na maioria das vezes, os dentes não vitais que requerem branqueamento, são dentes que possuem tratamento endodôntico, que são suscetíveis à descoloração por produtos sanguíneos causados por trauma ou mesmo pelo tratamento endodôntico, ou por tecido necrótico que possa ter sido deixado na câmara pulpar (Hilton et al., 2013).

### **3.4.1. Dentes Vitais**

#### **3.4.1.1. Em Consultório (*In-Office*)**

Na técnica de branqueamento em consultório, o agente branqueador é aplicado pelo médico dentista, que tem o total controlo durante todo o procedimento, tendo a competência de o parar quando a cor dentária desejada é alcançada (Alqahtani, 2014).

Apesar da incidência de branqueamento em ambulatório ser maior do que a realizada em consultório, este último ainda subsiste como uma técnica útil quando os pacientes manifestam alguma contraindicação para a aplicação de moldeiras de branqueamento, como é o caso da retração gengival ou doença gástrica. Neste procedimento, os dentes não devem ser anestesiados, permitindo que o paciente possa mencionar algum desconforto decorrente do tratamento e de maneira a controlar o número de aplicações que devem ser realizadas na consulta (Hilton et al., 2013; Rodrigues et al., 2018).

Os dentes que serão expostos ao tratamento devem ser isolados com um dique de borracha de modo a proporcionar a retração do tecido gengival e a proteger os tecidos moles de uma exposição desprevenida ao agente branqueador. Pode, também, ser utilizada uma resina fluida fotopolimerizável, colocada nos tecidos gengivais que circundam os dentes, promovendo uma barreira protetora, devendo ser facilmente removível (Heymann, Swift & Ritter, 2013; Hilton et al., 2013).

Os tratamentos são geralmente prestados semanalmente, entre dois a seis procedimentos, sendo que cada um deles tem a duração de 30 a 45 minutos. Entre as

consultas, os pacientes podem apresentar sensibilidade dentária transitória, uma vez que, na literatura, não foi relatado nenhum efeito adverso desta categoria a longo prazo, em dentes com polpa saudável (Heymann et al., 2013).

Com o branqueamento realizado no consultório, parte do branqueamento observado é temporário, uma vez que resulta da desidratação dos dentes consequente da técnica de isolamento. Deste modo, o efeito do branqueamento deve ser avaliado após 1 ou 2 semanas para propiciar a rehidratação dos dentes (Hilton et al., 2013).

#### **3.4.1.2. Em Ambulatório (*At-Home*)**

Relativamente à técnica de branqueamento dentário em ambulatório, esta é baseada na utilização de uma moldeira com a forma da arcada que deve conter o agente branqueador, aplicado pelo próprio e utilizado de dia ou durante a noite, segundo um período de tempo definido pelo fabricante (Carey, 2014; Hilton et al., 2013).

Esta técnica oferece vantagens relativamente à técnica em consultório, na medida em que é administrada pelo próprio paciente, sem requerer que se desloque ao consultório, portanto, necessita de um menor tempo de consultório e apresenta um menor custo. Contudo, requer a adesão do paciente, uma vez que a mudança na cor dos dentes depende da prontidão da utilização do material branqueador, e os resultados podem não ser os ideais, se o agente branqueador não atuar com a devida regularidade. Por outro lado, a utilização excessiva por parte dos pacientes pode causar sensibilidade dentária, uma vez que o agente branqueador atua por um tempo superior ao que é necessário para se atingir o máximo efeito branqueador dos dentes (Hilton et al., 2013; Alqahtani, 2014).

É essencial que o paciente compreenda todo o procedimento, pois embora seja supervisionado pelo médico dentista, a maior parte do processo ocorre em ambulatório e não no consultório, por isso, é fundamental que o paciente tenha conhecimento dos ajustes apropriados que pode fazer no protocolo, nomeadamente, a descontinuidade do procedimento por um ou dois dias, no caso de começar a desenvolver sensibilidade (Hilton et al., 2013).

### **3.4.1.3. Combinação de *In-Office* com *At-Home***

A combinação da técnica de branqueamento em consultório (*In-Office*) com em ambulatório (*At-Home*), sugere que se associem os procedimentos em consultório com os em ambulatório. Uma vez que habitualmente é necessário mais do que uma sessão de branqueamento em consultório para que se obtenham os resultados pretendidos, e o tempo entre as sessões pode ser superior a uma semana, pode recorrer-se a esta combinação das técnicas com a finalidade de acelerar o processo de branqueamento dentário (Rodrigues et al., 2018).

Contudo, a literatura demonstra que não existem diferenças no resultado final da combinação do branqueamento em consultório com a técnica em ambulatório, quando comparado com a aplicação do branqueamento somente em ambulatório (Hilton et al., 2013; Rodrigues et al., 2018).

### **3.4.1.4. Produtos de Venda Livre (OTC)**

Devido à crescente pressão social por padrões de beleza específicos, guiados pela sociedade, os produtos branqueadores foram, também, crescendo no mercado, tais como pastas dentárias, soluções para bochechar, ou pastilhas para mascar. Se estiver presente, a concentração de peróxido de hidrogénio nestes produtos é muito baixa. Segundo a legislação em vigor, deverá ser inferior a 0,1%, o que coloca em questão o potencial branqueador deste tipo de produtos (Francci et al., 2010).

Os produtos de venda livre não possuem a orientação nem o acompanhamento por parte do médico dentista. Este facto pode trazer várias consequências, tais como a maior abrasividade constituinte destes materiais, e possíveis alterações morfológicas que podem causar ao esmalte, bem como um provável comprometimento da resistência adesiva (Francci et al., 2010).

## **3.4.2. Dentes Não Vitais**

### **3.4.2.1. Branqueamento Interno**

O branqueamento de dentes não vitais é necessário maioritariamente em dentes que receberam tratamento endodôntico, sendo que a opção mais comumente utilizada é o branqueamento interno. Após o tratamento endodôntico estar completo, o médico dentista

tem acesso à câmara pulpar através da abertura de acesso, em que é necessário remover a *gutta-percha* 2 mm abaixo da junção cimento-esmalte. O agente branqueador é, então, introduzido nesta secção, sendo que este procedimento deve repetir-se até que o resultado de branqueamento pretendido seja alcançado (Hilton et al., 2013; Alqahtani, 2014; Greenwall-cohen & Greenwall, 2019).

#### **3.4.2.2. Branqueamento Externo**

O branqueamento de dentes não vitais pode, também, realizar-se através de um branqueamento externo, isto é, através de uma moldeira de branqueamento realizada pelo médico dentista que inicialmente deve cobrir os dentes todos. Perante isto, o paciente aplica o agente branqueador externamente, na parte da moldeira correspondente àquele dente, e remove os excessos que possam ter extrapassado para os dentes adjacentes. Também podem ser removidos na moldeira, os dentes adjacentes àquele que deve ser submetido ao branqueamento, de modo a que, ao extrapassar o material branqueador, este possa ser mais facilmente removido e se evite que os dentes adjacentes sejam branqueados (Hilton et al., 2013; Alqahtani, 2014; Greenwall-cohen & Greenwall, 2019).

#### **3.4.2.3. Branqueamento Interno-Externo**

O branqueamento interno, concomitante com o externo, requer a combinação de ambas as técnicas. Neste procedimento, a câmara pulpar é deixada aberta, de maneira a permitir que o paciente coloque o agente branqueador no interior da câmara e, em simultâneo, aplique o mesmo externamente, através do uso de uma moldeira de branqueamento. Esta técnica é capaz de reduzir até metade o tempo do branqueamento. Uma modificação desta técnica, que se torna mais prática, consiste na aplicação do agente branqueador internamente por parte do médico dentista, seguida do selamento da câmara pulpar, sendo que o paciente apenas continua o processo de branqueamento externamente em casa, com a utilização de uma moldeira (Hilton et al., 2013; Greenwall-cohen & Greenwall, 2019).

### **3.5. Indicações para Branqueamento**

A insatisfação, por parte do paciente, da cor dos seus dentes, é a principal indicação para que seja realizado um branqueamento dentário. Em termos estéticos, e com o objetivo de melhorar a cor dentária, o branqueamento pode ser uma técnica realizada ao invés de

restaurações em resina composta, facetas de porcelana ou mesmo coroas. Deste modo, o branqueamento pode apresentar resultados satisfatórios, não sendo necessário um tratamento mais invasivo. Mesmo se o tratamento passar pela colocação de facetas em porcelana ou resina composta, uma vez branqueados os dentes, estas vão tornar-se mais translúcidas e leves, permitindo uma aparência mais natural do dente (Hilton et al., 2013).

Outra indicação pode passar por possibilitar a conservação de coroas já existentes, no sentido em que, se estas forem mais claras do que os dentes adjacentes, através do branqueamento, é possível devolver aos dentes naturais, uma tonalidade semelhante à das coroas (Hilton et al., 2013).

### **3.6. Contraindicações para Branqueamento**

O branqueamento é um procedimento seguro e eficaz que melhora a aparência dentária, contudo, nem todos os dentes pigmentados ou com uma determinada coloração requerem este tratamento. Pigmentações extrínsecas e superficiais podem ser removidas com uma pasta e borracha profilática ou através de um polimento (Hilton et al., 2013).

São poucas as contra-indicações para a realização de um branqueamento dentário, contudo este não é recomendado quando as expectativas do paciente não são realistas, quando não existe cooperação por parte do paciente para cumprir o tratamento, em restaurações dentárias extensas bem adaptadas e que não necessitam de ser substituídas, quando o paciente é incapaz de tolerar o sabor ou o método de aplicação, em crianças com uma polpa dentária de elevado tamanho ou em dentes que apresentem fraturas ou uma severa perda de esmalte, uma vez que pode ter como consequência problemas de sensibilidade (Hilton et al., 2013).

Apesar de não haver evidência de que o branqueamento dentário seja prejudicial ao feto, é também recomendável que se evite este procedimento por parte das grávidas (Hilton et al., 2013).

Algumas situações requerem especial atenção, pois apresentam prognósticos reservados, tais como, dentes com hipersensibilidade, uma vez que o branqueamento pode provocar alguma sensibilidade, mesmo em situações normais. Também em dentes que apresentam o bordo incisal já translúcido (que após o branqueamento tende a se tornar

ainda mais translúcido), recessões gengivais e dentes com exposição radicular, *white spots*, lesões de cárie e pacientes com desordens temporomandibulares são fatores que limitam o branqueamento dentário e que podem contribuir para agravar cada uma destas condicionantes (Hilton et al., 2013).

### **3.7. Fatores que influenciam o Branqueamento**

#### **3.7.1. Profilaxia da Superfície Dentária**

A profilaxia do esmalte permite que todos os detritos sejam removidos, sendo possível distinguir a pigmentação intrínseca da extrínseca, permitindo que o agente branqueador tenha um maior contacto com a superfície do dente (Hilton et al., 2013).

#### **3.7.2. Concentração do Agente Branqueador**

Quanto maior for a concentração do agente branqueador, mais rápido será o efeito do branqueamento até um determinado ponto, ou seja, o efeito não é diretamente proporcional à concentração, na medida em que, aumentando para o dobro a concentração, não proporciona o dobro do efeito do branqueamento. Uma vez atingido o máximo efeito branqueador do dente, a concentração adicional apenas contribuirá para um aumento da sensibilidade (Hilton et al., 2013).

#### **3.7.3. Temperatura**

O aumento da temperatura da solução de branqueamento, desencadeará uma mais rápida taxa de libertação de oxigénio, isto é, uma taxa da reação química também mais rápida (Hilton et al., 2013).

#### **3.7.4. pH**

O pH de um agente branqueador pode influenciar os efeitos que esse mesmo agente tem sobre a estrutura dentária. As cáries do esmalte iniciam-se quando o pH é inferior a 5,5 e as de dentina quando o pH é menor que 6,8. Determinados materiais de branqueamento com um menor pH podem, então, causar alterações na superfície do dente pela sua capacidade acídica, e, conseqüentemente, causar lesões de cárie. Todavia, os agentes branqueadores com peróxido de carbamida têm um pH de aproximadamente 7, uma vez que se dissociam rapidamente em peróxido de hidrogénio e em ureia, e esta última é capaz

de estabilizar o pH da cavidade oral. Assim, durante o branqueamento dentário, existe algum potencial de retardar a atividade cariogénica (Hilton et al., 2013; Kwon & Wertz, 2015).

### **3.7.5. Tempo**

O efeito branqueador está diretamente relacionado com a quantidade de tempo de exposição do agente branqueador à estrutura dentária. Quanto maior for o tempo de exposição, maior será o efeito branqueador, até ser atingido o máximo efeito branqueador do dente, contudo, quanto maior o tempo de exposição, maior a probabilidade de poder ocorrer sensibilidade dentária (Hilton et al., 2013)

A semivida dos radicais livres de oxigénio nos sistemas biológicos é de apenas alguns microsegundos, sendo que a sua difusão através da estrutura dentária é à volta de 100 µm. Deste modo, a porção mais superficial do esmalte encontra-se mais suscetível ao branqueamento do que a dentina. Assim, a difusão é um processo osmótico que é dependente do tempo, sendo que a quantidade do princípio ativo, o peróxido de hidrogénio, que é transportado através do esmalte, é determinada, também em função do tempo de aplicação (Francci et al., 2010).

### **3.7.6. Aditivos**

Os agentes branqueadores podem conter aditivos que alteram as suas características e possivelmente a aceitação por parte do paciente. Alguns produtos podem ser adicionados aos agentes branqueadores líquidos de modo a que se forme um gel e, assim, ser mais fácil a manipulação e segurança, podem ser adicionadas bases e veículos de transporte, agentes espessantes e viscosos, sabores e aromatizantes que, por um lado podem levar a respostas positivas, mas por outro, podem causar reações adversas em determinados pacientes (Hilton et al., 2013).

O carbopol trata-se do aditivo mais significativo constituinte do peróxido de carbamida, que tem como objetivo aumentar a viscosidade do material branqueador e prolongar a libertação do peróxido ao longo do tempo (Hilton et al., 2013).

### 3.7.7. Fontes de Luz

Muitas vezes é preconizada a associação de fontes luminosas como o *laser*, diodos emissores de luz (LEDs), luz halógena, arco de plasma, com o objetivo de acelerar o branqueamento dentário, sendo estas aplicadas no procedimento em consultório. Estas fontes luminosas visam acelerar a reação de oxidação e, por conseguinte, a libertação dos radicais livres de oxigénio decorrente do processo de branqueamento. Contudo, no mercado, são muitas vezes apresentadas fontes de luz com a finalidade de ativar o agente branqueador ou potenciar a sua ação, sendo que estes termos são erroneamente aplicados, uma vez que o agente branqueador, com ou sem a utilização da luz, atua nas estruturas mineralizadas dentárias, branqueando-as (Francci et al., 2010; Hilton et al., 2013; Maran et al., 2019).

### 3.8. Riscos associados ao Branqueamento Dentário

Os riscos relatados que estão associados ao branqueamento dentário dizem respeito ao aumento da sensibilidade dentária e a uma possível irritação gengival. Estes efeitos adversos estão relacionados com a duração do procedimento, com a concentração do agente branqueador e com os restantes constituintes não branqueadores do produto que são utilizados (Carey, 2014).

Existem riscos adicionais, muitas vezes associados aos produtos de venda livre, que não possuem a orientação e acompanhamento do médico dentista e que podem incluir a erosão e abrasividade dentária, aumento da suscetibilidade à desmineralização e outras alterações morfológicas no esmalte (Francci et al., 2010; Carey, 2014)

O branqueamento dentário com peróxido de hidrogénio e peróxido de carbamida, quando utilizado de acordo com as indicações e instruções do fabricante, é considerado eficaz e seguro. Contudo, tal como em todos os procedimentos em medicina dentária, existem riscos associados e, por isso, as práticas devem ser adaptadas a cada paciente tendo em conta as suas condições intraorais. O médico dentista deve informar o paciente dos riscos que estão associados a este procedimento, pois apesar de ser monitorizado, grande parte do processo pode ser realizado em ambulatório, por isso, o paciente deve estar ciente dos riscos e ser instruído a identificar possíveis efeitos adversos, com a

finalidade de procurar ajuda profissional, caso seja necessário (Hilton et al., 2013; Carey, 2014).

Assim, uma estratégia planeada e monitorizada do branqueamento dentário por um médico dentista, irá otimizar os benefícios deste procedimento e minimizar os seus potenciais riscos (Carey, 2014).

### **3.9. Legislação aplicada ao Branqueamento Dentário**

Encontra-se em vigor, na União Europeia, uma legislação e normas específicas para os materiais de branqueamento dentário. Tendo em conta a Diretiva 2011/84/EU do Conselho da OMD, existem novas diretrizes para a aplicação dos materiais que contêm peróxido de hidrogénio, ou outros compostos que se possam dissociar em peróxido de hidrogénio. Segundo estas novas condições, os materiais de branqueamento dentário são classificados como produtos cosméticos pela Comissão Europeia, ao invés de dispositivos médicos, assim sendo, todos os materiais que contenham na sua composição peróxido de hidrogénio, estão sujeitos a uma regulamentação de aplicação específica (OMD, 2013).

Relativamente a materiais que contenham na sua composição entre 0,1% e 6% de peróxido de hidrogénio, apenas podem ser comercializados a médicos dentistas ou estomatologistas, sendo que o primeiro contacto ou utilização por parte do paciente deve ser realizada no consultório de medicina dentária ou em ambiente de clínica. A aplicação destes materiais deve ser realizada por um médico dentista e pode ser continuada em ambulatório pelo próprio paciente, com a monitorização do médico. Estes procedimentos não podem ser realizados a pacientes menores de 18 anos (OMD, 2013).

No que diz respeito a materiais que contenham na sua composição abaixo de 0,1% de peróxido de hidrogénio, estão disponíveis para serem comercializados sob a monitorização do INFARMED (Autoridade Nacional do Medicamento e Produtos de Saúde, I.P.), sendo considerados produtos de venda livre. Estes produtos devem estar de acordo com as condições de rotulagem respeitante aos produtos cosméticos, sendo que devem conter a função do produto, a indicação das precauções da sua utilização, o modo de utilização e os ingredientes constituintes (OMD, 2013).

No que concerne a materiais que contenham na sua composição acima de 6% de peróxido de hidrogénio, a sua comercialização não está autorizada, sendo que não estão disponíveis no mercado e não podem sequer ser utilizados por médicos dentistas ou outros profissionais de saúde (OMD, 2013).

Em Portugal, tal como na União Europeia, as concentrações máximas de um material branqueador disponível para aplicação são de 6% de peróxido de hidrogénio e de 16,62% de peróxido de carbamida, uma vez que 1% de peróxido de hidrogénio corresponde a 2,77% de peróxido de carbamida (OMD, 2013).

#### **4. Adesão**

O conceito de adesão pode ser entendido como a união de duas superfícies ou de dois materiais que são independentes e cuja junção é mantida sem a interferência de forças externas. Esta pode resultar de ligações químicas primárias, tais como ligações covalentes, iónicas ou metálicas, e de ligações secundárias, como é o caso das ligações de hidrogénio e as de Van der Waals, sendo que as secundárias constituem ligações menos duradouras, uma vez que possuem energias de ligação menores (Özcan, Dündar & Erhan Çömlekoğlu, 2012; Heymann et al., 2013; Hilton et al., 2013).

A interface adesiva é constituída por um adesivo que é colocado sobre um substrato, sendo que, se um adesivo for utilizado para unir dois substratos, são formadas duas interfaces entre os substratos e o adesivo. Um adesivo deve ser um material fluido com particularidades viscosas, que une dois substratos por meio da sua solidificação, transferindo as forças de uma superfície para a outra (Özcan et al., 2012; Heymann et al., 2013).

Independentemente do facto de se tratarem de ligações primárias ou secundárias, a adesão ocorre através de interações moleculares fortes entre dois substratos, como é o caso da adesão de um material dentário à superfície dentária (Hilton et al., 2013).

## **4.1. Adesão Dentária**

Relativamente à adesão à superfície dentária, deve haver um contacto íntimo entre o substrato e o adesivo, substrato esse que corresponde ao esmalte ou à dentina, e a energia superficial do substrato deve ser superior à tensão superficial do adesivo. Esta adesão pode ocorrer através de quatro mecanismos: adesão mecânica, na qual existe a penetração do adesivo nos túbulos dentinários, com a formação de *resin tags*; adesão por adsorção, através da ligação do adesivo aos componentes inorgânico (hidroxiapatite) ou orgânico (colagénio tipo I) constituintes da estrutura dentária; adesão por difusão, por meio da ligação mecânica ou química do adesivo a substâncias precipitadas na superfície do dente; adesão por uma combinação destes três mecanismos (Heymann et al., 2013).

Os fatores que influenciam a adesão são a rugosidade superficial do substrato, sendo que uma superfície com uma rugosidade microscópica constitui uma área onde o adesivo se pode espalhar através das irregularidades, a viscosidade do adesivo, a sua durabilidade e a mudança dimensional que ocorre durante a sua fixação (Hilton et al., 2013).

Relativamente a falhas que podem ocorrer na adesão, estas podem ser classificadas consoante a zona onde ocorrem, se ocorrem no dente ou na resina composta são consideradas falhas coesivas, caso ocorram no adesivo são consideradas falhas adesivas (Armstrong et al., 2017).

### **4.1.1. Adesão ao Esmalte**

Buonocore, inspirado pela utilização de ácido ortofosfórico com concentração de 85% no sector industrial, introduziu o seu uso com a técnica de condicionamento ácido ao esmalte, o que permitiu que muitos investigadores tentassem desenvolver técnicas de adesão que fossem duradoras e fiáveis, possibilitando a adesão entre a estrutura dentária e as resinas compostas (Buonocore, 1955; Heymann et al., 2013; Sofan et al., 2017).

O condicionamento ácido do esmalte dentário resulta na formação de microporosidades e permite que a sua superfície lisa se torne numa superfície irregular, aumentando, desta forma, a sua energia de superfície e consequentemente, melhorando a adesão. Posteriormente, a aplicação de um material fluido à base de resina nesta superfície irregular, possibilita que este penetre nas microporosidades formadas na superfície do

esmalte, permitindo a formação de *microresin tags*, isto é, prolongamentos da resina, que, formados dentro da superfície do esmalte, promovem o mecanismo da adesão, fornecendo uma retenção micromecânica (Heymann et al., 2013; Perdigão, Reis, & Loguercio, 2013; Sofan et al., 2017).

O condicionamento ácido do esmalte resulta no processo de desmineralização da superfície dentária, sendo que pode promover três padrões morfológicos: tipo I, em que ocorre a dissolução dos núcleos dos prismas de esmalte, sem que haja a dissolução da periferia; tipo II, em que os núcleos dos prismas permanecem intactos e há a dissolução da sua periferia; tipo III, em que a desmineralização não é regular com a morfologia dos prismas de esmalte (Heymann et al., 2013).

Relativamente aos fatores concentração e tempo, que têm um papel fundamental no condicionamento ácido do esmalte, as concentrações do ácido ortofosfórico recomendadas variam entre os 30% e 40%, sendo 37% a mais comumente utilizada. Quanto ao tempo de exposição do ácido ortofosfórico, um tempo de condicionamento ácido de 60 segundos foi originalmente recomendado, contudo, estudos mais recentes demonstram que uma exposição de 15 segundos resulta numa rugosidade da superfície do esmalte semelhante à que é condicionada por 60 segundos (Heymann et al., 2013).

#### **4.1.2. Adesão em Dentes Branqueados**

Diversos estudos demonstram que os agentes branqueadores, tais como o peróxido de hidrogénio e o peróxido de carbamida, afetam negativamente a resistência adesiva das restaurações à superfície do esmalte. Tal ocorre devido ao facto de que, durante o branqueamento dentário, os radicais livres de oxigénio residual resultantes da dissociação do peróxido de hidrogénio, permanecem na superfície dentária, resultando numa polimerização incompleta do sistema adesivo (Dabas, Patil & Uppin, 2011; Alqahtani, 2014; Vohra & Kasah, 2014; De Carvalho et al., 2016).

Durante o branqueamento dentário, os radicais hidroxilo na rede de cristais de hidroxiapatite são substituídos por iões peróxido, o que resulta na formação de peróxido de apatite. Após um período de espera de aproximadamente 1 a 3 semanas, os iões peróxido decompõem-se e os radicais hidroxilo que haviam sido substituídos reentram na rede de cristais de apatite. Assim, é recomendado um tempo de espera até se realizar o

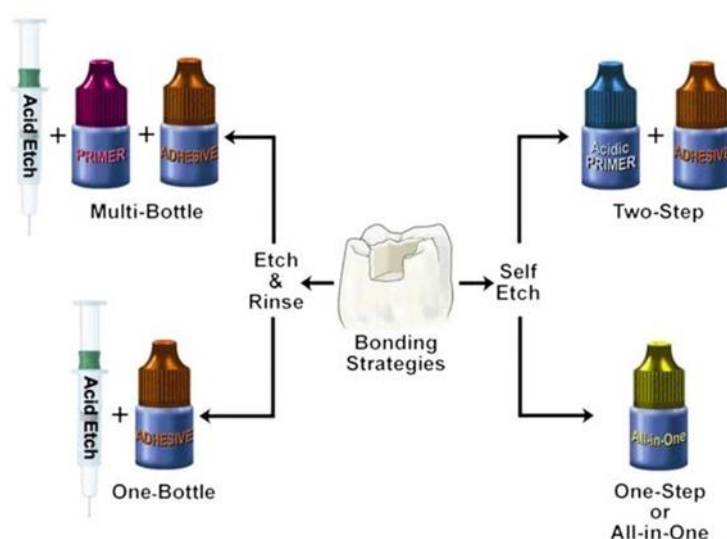
procedimento restaurador, tendo em conta que a diminuição da resistência adesiva tem sido demonstrada como temporária (Nair et al., 2019; Rana, Kaushik, Sharma, Reddy & Mehra, 2019).

#### **4.2. Classificação dos Sistemas Adesivos**

Tendo por base uma abordagem minimamente invasiva, a medicina dentária tem vindo a demonstrar um grande progresso nas últimas décadas. O desenvolvimento de materiais adesivos revolucionou muitos aspetos da medicina dentária preventiva e restauradora, uma vez que, com a sua utilização, não existe a necessidade da preparação de uma cavidade que forneça uma retenção mecânica através de ângulos internos agudos, sendo que, é possível que se realizem preparações cavitárias mais conservadoras. Também a microinfiltração das restaurações, muitas vezes responsável por casos de formação de cáries secundárias, pode ser reduzida através desta abordagem minimamente invasiva (Sofan et al., 2017).

Os sistemas adesivos interagem com as estruturas dentárias através de duas técnicas distintas, sendo que cada uma delas pode subdividir-se de acordo com o número de etapas clínicas realizadas (Perdigão, 2007; Breschi et al., 2008; Sofan et al., 2017).

Deste modo, os sistemas adesivos podem interagir através da técnica *etch-and-rinse*, por meio da remoção da *smear layer*, ou através da técnica *self-etch*, mantendo a *smear layer* como substrato para que ocorra a adesão. A diferença entre estas duas técnicas é caracterizada pela utilização de uma etapa de condicionamentos ácido preliminar (geralmente com ácido ortofosfórico a 35-37%) e que se encontra separada dos outros componentes no sistema *etch-and-rinse*. Neste sistema, o ácido ortofosfórico é removido após a sua aplicação, removendo, então, a *smear-layer* (Perdigão, 2007; Breschi et al., 2008) (Figura 5).



**Figura 5** - Representação esquemática das estratégias de adesão (Perdigão, 2007)

A *smear-layer* consiste numa camada de detritos, formada quando a estrutura dentária é instrumentada com uma broca ou outro instrumento, que é constituída por tecido dentário, saliva e bactérias. Constitui uma barreira física, devendo, portanto, ser dissolvida ou tornada permeável, de maneira a que os monómeros do sistema adesivo possam contactar diretamente com a estrutura dentária (Perdigão, 2007; Sofan et al., 2017).

Recentemente, foram introduzidos, na prática clínica, os sistemas adesivos universais, também conhecidos como multimodo ou multiuso, que podem ser utilizados com base nas técnicas *self-etch* ou *etch-and-rinse* (Sofan et al., 2017).

Todos os sistemas adesivos são constituídos por três componentes principais: o ácido/agente condicionador, o *primer* e a resina adesiva, independentemente do modo como são disponibilizados, se individualizados ou combinados (Hilton et al., 2013; Sofan et al., 2017).

Relativamente ao agente condicionador, este é composto por moléculas acídicas que alteram ou removem a camada de *smear-layer* e desmineralizam o esmalte e a dentina (Hilton et al., 2013; Sofan et al., 2017).

O *primer* contém monómeros com características hidrofílicas, que são miscíveis em água, responsáveis por melhorar a molhabilidade e que são excelentes agentes

humidificantes dos sistemas adesivos. Contém, também, monómeros com características hidrofóbicas, que permitem a ligação à resina adesiva e que têm maior peso molecular e maior viscosidade, o que confere resistência mecânica e estabilidade. Os monómeros estão dissolvidos em solventes orgânicos, tais como água, etanol ou acetona, capazes de deslocar a água da superfície da dentina e dispendo a rede de colagénio de forma a que seja possível a infiltração da resina adesiva (Van Landuyt et al., 2007; Oliveira et al., 2010; Hilton et al., 2013; Sofan et al., 2017).

Um dos monómeros hidrofílicos mais utilizados é o 2-hidroxietil metacrilato (HEMA), presente maioritariamente na composição dos *primers*. Este monómero é essencial para contactar com o substrato do dente hidrofílico, contudo, por si só, não possui propriedades mecânicas adequadas para que ocorra a adesão. Assim, monómeros hidrofóbicos, tais como monómero bisfenol-A-glicidil dimetacrilato (Bis-GMA), uretano dimetacrilato (UDMA), trietilenoglicol dimetacrilato (TEGDMA) e etoxilato bisfenol-A-dimetacrilato (Bis-EMA), maioritariamente presentes na composição do adesivo, são necessários para estabelecer a união à resina composta (Bedran-Russo, Leme-Kraus, Vidal & Teixeira, 2017; Sofan et al., 2017).

A resina adesiva consiste numa fina camada de resina aplicada entre a superfície do dente condicionada e o material restaurador, que pode ser uma resina composta ou cimento resinoso. Este atua como um elo de ligação entre os componentes hidrofílicos do *primer* e os hidrofóbicos da resina composta (Sofan et al., 2017).

#### **4.2.1. Sistemas Adesivos *Etch-and-Rinse***

Os sistemas adesivos de três etapas foram introduzidos na década de 90, e envolviam o condicionamento ácido, a aplicação de *primer* e de um adesivo separados (Sofan et al., 2017).

A primeira etapa de condicionamento ácido, e que nesta técnica ocorre sempre de forma isolada, consiste na aplicação de ácido ortofosfórico, seguida da sua lavagem, de maneira a que seja possível a remoção da *smear-layer* e dos *smear-plugs*, isto é, detritos no interior dos túbulos dentinários. No esmalte, o condicionamento ácido permite a dissolução dos prismas de esmalte e cria microporosidades, aumentando a sua energia de superfície. Na

dentina, o condicionamento ácido expõe as fibras de colagénio e os túbulos dentinários (Hilton et al., 2013; Sofan et al., 2017).

A etapa seguinte consiste na aplicação do *primer*, que penetra na estrutura dentária e aumenta a molhabilidade da sua superfície, preparando-a para a posterior aplicação da resina adesiva (Sofan et al., 2017).

A última etapa tem por base a aplicação da resina adesiva, que penetra nas microporosidades formadas na superfície do esmalte, e nos túbulos dentinários expostos, sendo que, após a polimerização do adesivo, são formados *microresin tags*, que promovem o mecanismo de adesão. Os monómeros de resina que penetram nos túbulos dentinários permitem uma melhor adesão micromecânica, através do selamento dos túbulos (Perdigão, 2007; Heymann et al., 2013; Thanaratikul, Santiwong & Harnirattisai, 2016; Sofan et al., 2017).

De acordo com a constituição de cada sistema adesivo, o *primer* e a resina adesiva podem ser aplicados isoladamente, através de um sistema adesivo *etch-and-rinse* de 3 passos, ou de forma combinada, através de um sistema adesivo *etch-and-rinse* de 2 passos (Perdigão, 2007; Sofan et al., 2017).

#### **4.2.2. Sistemas Adesivos *Self-Etch***

Os sistemas adesivos *self-etch*, que também são denominados de auto-condicionantes, foram desenvolvidos com o objetivo de controlar a humidade presente na técnica *etch-and-rinse* e de modo a simplificar os procedimentos clínicos, diminuindo, assim, o tempo de consulta (Sofan et al., 2017).

Este sistema adesivo pode compreender uma ou duas etapas. No sistema adesivo *self-etch* composto por dois passos, há a combinação do agente condicionador e do *primer*, sendo que o adesivo é aplicado de forma isolada. O sistema de um passo, compreende uma única etapa, em que os três componentes do sistema adesivo se encontram combinados. Nesta técnica adesiva, o *primer* é acidificado, uma vez que o agente condicionador está sempre combinado com o *primer* (Van Meerbeek et al., 2011; Oliveira et al., 2010; Thanaratikul et al., 2016; Sofan et al., 2017).

A discrepância existente entre a área de estrutura dentária desmineralizada e a área infiltrada pelo sistema adesivo consiste numa das principais causas de falha no processo de adesão. A técnica adesiva *self-etch* veio combater este obstáculo, uma vez que não requer a aplicação do ácido ortofosfórico numa etapa isolada e, por isso, a desmineralização dos tecidos dentários ocorre à mesma profundidade e simultaneamente à infiltração da resina adesiva (Perdigão & Geradeli, 2003; Oliveira et al., 2010).

Numa única solução estão compostos de misturas aquosas de ácidos funcionais e ésteres de ácido ortofosfórico, que possuem um pH maior que o ácido ortofosfórico aplicado isoladamente. Isto implica uma menor desmineralização e, conseqüentemente, uma menor sensibilidade pós-operatória. A acrescentar a este facto, o sistema adesivo *self-etch*, não remove completamente a *smear-layer*, tornando-a permeável, de modo a que seja possível a infiltração do *primer*, o que promove, também, uma menor sensibilidade pós-operatória (Perdigão & Geradeli, 2003; Oliveira et al., 2010; Muñoz et al., 2015).

O sistema adesivo *self-etch* pode ser, ainda, classificado de acordo com o grau de acidez, diferenciando-se em fortes (pH < 1), moderados (pH = 1-2) e fracos (pH > 2), sendo que os que possuem um grau forte de acidez promovem uma maior desmineralização do que os fracos (Schwartz & Fransman, 2005).

#### 4.2.3. Sistemas Adesivos Universais

Foram introduzidos, recentemente, na prática clínica, os sistemas adesivos universais, também denominados de multimodo ou multiuso. Estes podem ser utilizados com base nas técnicas *self-etch* ou *etch-and-rinse*, tendo em conta a melhor opção para a dentina e para o esmalte. Assim, podem ser utilizados numa estratégia *self-etch* na dentina e *etch-and-rinse* no esmalte (Thanaratikul et al., 2016; Sofan et al., 2017).

Esta abordagem clínica defende a opção mais simples para cada uma das técnicas, o que implica a utilização da técnica *self-etch* de apenas um passo e a técnica *etch-and-rinse* composta por dois passos (Sofan et al., 2017).

Tendo em conta as duas técnicas adesivas, na adesão ao esmalte, a técnica que inclui um condicionamento ácido numa etapa isolada (*etch-and-rinse*), continua a ser a melhor abordagem. O mesmo não acontece no que diz respeito à dentina, pois a falha na correta

realização do protocolo desta técnica, pode deixar a dentina excessivamente seca, provocando a sua desidratação e, conseqüentemente, o colapso das fibras de colagénio, ou deixar a dentina excessivamente húmida, impedindo a correta impregnação do adesivo nas fibras de colagénio (Muñoz et al., 2013; Pena, Rodrigues, Ely, Giannini & Reis, 2016; Szesz, Parreiras, Reis & Loguercio, 2016; Sofan et al., 2017).

Quando comparada com o esmalte, a adesão à dentina representa um maior desafio, na medida em que esta constitui um tecido húmido e é composta, maioritariamente, por matéria orgânica. Assim, o condicionamento ácido da dentina promove a sua dissolução, sendo que após a lavagem, é removida quase toda a hidroxiapatite da superfície, deixando, assim, apenas o colagénio orgânico. Deste modo, a adesão à dentina fica comprometida (Hanabusa et al., 2012; Perdigão et al., 2013).

Na composição dos sistemas adesivos universais, tal como em alguns *self-etch*, estão presentes monómeros funcionais fosfatados e carboxilados, como é o caso do 10-metacrilóiloxidecil dihidrogenofosfato (10-MDP), que tem potencial de interagir quimicamente com substratos à base de hidroxiapatite, mais concretamente, através da sua ligação iónica com o cálcio, promovendo, desta forma, uma adesão química, para além da micromecânica já existente (Hanabusa et al., 2012; Feitosa et al., 2014; Yoshihara et al., 2014; Muñoz et al., 2015; Bedran-Russo et al., 2017; Sofan et al., 2017; Hoshika et al., 2018; Papadogiannis, Dimitriadi, Zafiropoulou, Gaintantzopoulou & Eliades, 2019).

Assim, é possível obter uma melhor abordagem ao esmalte e à dentina, através da utilização dos sistemas adesivos universais, com a técnica *selective enamel etching*, isto é, o condicionamento ácido apenas do esmalte, sem que a dentina seja afetada (Hanabusa et al., 2012; Szesz et al., 2016).

## **5. Agentes Antioxidantes**

Devido a um aumento da consciencialização dos pacientes e a busca por tratamentos estéticos, o branqueamento dentário tem demonstrado ser um procedimento frequente e seguro na prática clínica (Feiz, Mosleh & Nazeri, 2017).

Diversos estudos têm demonstrado que tanto o peróxido de hidrogénio como o peróxido de carbamida, utilizados como agentes branqueadores, podem afetar negativamente a resistência adesiva da resina composta na superfície dentária, quando estes procedimentos adesivos são realizados imediatamente após o branqueamento dentário. Esta redução da resistência adesiva está relacionada com a presença de oxigénio residual, um subproduto do peróxido de hidrogénio, que permanece na superfície do dente e que pode interferir com a polimerização dos monómeros de resina. Para evitar este efeito, é recomendado um período de espera entre 1 a 3 semanas até se realizar o procedimento restaurador, de modo a que o esmalte volte a ter as condições que permitam uma resistência adesiva adequada. No entanto, este tempo de espera não é desejável clinicamente, uma vez que impede a reabilitação imediata com os restantes procedimentos restauradores (Dabas et al., 2011; Vidhya, Srinivasulu, Sujatha & Mahalaxmi, 2011; De Carvalho et al., 2016; Nair et al., 2019; Rana et al., 2019).

Recentemente, os antioxidantes, tais como o ascorbato de sódio, o chá verde, o extrato de semente de uva, o aloe vera, o tocoferol, a catalase, o bicarbonato de sódio, o etanol e a acetona, têm vindo a ser estudados como reversores destes efeitos adversos temporários, causados pelos agentes branqueadores, e como alternativa ao tempo de espera. Os antioxidantes são capazes de neutralizar os radicais livres e têm potencial de reagir nas diferentes fases da sua formação. Deste modo, quando utilizados depois do branqueamento dentário e antes do procedimento restaurador, os antioxidantes têm a capacidade de restabelecer a resistência adesiva do esmalte dentário que havia sido comprometida (Kadiyala et al., 2015; De Carvalho et al., 2016; Manoharan et al., 2016; Alhasyimi, Pudyani & Hafizi, 2018; Bansal et al., 2019; Rana et al., 2019).

## **5.1. Tipos de Agentes Antioxidantes**

### **5.1.1. Ascorbato de Sódio**

O ascorbato de sódio apresenta-se como um derivado do ácido ascórbico, comumente conhecida como vitamina C, com pH neutro, e tem sido relatado na literatura como um potente antioxidante, uma vez que é capaz de neutralizar os efeitos do oxigénio residual e permite a polimerização da resina composta, livre de radicais livres. Este antioxidante

não é tóxico e é improvável que possa vir a desenvolver um risco sistêmico ou local (Nair et al., 2019; Rana et al., 2019).

### **5.1.2. Extrato de Semente de Uva**

Nos últimos anos, o interesse em antioxidantes naturais que sejam de origem vegetal tem aumentado, sendo o extrato de semente de uva um destes antioxidantes. Este contém 98% de complexos de proantocianidinas oligoméricas (OPCs), que, através do grupo hidroxilo, são capazes de se ligar aos radicais livres, neutralizando-os (Vidhya et al., 2011; Subramonian, Mathai, Christaine Angelo & Ravi, 2015; Rana et al., 2019).

### **5.1.3. Chá Verde**

O chá verde é originário de folhas de *Camellia sinensis*. A capacidade antioxidante do chá verde é atribuída aos polifenóis, que incluem os flavonóides, catequinas e seus derivados, e que possuem na sua constituição um grupo hidroxilo. Este, uma vez ligado aos radicais livres, é capaz de os neutralizar (Zhao, Yang & Wang, 2009; Nair et al., 2019; Nari-Ratih & Widyastuti, 2019).

## **5.2. Fatores que influenciam a Resistência Adesiva**

### **5.2.1. Concentração**

Relativamente à concentração dos antioxidantes ascorbato de sódio e chá verde, não foram encontradas diferenças na resistência adesiva por se aumentar a concentração, e complementarmente, não há diferenças significativas entre as concentrações de 10% e 20% (Kimyal & Valizadeh, 2008; Dabas et al., 2011; De Carvalho et al., 2016).

### **5.2.2. Tempo de atuação**

Relativamente ao tempo de aplicação dos antioxidantes, alguns estudos demonstram que o aumento da resistência adesiva está diretamente relacionado com o tempo em que estes atuam (Dabas et al., 2011; Feiz et al., 2017).

Contudo, outros estudos demonstram que a aplicação dos antioxidantes por 15 minutos é considerada uma duração razoável de aplicação clínica, e é capaz de neutralizar os efeitos dos agentes branqueadores e de aumentar a resistência adesiva do esmalte

branqueado. Por outro lado, uma aplicação de 10 minutos pode não causar um aumento significativo da resistência adesiva (Sharafeddin & Farshad, 2015; Murad et al., 2016).

### **5.3. Limitações**

Uma das principais limitações é o facto de os antioxidantes terem um curto prazo de validade e o facto de poderem ser modificados pelas condições em que são armazenados, tais como a temperatura ou a exposição à luz (Garcia et al., 2012).

Relativamente ao ascorbato de sódio, está descrito na literatura, que este reduzido prazo de validade deve-se ao facto de oxidar com o passar do tempo, perdendo, deste modo, a sua capacidade redutora (Muraguchi, Shigenobu, Suzuki & Tanaka, 2007; Miranda, Moura, Amorim, Terada & Pascotto, 2013).

Por outro lado, encontra-se descrito na literatura que os polifenóis, presentes no chá verde, são sensíveis ao calor e vulneráveis à decomposição, sendo que a concentração de catequinas diminui quando expostas a temperaturas elevadas (Zhao et al., 2009).

## **6. Testes de Resistência Adesiva**

Com a crescente diversidade dos materiais de adesão, torna-se essencial estabelecer parâmetros que comparem os diversos sistemas adesivos, por isso, os testes mecânicos, capazes de estabelecer esta comparação, são de extrema importância (El Zohairy, Saber, Abdalla & Feilzer, 2010; Lula et al., 2014).

O teste de resistência adesiva ao cisalhamento (*Shear Bond Strength Test –  $\mu$ SBS*) foi, durante muitos anos, o teste de eleição para avaliar a resistência adesiva dos sistemas de adesão, tanto no esmalte como na dentina. Este ainda é um dos testes utilizados na investigação em medicina dentária, principalmente devido à sua fácil execução, contudo, hoje em dia, o teste considerado mais válido para a avaliação da resistência adesiva é o de resistência à microtração (*Microtensile Bond Strength Test –  $\mu$ TBS*) (Gallusi, Galeano, Libonati, Giuca & Campanella, 2009; Lula et al., 2014).

## 6.1. Teste de Microtração

O teste de resistência adesiva à microtração permite uma distribuição mais uniforme das forças durante a sua execução, uma vez que as amostras têm um tamanho reduzido, sendo necessário um menor número de dentes para a investigação. Desta forma são minimizados os defeitos originados por fraturas no substrato, permitindo que as falhas adesivas sejam obtidas na maior parte das amostras e que a força de adesão seja medida em áreas mais pequenas (Gallusi et al., 2009; Lula et al., 2014).

Apesar dos testes em amostras mais pequenas serem mais precisos, apresentam como desvantagem a possibilidade de ocorrência de falhas prematuras nas amostras durante a sua preparação, uma vez que requerem que as amostras sejam cortadas em palitos de 0,5 a 1,5 mm de espessura. Este facto pode condicionar os valores da resistência adesiva (Gallusi et al., 2009; El Zohairy et al., 2010).

Relativamente aos valores obtidos nos testes de microtração, estes podem ser influenciados por fatores relativos à amostra, ao seu tempo de armazenamento, à interface adesiva e respetiva espessura, à velocidade do corte das amostras, ao substrato biológico, que é variável, sendo que, a inclusão de amostras com falhas prematuras, bem como de *outliers*, isto é, a inclusão de valores discrepantes na análise estatística, também podem influenciar os resultados destes testes (Lula et al., 2014).



## **II. OBJETIVO**

O objetivo deste estudo foi:

Avaliar *in vitro* a resistência adesiva ( $\mu$ TBS) de restaurações em dentes branqueados, após a utilização de diferentes antioxidantes.

## **III. HIPÓTESES DE ESTUDO**

Hipótese Nula:

Os diferentes antioxidantes utilizados não influenciam a resistência adesiva de restaurações em dentes branqueados.

Hipótese Alternativa:

Os diferentes antioxidantes utilizados influenciam a resistência adesiva de restaurações em dentes branqueados.



## IV. MATERIAIS E MÉTODOS

Esta investigação foi submetida à apreciação da Comissão de Ética do Instituto Universitário Egas Moniz (IUEM) (Anexo 1), sendo que obteve um parecer positivo. O material biológico utilizado nesta investigação proveio do Banco de Dentes Humanos da Clínica Universitária Egas Moniz. Cada doação é realizada com base num consentimento informado, que autoriza a sua doação e utilização para estudos realizados no Instituto (Anexo 2).

Neste estudo foram utilizados trinta dentes molares hígidos que foram extraídos por motivos ortodônticos ou periodontais, sendo que, logo após a extração, estes foram armazenados a 4°C em água destilada (Figura 6).



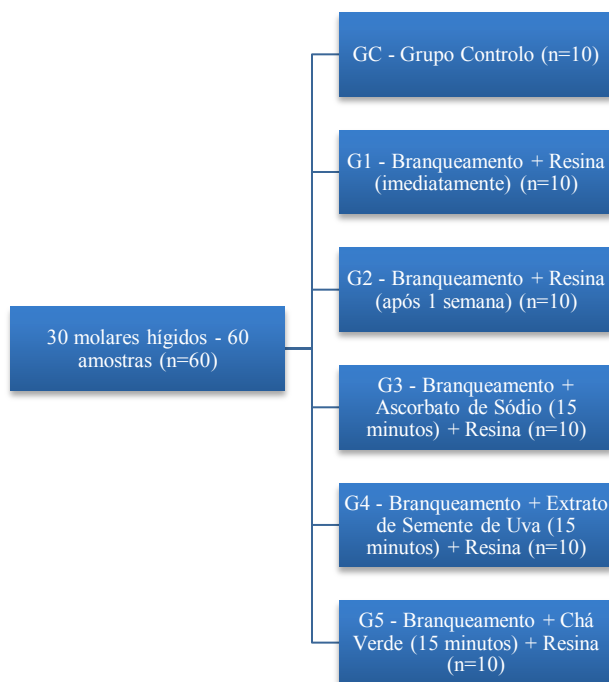
**Figura 6** - Representação de um dente utilizado neste estudo

De maneira a controlar o máximo de variáveis possíveis, foram utilizados critérios de inclusão: molares hígidos, ausência de lesões de cárie dentárias e restaurações; e critérios de exclusão: presença de lesões de cárie dentárias, restaurações, *cracks* ou fissuras no esmalte, historial médico que pudesse influenciar a formação do esmalte.

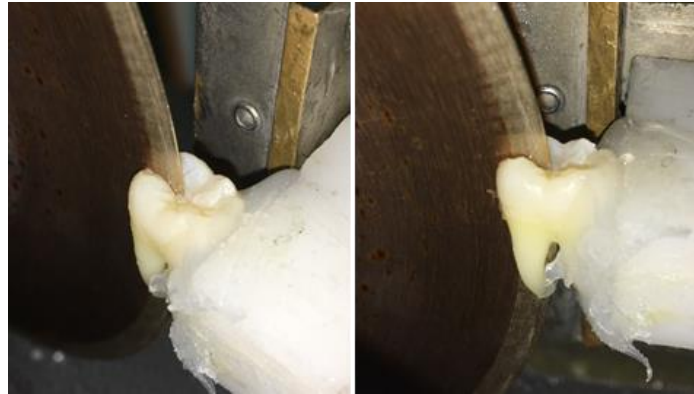
De seguida, procedeu-se à limpeza dos dentes e remoção dos restos de tecido orgânico e ligamento remanescente na sua superfície externa, através da técnica de raspagem manual e com recurso a curetas *Gracey*. Este procedimento realizou-se segundo a Norma ISO/TS 11405: 2015 (E). Os dentes foram guardados por um período não superior a uma semana numa solução de cloramina trihidratada a 1%, promovendo a sua desinfecção. Após este período de desinfecção, os dentes tornaram a ser colocados e armazenados em água destilada a 4°C.

Os dentes foram divididos de forma aleatória em seis grupos: o Grupo Controlo, ao qual não foi aplicado o agente branqueador nem o antioxidante (GC); um grupo ao qual foi aplicado o agente branqueador, mas não um antioxidante, e em que foi realizada a restauração imediatamente a seguir (G1); um grupo ao qual foi aplicado o agente branqueador, mas não um antioxidante, e em que se aguardou uma semana para a realização da restauração (G2); um grupo ao qual foi aplicado o agente branqueador, seguido de ascorbato de sódio por 15 minutos (G3); um grupo ao qual foi aplicado o agente branqueador, seguido de extrato de semente de uva por 15 minutos (G4) e um grupo ao qual foi aplicado o agente branqueador, seguido de chá verde por 15 minutos (G5) (Figura 7).

Posteriormente, os dentes foram fixados a suportes próprios com recurso a cola aquecida (cola termofusível translúcida Salki, Barcelona, Espanha) num micrótomo de tecidos duros Accutom-50 (Struers, Ballerup, Dinamarca), de maneira a que fossem seccionados num corte único à velocidade de 0,125 mm/min, em duas metades idênticas, no sentido mesio-distal proporcionando as faces vestibulares e linguais intactas para o estudo. Originaram-se, portanto, por subgrupo, um total de dez amostras, ao invés de cinco (n=10) (Figura 8).



**Figura 7** - Esquema síntese do desenho experimental do estudo



**Figura 8** - Corte dos dentes no micrótomo em duas metades idênticas

Após os cortes seccionais nas duas metades, os dentes ficaram com a câmara e canais pulpares expostos. Isto permitiu que fosse possível remover os remanescentes biológicos presentes com o auxílio de uma cureta *Gracey*. O espaço livre foi preenchido com cola de cianoacrilato (Cola Rapid' Glue, Axton, França), de modo a ficar selado (Figura 9).



**Figura 9** - Amostra após o corte do dente e preenchimento da câmara pulpar com cola de cianoacrilato

As amostras foram guardadas em recipientes, separadas por grupos, em água desionizada e à temperatura fixa de 4°C até se iniciarem os procedimentos seguintes.

Seguidamente, as amostras foram fixas e estabilizadas a um suporte calibrado (10 mm x 5 mm x 6 mm, aproximadamente), de forma a delimitar a área sujeita à ação dos géis de branqueamento e do gel placebo e, mais tarde, a área a ser restaurada. Os dentes foram dispostos com a face vestibular ou lingual na zona do orifício, utilizando uma cola aquecida (cola termofusível translúcida Salki, Barcelona, Espanha) (Figura 10).



**Figura 10** - Retenção dos dentes nos suportes através de cola aquecida

As amostras foram guardadas em recipientes na estufa (Memmert INE 400, Memmert, Alemanha) a 37°C, em saliva artificial e separadas por grupos, saliva essa renovada diariamente até ser concluído o estudo (Figura 11).



**Figura 11** - Estufa onde foram guardadas as amostras

Uma vez finalizada a preparação das amostras, deu-se seguimento ao estudo e deu-se início aos processos de branqueamento.

As amostras foram retiradas do local de armazenamento e foram secas com compressas esterilizadas. Mantendo as amostras separadas pelos seus grupos de estudo, foram aplicados o gel de branqueamento Opalescence PF Regular 16% (Ultradent Products, South Jordan, EUA) nos grupos G1, G2, G3, G4 e G5 (Figura 12), conforme as instruções do fabricante, e o gel placebo no grupo GC (Figura 13). As amostras foram colocadas em caixas de Petri sobre compressas esterilizadas, humedecidas previamente à colocação das amostras em água desionizada, e introduzidas na estufa (Memmert INE 400, Memmert, Alemanha) a 37°C durante as quatro horas de tempo de atuação do gel placebo e do gel de branqueamento.



**Figura 12** - Aplicação do gel de branqueamento Opalescence PF Regular 16% (Ultradent Products, South Jordan, EUA)



**Figura 13** - Aplicação do gel placebo

Passadas quatro horas, as amostras foram retiradas da estufa e foi retirado o gel de branqueamento e o gel placebo com o auxílio de uma gaze esterilizada e, posteriormente, os dentes foram lavados com água desionizada.

O procedimento de aplicação do gel de branqueamento e placebo foi repetido durante sete dias. Entre as aplicações diárias dos géis, as amostras ficaram armazenadas em recipientes selados contendo saliva artificial, renovada diariamente, em estufa a 37°C durante 24 horas.

Imediatamente após o término dos processos de branqueamento, procedeu-se à aplicação do gel de ascorbato de sódio a 10 % nos dentes pertencentes ao grupo G3 (Figura 14), durante um período de 15 minutos; solução de extrato de semente de uva (Solgar Inc., EUA) nos dentes pertencentes ao grupo G4 (Figura 15), durante um período de 15 minutos; e solução de chá verde (Tata Global Beverages GB Limited, England) nos dentes pertencentes ao grupo G5 (Figura 16), durante um período de 15 minutos. As soluções de chá verde e extrato de semente de uva foram preparadas dissolvendo 5 g de extrato em 100 ml de água destilada.



**Figura 14** - Aplicação do gel de ascorbato de sódio a 10% nos dentes do grupo G3, durante 15 minutos



**Figura 15** - Aplicação da solução de extrato de semente de uva (Solgar Inc., EUA) a 5% nos dentes do grupo G4, durante 15 minutos



**Figura 16** - Aplicação da solução de chá verde (Tata Global Beverages GB Limited, England) a 5% nos dentes do grupo G5, durante 15 minutos

Decorrido o tempo, os três antioxidantes foram removidos dos dentes dos respectivos grupos, com o auxílio de uma gaze esterilizada e foram lavados com água desionizada, de modo a retirar algum produto que possa não ter sido removido com a gaze.

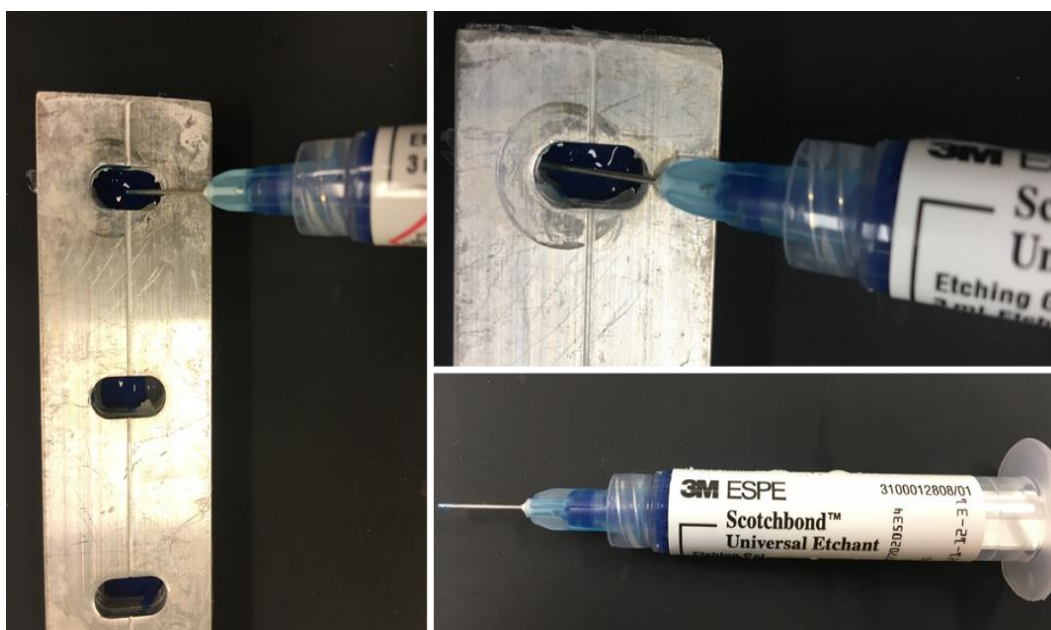
Os restantes dentes dos grupos GC, G1 e G2 foram retirados dos seus recipientes com saliva artificial e foram lavados com água desionizada.

A *smear layer* foi simulada através do polimento da estrutura dentária e, para isso, recorreu-se a uma polidora (LabPo1-4, Struers, Dinamarca), com uma lixa SiC de grão 600 (Buehler® Ltd, Lake Bluff, IL, EUA) durante aproximadamente 60 segundos, sob água corrente (Figura 17).

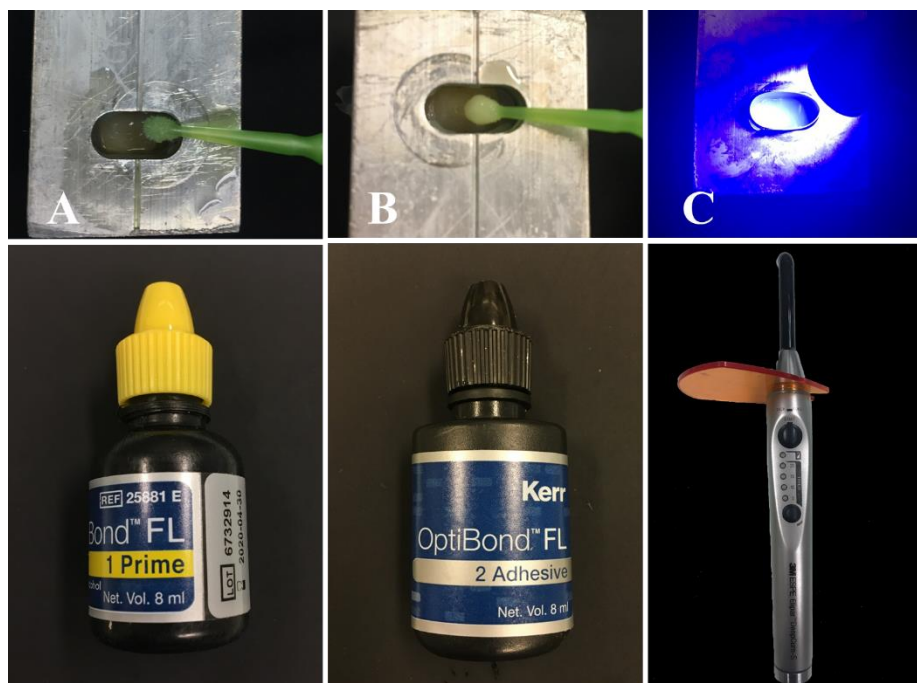


**Figura 17** - Simulação da *smear layer* através do polimento da superfície dentária com a lixa na polidora LabPo1-4, Struers

Os dentes foram condicionados com o ácido ortofosfórico Scotchbond™ Etchant (3M ESPE, St. Paul, EUA) a 34% durante 15 segundos, lavados posteriormente com água durante 15 segundos e secados através de um jato de ar (Figura 18). Logo de imediato, procedeu-se à aplicação do sistema adesivo *etch-and-rinse* de três passos Optibond™ FL (Kerr, Scafati, Itália). Primeiramente, aplicou-se o *primer* (Optibond™ FL (Kerr), *bottle* 1) com um aplicador descartável durante 15 segundos e secou-se 5 segundos, e posteriormente, aplicou-se o adesivo (Optibond™ FL (Kerr), *bottle* 2), também com o auxílio de um aplicador descartável, formando uma camada fina. O adesivo foi fotopolimerizado durante 20 segundos com o fotopolimerizador Elipar™ DeepCure-S (3M ESPE, St. Paul, EUA). Este fotopolimerizador permite que seja possível atingir uma radiação mínima de 1470 mW/cm<sup>2</sup>, testado e medido entre cada dez utilizações com uso do radiômetro Optilux Radiometer (Kerr, Orange, EUA) (Figura 19).

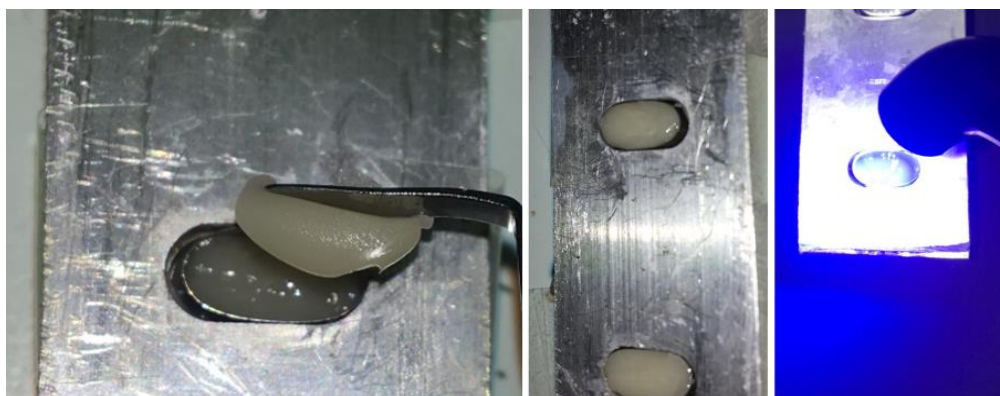


**Figura 18** - Condicionamento ácido da superfície dentária com ácido ortofosfórico Scotchbond™ Etchant a 34% durante 15 segundos



**Figura 19** - Aplicação do sistema adesivo Optibond™ FL (A: Aplicação do *primer*; B: Aplicação do adesivo; C: Fotopolimerização do adesivo)

Após o condicionamento ácido e aplicação do adesivo, foi colocada resina composta Filtek™ Z250 (3M ESPE, St. Paul, EUA) na cor A3, em incrementos de 2 mm até perfazer uma altura de aproximadamente 6 mm (Figura 20). A fotopolimerização da resina foi realizada em cada camada de 2 mm por um tempo mínimo de 20 segundos com recurso ao fotopolimerizador Elipar™ DeepCure-S (3M ESPE, St. Paul, EUA).



**Figura 20** - Restauração dos dentes em incrementos de 2 mm até perfazerem uma altura de 6 mm, com resina Filtek™ Z250 cor A3

As amostras dos grupos GC, G1, G3, G4 e G5 foram imediatamente restauradas. O grupo G2 ficou armazenado no mesmo recipiente em saliva artificial, renovada diariamente, durante sete dias e, após esse tempo, foi submetido aos procedimentos adesivos e restauradores descritos anteriormente.

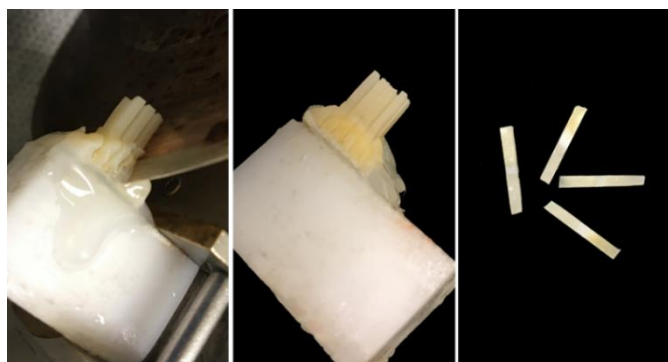
Terminados os procedimentos anteriores, o complexo dente-restauração foi removido dos suportes que delimitavam a área a restaurar (Figura 21) e as amostras foram armazenadas, uma vez mais, numa solução de saliva artificial durante 24 horas em estufa (Memmert INE 400, Memmert, Alemanha) a 37°C.



**Figura 21** - Dente com restauração a resina composta

A composição dos materiais utilizados neste estudo, tal como o lote e validade, são apresentados no Anexo 3.

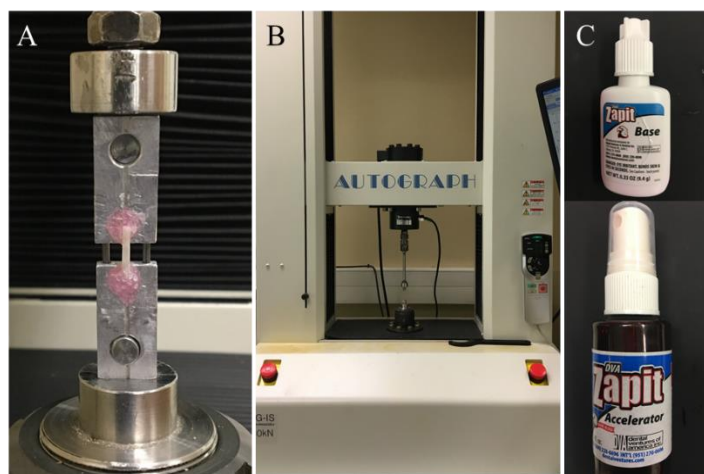
Uma vez decorridas as 24 horas, as amostras foram fixadas nos suportes do micrótomo de tecidos duros Accutom-50 (Struers, Ballerup, Dinamarca) com o auxílio de uma cola aquecida (Cola Termofusível Standart, Wurth, Portugal), sendo seccionadas com uma lâmina diamantada a baixa velocidade, nas direções X e Y, irrigadas por água, de forma a obter palitos com uma secção transversal de  $1\pm 0,3 \text{ mm}^2$  (Figura 22).



**Figura 22** - Corte do complexo dente-restauração em palitos

Todos os palitos considerados viáveis, com presença de esmalte e resina foram medidos com recurso a uma craveira digital, de sensibilidade calibrada a  $\pm 0,02$  mm, Storm Digital Caliper (CDC/N 0 150mm, Pontoglio, BS, Itália). Os palitos apresentaram um tamanho mínimo de 12 mm e a sua largura foi medida posicionando a craveira no local mais próximo da interface esmalte/resina, conseguindo, desta forma, calcular, com a maior exatidão possível, a área da fratura.

Finalizada a medição e numeração dos palitos, estes foram colados individualmente a um *jig* de aço inoxidável de Geraldeli (Figura 23), com o auxílio de cola de cianoacrilato (Zapit, Dental Ventures of America, Corona, CA, EUA) e seguidamente, os palitos foram testados em tensão até ocorrer fratura, numa máquina de testes universal (Shimadzu Autograph AG-IS, Kyoto, Japão), a uma velocidade de 0,5 mm/min (Figura 23).

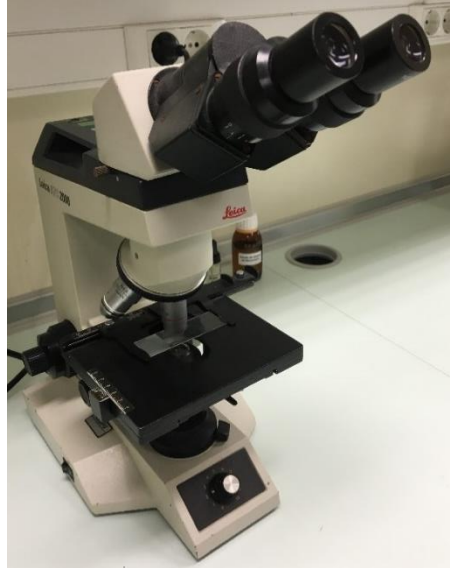


**Figura 23** - Teste de microtração na máquina de testes universais (A: Palito no jig de Geraldeli; B: Máquina de testes universais Shimadzu Autograph AG-IS; C: Cola de cianoacrilato Zapit)

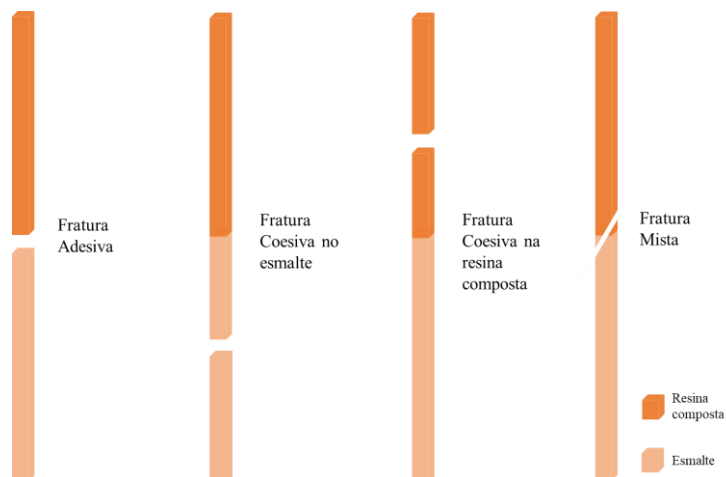
As forças de microtração, expressas em MPa, foram calculadas através da divisão da força aplicada no momento da fratura (KN) pela área da superfície aderida ( $\text{mm}^2$ ).

Após a fratura do palito, foi prontamente analisado o ponto de fratura, com auxílio de um microscópio ótico com ampliação de 20x (Leica ATC 2000, Reichert Inc., Buffalo, EUA) (Figura 24), de forma a classificar a fratura conforme o local onde ocorreu: Fratura Adesiva, se foi na interface adesiva; Fratura Coesiva no esmalte ou na resina composta,

se ocorreu exclusivamente no esmalte ou na resina composta, respectivamente, ou Fratura Mista, se foi ao nível da interface adesiva e esmalte e/ou resina composta (Armstrong et al., 2017) (Figura 25).



**Figura 24** - Microscópio óptico com ampliação de 20x (Leica ATC 2000, Reichert Inc., Buffalo, EUA)



**Figura 25** - Esquema representativo dos tipos de fratura

## **Análise Estatística**

Todos os dados obtidos nesta investigação foram transcritos para o programa *IBM SPSS Statistics*, na versão 25.0 para *Windows*.

Foi fixado como valor de referência um nível de significância de 5% ( $p \leq 0,05$ ) em todas as análises inferenciais, de maneira aceitar ou rejeitar a hipótese nula.

Deste modo, para proceder à análise e comparação das médias dos valores de resistência adesiva, foi aplicado o teste ANOVA com correção de *Brown-Forsythe* e o teste *Post-Hoc* de *Games-Howell*, onde previamente, foram verificados os pressupostos de homogeneidade e normalidade das variâncias.



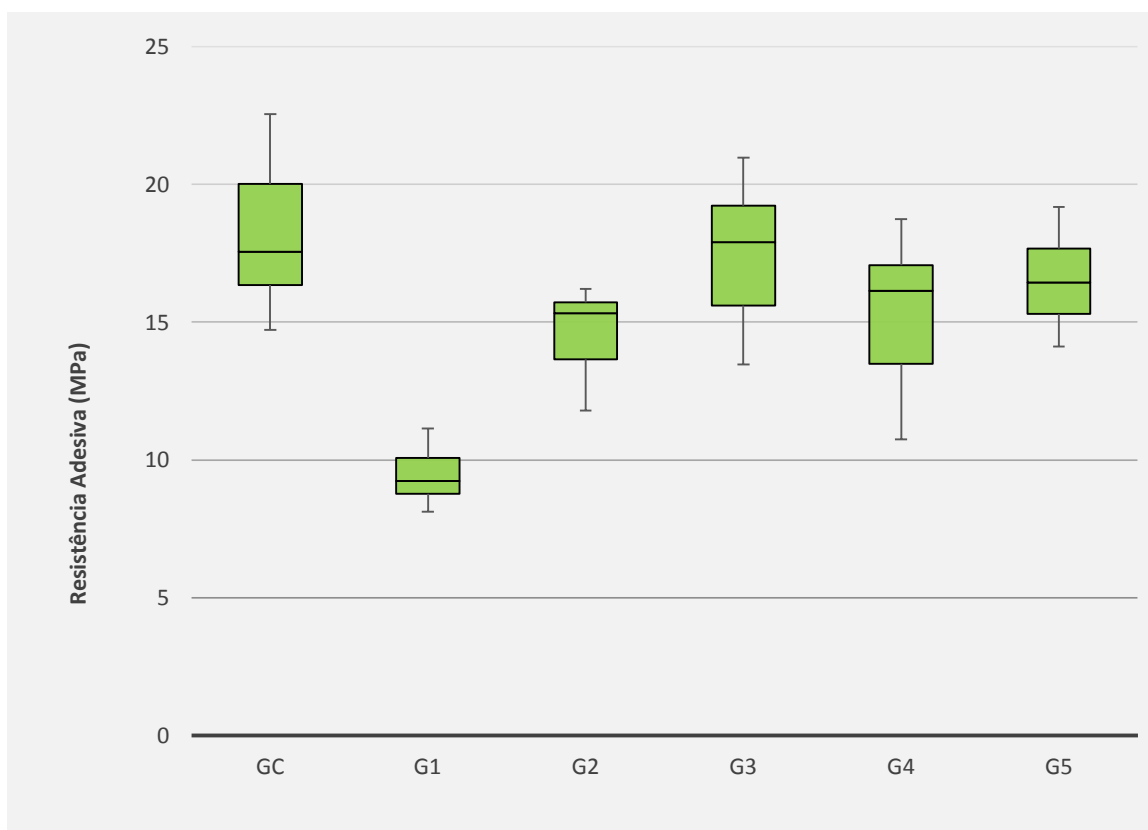
## V. RESULTADOS

### 1. Análise da Resistência Adesiva

Os valores resultantes do tratamento estatístico dos resultados obtidos nesta investigação foram compilados em tabelas e gráficos, de maneira a ser possível uma melhor interpretação dos mesmos.

Por cada complexo dente-restauração foram obtidos entre três e dez palitos.

Os resultados obtidos neste estudo estão ilustrados no Gráfico 1.



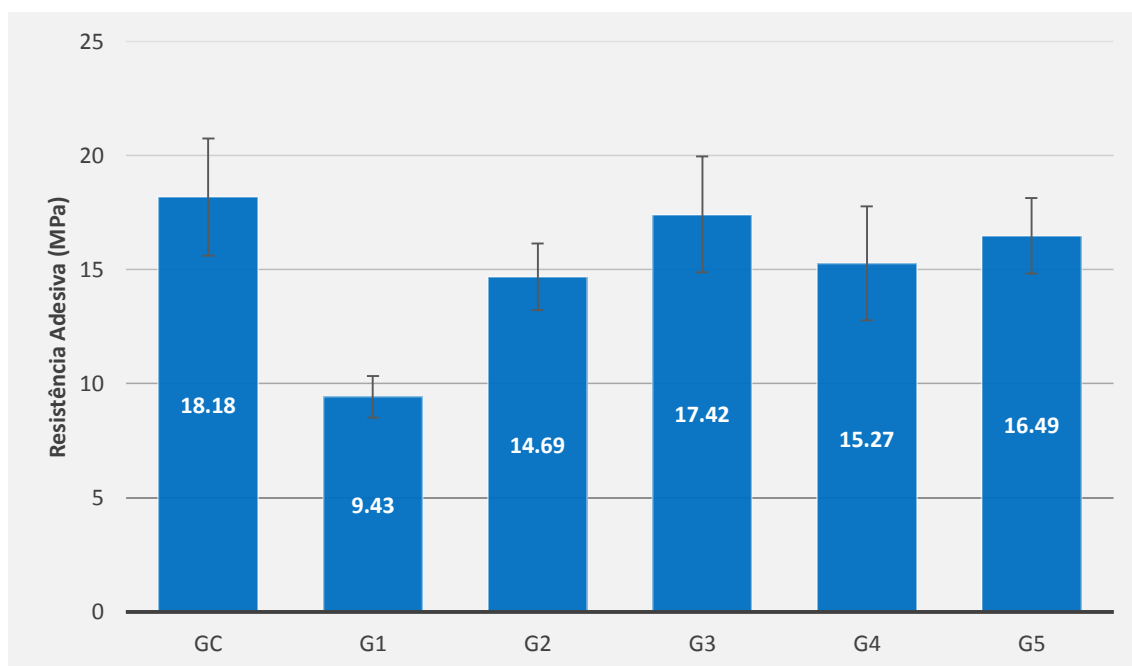
**Gráfico 1** - Resistência adesiva (MPa) dos diferentes grupos representada num diagrama de extremos e quartis

Os valores médios da resistência adesiva de cada grupo estão descritos na Tabela 1 e a representação da comparação das suas médias é demonstrada no Gráfico 2.

**Tabela 1** - Resultados da média, desvio padrão, limite inferior e superior, valor mínimo e máximo, dos valores de resistência adesiva (MPa)

*Intervalos de confiança  
a 95%*

GRUPOS	N	Média	Desvio Padrão	Limite inferior	Limite superior	Mínimo	Máximo
GC	10	18,18	2,58	16,34	20,03	14,72	22,56
G1	10	9,43	0,92	8,77	10,08	8,11	11,13
G2	10	14,69	1,46	13,64	15,73	11,79	16,21
G3	10	17,42	2,54	15,60	19,23	13,47	20,96
G4	10	15,27	2,50	13,49	17,06	10,75	18,75
G5	10	16,49	1,66	15,30	17,68	14,11	19,19



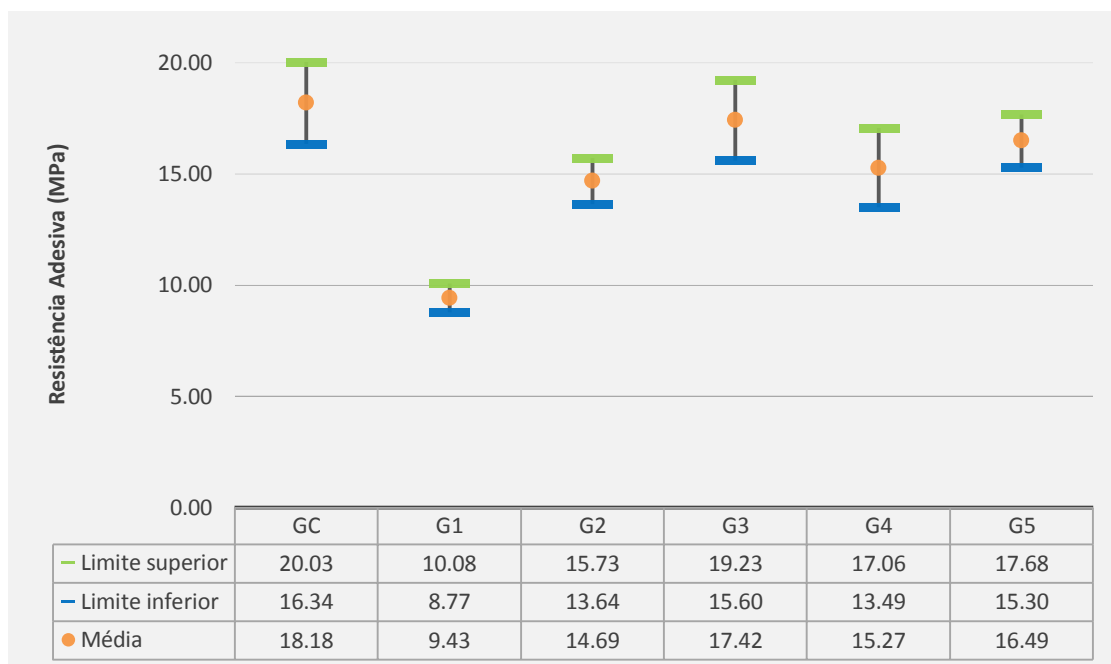
**Gráfico 2** - Resistência adesiva (MPa) dos diferentes grupos, com representação da média e desvio-padrão

Através da análise da Tabela 1 e do Gráfico 2, é possível constatar que a utilização de agentes de branqueamento dentário provoca uma diminuição da resistência adesiva das restaurações em dentes branqueados, uma vez que se verifica que o grupo submetido apenas a branqueamento dentário (G1) apresentou os menores valores de resistência adesiva (9,43 ( $\pm$  0,92) MPa).

A comparação das médias dos valores de resistência adesiva, realizada através do teste *Post-Hoc* de *Games-Howell* encontra-se representada na Tabela 2, juntamente com o *p*-value correspondente, que indica se há ou não diferenças estatisticamente significativas entre os grupos. Os valores dos intervalos de confiança a 95% para as médias de resistência adesiva para cada um dos grupos, encontram-se ilustradas no Gráfico 3.

**Tabela 2** - Comparação das médias dos valores de resistência adesiva através do teste *Post-Hoc* de *Games-Howell*

<b>GRUPOS</b>	<b>Diferença das médias</b>	<b><i>p</i>-value</b>
<b>GC vs G1</b>	8,76	<i>p</i> < 0,001
<b>GC vs G2</b>	3,50	<i>p</i> = 0,022
<b>GC vs G3</b>	0,77	<i>p</i> = 0,980
<b>GC vs G4</b>	2,91	<i>p</i> = 0,159
<b>GC vs G5</b>	1,69	<i>p</i> = 0,526
<b>G1 vs G2</b>	-5,26	<i>p</i> < 0,001
<b>G1 vs G3</b>	-7,99	<i>p</i> < 0,001
<b>G1 vs G4</b>	-5,85	<i>p</i> < 0,001
<b>G1 vs G5</b>	-7,06	<i>p</i> < 0,001
<b>G2 vs G3</b>	-2,73	<i>p</i> = 0,088
<b>G2 vs G4</b>	-0,59	<i>p</i> = 0,985
<b>G2 vs G5</b>	-1,81	<i>p</i> = 0,155
<b>G3 vs G4</b>	2,14	<i>p</i> = 0,432
<b>G3 vs G5</b>	0,93	<i>p</i> = 0,922
<b>G4 vs G5</b>	-1,22	<i>p</i> = 0,791



**Gráfico 3** - Representação dos intervalos de confiança a 95% e médias, de cada grupo

Quando comparadas as médias de resistência adesiva dos diferentes grupos, é possível referir que existem diferenças significativas entre:

- O grupo submetido apenas a branqueamento dentário (G1) e o grupo controlo, ao qual não foi aplicado branqueamento (GC) (18,18 ( $\pm$  2,58) MPa),  $p < 0,001$ .
- O grupo submetido apenas a branqueamento dentário (G1) e o grupo submetido a branqueamento, em que se aguardou um período de sete dias até ao procedimento adesivo (G2) (14,69 ( $\pm$  1,46) MPa),  $p < 0,001$ .
- O grupo submetido apenas a branqueamento dentário (G1) e os grupos aos quais foram aplicados os antioxidantes (G3, G4 e G5) (17,42 ( $\pm$  2,54) MPa; 15,27 ( $\pm$  2,50) MPa; 16,49 ( $\pm$  1,66) MPa, respetivamente),  $p < 0,001$ .
- O grupo submetido a branqueamento, em que se aguardou um período de sete dias até ao procedimento adesivo (G2) e o grupo controlo, ao qual não foi aplicado branqueamento (GC),  $p = 0,022$ .

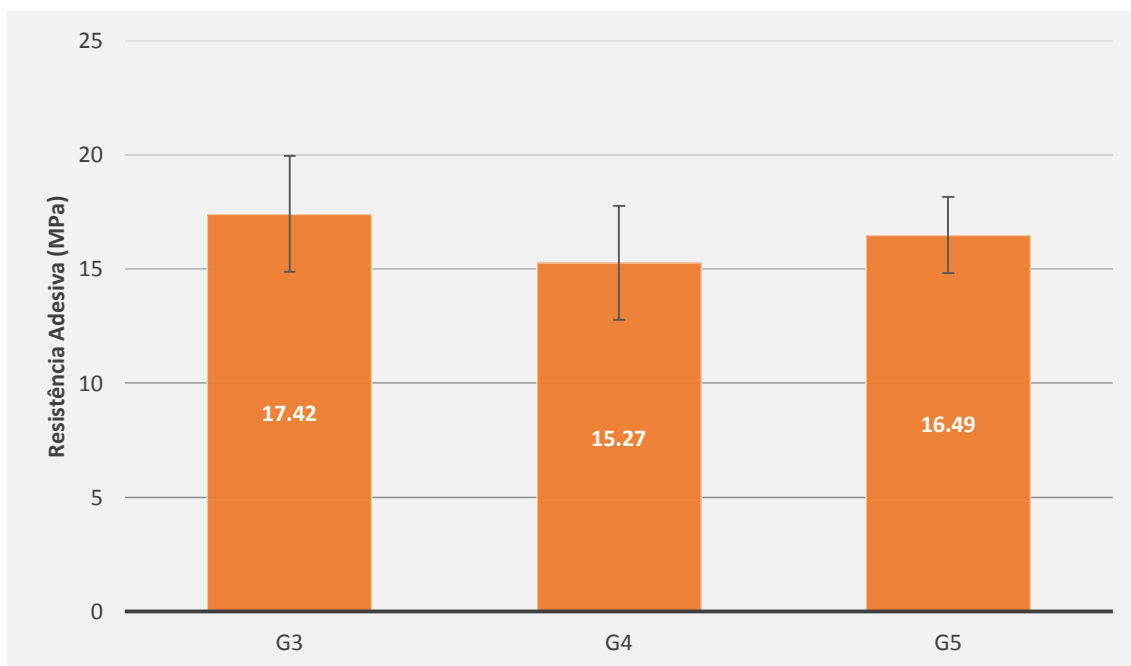
Tal como ocorre através da análise da Tabela 2, também através da análise do Gráfico 3 é possível constatar se se verificam ou não diferenças estatisticamente significativas entre os grupos. Isto ocorre através da sobreposição dos intervalos de confiança (95%), sendo que quando se sobrepõem, não existem diferenças estatisticamente significativas.

Assim, é possível afirmar que não existem diferenças estatisticamente significativas entre:

- O grupo controlo, ao qual não foi aplicado branqueamento dentário (GC), e os grupos aos quais foram aplicados os antioxidantes antes do procedimento adesivo: ascorbato de sódio (G3),  $p = 0,980$ ; extrato de semente de uva (G4),  $p = 0,159$ ; chá verde (G5),  $p = 0,526$ .
- O grupo ao qual foi aplicado ascorbato de sódio (G3), e em que foi aplicado extrato de semente de uva (G4),  $p = 0,432$ .
- O grupo ao qual foi aplicado ascorbato de sódio (G3), e em que foi aplicado chá verde (G5),  $p = 0,922$ .
- O grupo ao qual foi aplicado extrato de semente de uva (G4), e em que foi aplicado chá verde (G5),  $p = 0,791$ .

### 1.1. Comparação entre dentes branqueados que foram restaurados após a aplicação dos antioxidantes ascorbato de sódio (G3), extrato de semente de uva (G4) e chá verde (G5)

De maneira a comparar apenas os grupos aos quais foram aplicados os diferentes antioxidantes, foi elaborado o Gráfico 4.



**Gráfico 4** - Resistência adesiva (MPa) dos grupos aos quais foram aplicados antioxidantes, com representação da média e desvio-padrão

Através da análise do Gráfico 4, é possível constatar que existe uma ligeira diferença entre os três. O grupo ao qual foi aplicado ascorbato de sódio (G3) apresentou resultados de resistência adesiva ligeiramente superiores (17,42 ( $\pm 2,54$ ) MPa), seguido do chá verde (16,49 ( $\pm 1,66$ ) MPa) e por fim o extrato de semente de uva (15,27 ( $\pm 2,50$ ) MPa). Contudo, com o auxílio, mais uma vez, da Tabela 2, é possível verificar que esta diferença não se apresenta com estatisticamente significativa.

## 2. Análise do Tipo de Fratura

Relativamente ao tipo de fratura originado através do teste de resistência adesiva, os resultados estão representados na Tabela 3 nos Gráficos 5 e 6.

GRUPOS	Adesiva	Coesiva de resina	Coesiva de esmalte	Mista
<b>GC</b>	77,6	7,5	4,5	10,4
<b>G1</b>	74,0	11,0	4,1	11,0
<b>G2</b>	70,3	14,9	5,4	9,5
<b>G3</b>	74,2	13,6	3,0	9,1
<b>G4</b>	72,1	8,8	5,9	13,2
<b>G5</b>	69,0	11,3	2,8	16,9

Tabela 1 – Percentagem (%) referente ao tipo de fratura, em cada grupo

Quando é analisado o tipo de fratura, representada por cada grupo (Gráfico 5), é possível verificar uma predominância de falhas do tipo Adesiva em todos os grupos deste estudo.

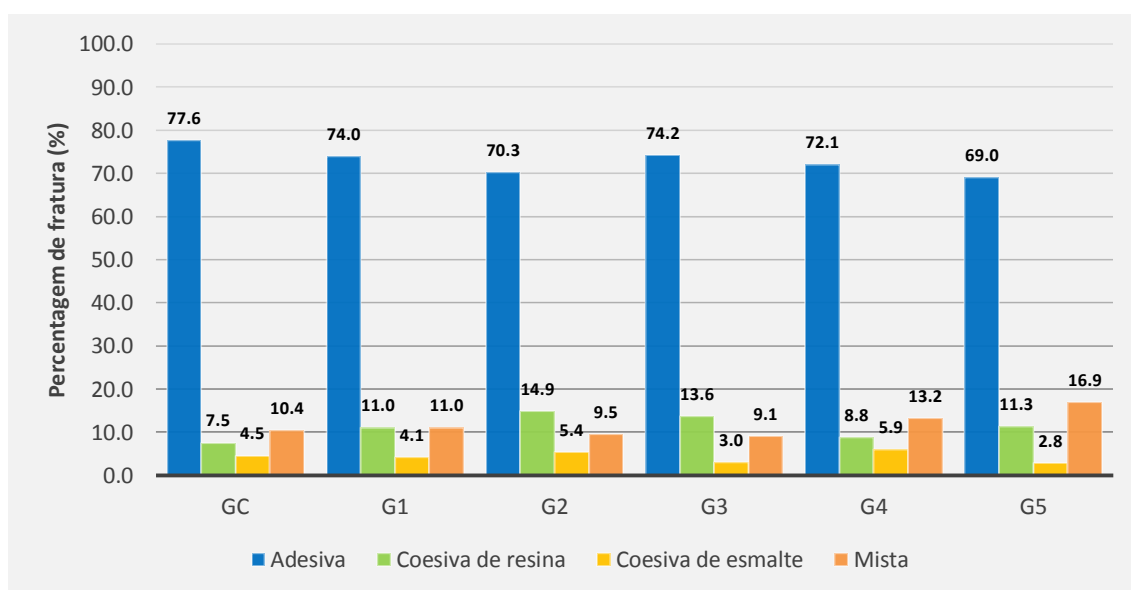
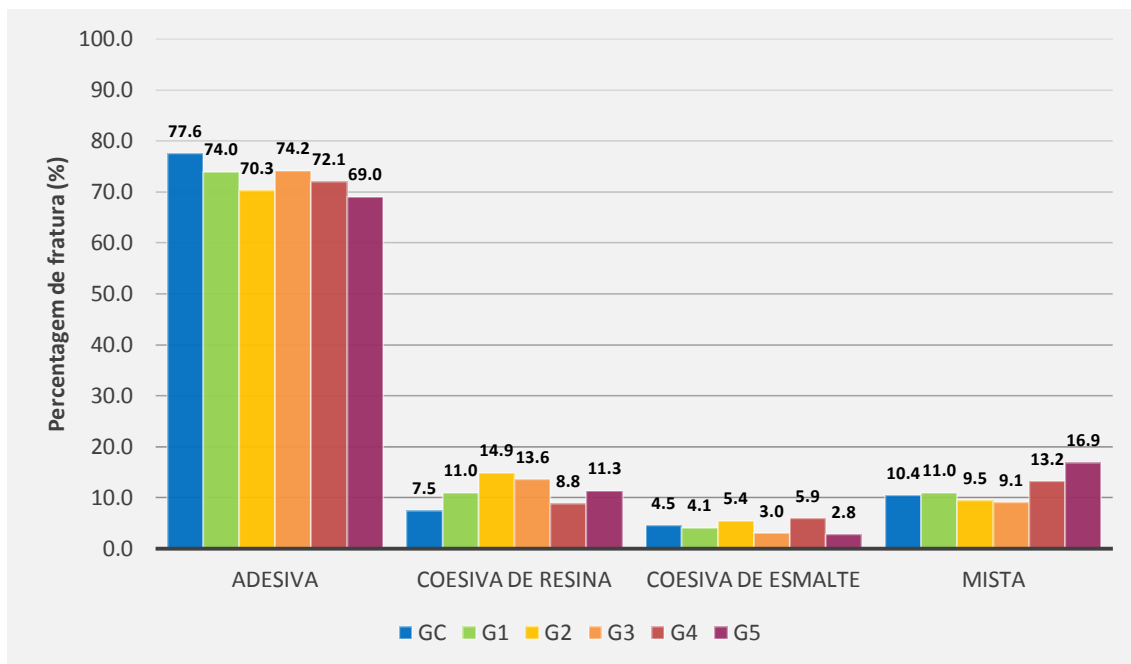


Gráfico 5 - Análise do tipo de fratura, representada por cada grupo, em percentagem

Uma vez analisada a distribuição das fraturas, por tipologia (Gráfico 6), é possível constatar que existe uma distribuição similar dos tipos de fratura por cada grupo deste estudo.



**Gráfico 6** - Análise do tipo de fratura, representada por tipologia, em percentagem

## VI. DISCUSSÃO

Devido ao aumento da consciencialização dos pacientes e à sua procura por tratamentos estéticos, o branqueamento dentário tem demonstrado ser um procedimento conservador e fiável para a maioria dos dentes com alterações de cor (Lago & Garone-Netto, 2013; Feiz et al., 2017).

Tendo em conta as necessidades dos pacientes, o branqueamento dentário pode ser recomendado antes de procedimentos adesivos restauradores, como é o caso de pacientes com restaurações a resina composta realizadas anteriormente ao branqueamento dentário e que, por isso, apresentam uma cor diferente, o caso de necessidade de adesão de *brackets* ortodônticos após o procedimento branqueador, ou mesmo a combinação da adesão de facetas em cerâmica ou em resina com o branqueamento dentário (Fernandes, Santos & Firoozmand, 2015; Kılınc, Aslan, Kılıç, Er & Kurt, 2015; Rana et al., 2019).

Estudos têm demonstrado que os agentes branqueadores afetam negativamente a resistência adesiva das restaurações, quando os procedimentos adesivos são realizados imediatamente após o branqueamento dentário. Tal acontece devido ao facto de os radicais livres de oxigénio, resultantes da decomposição do peróxido de hidrogénio, permanecerem na superfície do dente, e não permitirem uma polimerização completa do adesivo. Também durante o branqueamento, os radicais hidroxilo presentes na rede de cristais de hidroxiapatite, são substituídos por iões peróxido, resultando na formação de peróxido de apatite. Por isto, é recomendado um tempo de espera entre o branqueamento e o procedimento restaurador, uma vez que ao fim de 1 a 3 semanas, os iões peróxido se decompõem e os radicais hidroxilo reentram na rede de cristais de apatite, eliminando as mudanças estruturais causadas pela incorporação dos iões peróxido (Vidhya et al., 2011; Alqahtani, 2014; De Carvalho et al., 2016; Nair et al., 2019; Rana et al., 2019).

Contudo, o tratamento da superfície do dente com agentes antioxidantes após o procedimento branqueador, tais como o ascorbato de sódio, extrato de semente de uva e chá verde, utilizados neste estudo, têm demonstrado potencial de reverter a resistência adesiva comprometida (De Carvalho et al., 2016; Nari-Ratih & Widyastuti, 2019; Rana et al., 2019).

O principal objetivo deste estudo foi avaliar se a resistência adesiva comprometida pelo branqueamento dentário seria ou não influenciada quando se utilizavam antioxidantes, nomeadamente, o ascorbato de sódio, o extrato de semente de uva e o chá verde, imediatamente após o branqueamento dentário. De maneira a testar a resistência adesiva entre a resina composta e os dentes branqueados, foi utilizado o teste de microtração ( $\mu$ TBS), tendo em conta que, atualmente, é considerado o teste mais válido para avaliar as forças adesivas ao esmalte (Gallusi et al., 2009; Lula et al., 2014).

O sistema de branqueamento utilizado foi o Opalescence PF Regular 16% (Ultradent Products, South Jordan, EUA), com composição de 16% de peróxido de carbamida, sendo que a concentração deste agente branqueador está de acordo com a legislação vigorada na União Europeia para os materiais de branqueamento dentário. Devido ao facto de ser composto por peróxido de carbamida, implica que este se decompõe em peróxido de hidrogénio e ureia, sendo que, por isso, provoca um aumento do pH da cavidade oral e, conseqüentemente, retarda a atividade cariogénica do dente. Na sua formulação contém fluoreto de sódio e nitrato de potássio, que, sendo agentes dessensibilizantes, reduzem a sensibilidade após o branqueamento dentário. Os fluoretos restringem as respostas nervosas por ocluírem os túbulos dentinários e o nitrato de potássio reduz a excitabilidade das fibras nervosas que estão presentes na polpa (Kwon & Wertz, 2015; Crescente & Pinto, 2016).

Quanto ao tempo de aplicação do agente branqueador, este foi aplicado conforme as indicações do fabricante, num período mínimo de quatro horas e num máximo de seis horas diárias. Neste estudo foi utilizado um tempo de quatro horas diárias.

Recentemente, os antioxidantes têm sido estudados como reversores dos efeitos adversos temporários causados pelos agentes branqueadores, nomeadamente a diminuição da resistência adesiva. Assim, têm sido utilizados como alternativa ao tempo de espera necessário para que se restabeleçam os valores de resistência adesiva (Bansal et al., 2019; Rana et al., 2019).

Neste estudo foram utilizados três antioxidantes, ascorbato de sódio, extrato de semente de uva e chá verde. Relativamente ao ascorbato de sódio, estudos têm demonstrado a sua utilização na forma de solução ou na forma de gel. Foi escolhida a aplicação na forma de gel uma vez que não existem diferenças significativas na resistência adesiva com a

aplicação na forma de gel ou em solução, e a manipulação e aplicação da solução de ascorbato de sódio mostrou ser mais difícil. Contudo, tanto o extrato de semente de uva como o chá verde foram utilizados em forma de solução, uma vez que é a forma como a literatura descreve a utilização destes antioxidantes (Kimyai & Valizadeh, 2006; Kimyai et al., 2010; Rana et al., 2019; Nair et al., 2019).

Quanto à concentração dos antioxidantes, foram utilizados ascorbato de sódio a 10%, extrato de semente de uva a 5% e chá verde a 5%. Relativamente ao ascorbato de sódio, estudos referem que não existem diferenças estatisticamente significativas na resistência adesiva por se aumentar a concentração, sendo que, segundo Thapa et al. (2013) não existem diferenças significativas entre 10% e 25%, tal como também é demonstrado por Kimyai e Valizadeh (2006) e por Dabas et al. (2011) entre as concentrações de 10% e 20%. Relativamente à utilização de 5% de extrato de semente de uva, segundo Vidhya et al. (2011) e Abraham et al. (2013) esta concentração mostrou ser eficaz como reversora da resistência adesiva diminuída, tal como foi demonstrado por Sharafeddin et al. (2013) e por Rana et al. (2019) relativamente à utilização de 5% de chá verde.

Quanto ao tempo de aplicação dos antioxidantes, um estudo de Dabas et al. (2011) constatou que a resistência adesiva aumentava de uma forma diretamente proporcional ao tempo de aplicação do antioxidante ascorbato de sódio. Contudo, outros estudos, como o de Murad et al. (2016), comprovaram que a aplicação de antioxidantes por 15 minutos é considerada uma duração razoável de aplicação clínica, e é capaz de neutralizar os efeitos dos agentes branqueadores e de aumentar a resistência adesiva do esmalte branqueado. Por outro lado, segundo um estudo de Sharafeddin et al. (2015), uma aplicação de 10 minutos pode não causar um aumento significativo da resistência adesiva.

Após a aplicação dos antioxidantes, e previamente ao procedimento adesivo, foi criada a *smear layer* através do polimento do esmalte com um disco de lixa SiC de grão 600, durante 60 segundos, sob água corrente, conforme é descrito em diversos estudos (Hariri, Shimada, Tagami, Sadr & Ichinose, 2012; Niat, Yazdi & Koohestanian, 2012; De Carvalho et al., 2016; Ismail et al., 2017).

A escolha do sistema adesivo *etch and rinse* de três passos Optibond™ FL (Kerr) foi baseada no facto de ser considerado o *gold standard* dos sistemas adesivos. Para além disto, estudos têm demonstrado que a aplicação de solventes orgânicos, ou de adesivos

que os contenham, podem aumentar a resistência adesiva das estruturas dentárias submetidas ao branqueamento, e que a utilização de adesivos que contenham etanol, tal como é o caso do Optibond™ FL (Kerr), são capazes de remover o oxigénio remanescente na superfície dentária, e, por isso, melhoram a resistência adesiva comprometida pelo branqueamento dentário (Niat et al., 2012; Peumans et al., 2012).

Relativamente ao tempo de espera entre o branqueamento dentário e o procedimento restaurador, estudos referem que este pode variar entre uma a três semanas, até que se restabeçam os valores da resistência adesiva. Contudo, no que diz respeito ao grupo G2, o tempo de espera até se efetuar o procedimento restaurador foi de uma semana (sete dias), tendo em conta que estudos referem que a exposição em saliva por sete dias é capaz de restabelecer a resistência adesiva do esmalte branqueado (Lago et al., 2013; Miranda et al., 2013; Kadiyala et al., 2015; Nair et al., 2019).

A resistência adesiva dos diversos grupos deste estudo foi testada numa máquina de testes universal (Shimadzu Autograph AG-IS, Kyoto, Japão), através da microtração das amostras de cada grupo, em forma de palitos, a uma velocidade de tração de 0,5 mm/min até que se verificasse a fratura dos mesmos, conforme é descrito em alguns estudos (De Andrade et al., 2010; De Carvalho et al., 2016).

Na presente investigação, os melhores resultados de resistência adesiva, estatisticamente significativos, foram encontrados nos grupos sujeitos a branqueamento seguido de ascorbato de sódio (G3), extrato de semente de uva (G4) e chá verde (G5), quando comparados com o grupo sujeito apenas a branqueamento (G1). Estes resultados estão em concordância com estudos que comprovam o facto de estes antioxidantes serem capazes de neutralizar os radicais livres de oxigénio, resultantes da dissociação do peróxido de hidrogénio, que permanecem na superfície do dente, e que podem interferir com a infiltração e polimerização do sistema adesivo. Deste modo, também diversos estudos referem que a utilização de 10% de ascorbato de sódio, 5% de extrato de semente de uva e 5% de chá verde, quando utilizados após o branqueamento dentário e antes do procedimento restaurador, têm potencial de reestabelecer a resistência adesiva do esmalte dentário que havia sido comprometida (Dabas et al., 2011; Alqahtani, 2014; Kadiyala et al., 2015; De Carvalho et al., 2016; Nair et al., 2019; Rana et al., 2019).

O grupo ao qual foi apenas aplicado o branqueamento seguido do procedimento restaurador imediatamente a seguir (G1), apresentou menores valores de resistência adesiva, quando comparado com o grupo controlo (GC), o que vai ao encontro do que é sugerido por diversos estudos, que o branqueamento dentário interfere na adesão de restaurações ao esmalte branqueado, uma vez que, como já foi referido, o oxigénio residual, resultante da decomposição do peróxido de hidrogénio permanece na superfície dentária e interfere polimerização completa do adesivo (Vidhya et al., 2011; Alqahtani, 2014).

Quando comparado o grupo ao qual foi aplicado o branqueamento seguido da restauração imediatamente a seguir (G1), com o que foi restaurado após sete dias (G2), é possível constatar que o grupo G2 obteve melhores valores estatisticamente significativos que o grupo G1. Tal ocorreu, uma vez que, como é referido em estudos, a exposição dos dentes branqueados em saliva durante sete dias é capaz de restabelecer a resistência adesiva dos dentes branqueados. Contudo, este tempo de espera pode não ser clinicamente desejável uma vez que impossibilita a continuação imediata de restantes procedimentos restauradores (Lago et al., 2013; Miranda et al., 2013; Rana et al., 2019).

Assim, relativamente aos grupos aos quais foram aplicados os antioxidantes, ascorbato de sódio (G3), extrato de semente de uva (G4) e chá verde (G5), apresentaram melhores resultados quando comparados com o grupo em que apenas se aguardou sete dias após o branqueamento até ao procedimento restaurador (G2), contudo, estes resultados não foram estatisticamente significativos. Assim, é possível verificar, tal como em diversos estudos, que a aplicação de antioxidantes pode ser considerada uma alternativa ao tempo de espera, no que diz respeito ao seu potencial reversor dos efeitos adversos temporários causados pelos agentes branqueadores (Dabas et al., 2011; De Carvalho et al., 2016; Feiz et al., 2017).

Os valores de resistência adesiva dos grupos aos quais foram aplicados os antioxidantes (G3, G4 e G5) são próximos do grupo controlo (GC), o que remete para o facto de que ao aplicar o ascorbato de sódio, extrato de semente de uva e chá verde após o branqueamento dentário, podem alcançar-se valores de resistência adesiva semelhantes a um dente ao qual se realizou um procedimento adesivo, sem ter sido submetido a branqueamento. Isto sugere que estes antioxidantes restabelecem o potencial redox que havia sido alterado devido à presença de radicais livres de oxigénio na superfície do esmalte (Sharafeddin,

Motamedi & Modiri, 2013; Arumugam, Nesamani, Kittappa, Sanjeev & Sekar, 2014; Kadiyala et al., 2015; Manoharan et al., 2016)

Comparando os três grupos referentes aos três antioxidantes utilizados nesta investigação, o ascorbato de sódio (G3), extrato de semente de uva (G4) e chá verde (G5), obtiveram todos valores de resistência adesiva semelhantes e nenhum demonstrou resultados estatisticamente significativos superiores. Isto remete para que, embora existam ainda poucos estudos na literatura referentes a estes antioxidantes provenientes de fontes naturais (tais como o extrato de semente de uva e chá verde), estes têm demonstrado que podem ser utilizados como alternativa ao ascorbato de sódio, antioxidante este já incluído num número considerável de estudos publicados. (Berger et al., 2013; Feiz et al., 2017; Alhasyimi et al., 2018; Rana et al., 2019).

São já alguns os estudos que têm demonstrado a eficácia do ascorbato de sódio como reversor da resistência adesiva comprometida pelo branqueamento dentário, e, recentemente, têm também, aumentado o número de estudos que utilizam antioxidantes provenientes de fontes naturais, já muito utilizados em diversas aplicações médicas terapêuticas e suplementos dietéticos. Estes antioxidantes podem conter complexos de proantocianidinas oligoméricas (OPCs), e incluem o extrato de semente de uva, utilizado neste estudo, mas também, o extrato da casca de pinho, cascas de limoeiro e folhas de avelã. Podem, também, conter polifenóis, incluindo, neste caso, as folhas secas do chá verde, também utilizadas neste estudo. A atividade antioxidante é associada ao seu efeito protetor contra doenças que são causadas pelo *stress* oxidativo, tais como a doença coronária, distúrbios renais e cânceros (Vidhya et al., 2011; Sharafeddin et al., 2013; Rana et al., 2019).

O ascorbato de sódio, comumente conhecido como vitamina C, é capaz de neutralizar os efeitos do oxigênio residual, permitindo a polimerização da resina composta, livre de radicais livres. Os complexos de proantocianidinas oligoméricas (OPCs) presentes no extrato de semente de uva, e os polifenóis presentes no chá verde, através do grupo hidroxilo, são capazes de se ligar aos radicais livres, neutralizando-os (Nair et al., 2019; Rana et al., 2019).

Tendo em conta os resultados apresentados, a hipótese nula deve ser rejeitada, uma vez que foram demonstradas diferenças significativas na resistência adesiva de restaurações em dentes branqueados, com a utilização dos diferentes antioxidantes, nomeadamente ascorbato de sódio, chá verde e extrato de semente de uva.

São alguns os estudos publicados, que têm utilizado antioxidantes como restabilizadores da resistência adesiva comprometida, sendo que, cabe ao clínico a decisão de qual a melhor técnica a ser utilizada, tendo como base a evidência científica mais relevante e a sua experiência. (Vidhya et al., 2011; Feiz et al., 2017).

É importante referir que todos os resultados e análises obtidos na presente investigação, foram conseguidos através de um estudo *in vitro*, podendo, desta forma, apresentar limitações e vantagens que lhe são características, podendo nem sempre corresponder às condições em ambiente clínico.



## VII. CONCLUSÕES

Tendo em conta os resultados obtidos neste estudo, é possível concluir que:

1. A aplicação de antioxidantes, nomeadamente, ascorbato de sódio, extrato de semente e uva e chá verde, após o branqueamento dentário e antes do procedimento adesivo, é uma vantagem relativamente ao restabelecimento dos valores de resistência adesiva no esmalte;
2. A aplicação de ascorbato de sódio, extrato de semente de uva e chá verde após o branqueamento dentário, concomitante com a restauração imediatamente a seguir, apresenta melhores resultados, quando comparada a dentes restaurados imediatamente após o branqueamento, sem a utilização de antioxidantes;
3. O tempo de espera de sete dias até à restauração dos dentes branqueados apresenta piores resultados quando comparado com a aplicação de ascorbato de sódio, extrato de semente de uva e chá verde;
4. O tempo de espera de sete dias até à restauração dos dentes branqueados apresenta melhores resultados, quando comparado com a restauração realizada imediatamente após o branqueamento dentário.

Deste modo, é possível concluir que a aplicação de antioxidantes após o branqueamento dentário e imediatamente antes do procedimento restaurador é capaz de reverter a resistência adesiva comprometida, o que pode constituir uma vantagem tanto para o paciente como para o médico dentista, uma vez que reduz o tempo de espera entre o branqueamento e o procedimento restaurador e, conseqüentemente, o tempo necessário para se completar o tratamento.

## **Relevância clínica**

A crescente procura dos pacientes, por sorrisos brancos e tratamentos cada vez mais estéticos, tem levado a um aumento da utilização de sistemas de branqueamento dentário.

O branqueamento dentário pode ser necessário em casos de descoloração dentária em dentes não vitais, ou pode ser recomendado antes da realização de procedimentos restauradores adesivos, como por exemplo a adesão de facetas em combinação com o branqueamento, ou apenas a necessidade de adesão de *brackets* ortodônticos.

Contudo, a literatura tem demonstrado que, uma vez finalizado o branqueamento dentário, a resistência adesiva diminui, sendo, por isso, necessário um período de espera, de maneira a que se restabeçam os valores considerados normais. No entanto, este período de espera é, na maioria dos casos, indesejável, uma vez que não permite a continuidade imediata dos restantes procedimentos restauradores adesivos.

Assim, a utilização de antioxidantes após a finalização do branqueamento dentário, e imediatamente antes do procedimento restaurador, tem demonstrado poder ser utilizada como alternativa ao tempo de espera, uma vez que é capaz de restabelecer os valores de resistência adesiva que havia sido comprometida com o branqueamento dentário.

À semelhança de outros estudos que utilizam diferentes antioxidantes e diferentes tempos de aplicação, esta investigação demonstrou que a aplicação de antioxidantes, nomeadamente o ascorbato de sódio, extrato de semente de uva e chá verde, por 15 minutos, pode permitir que seja possível uma adesão imediatamente após o branqueamento dentário.

São enormes as possibilidades que têm vindo a ser estudadas nestes últimos anos, relativamente ao tipo de antioxidantes, a sua concentração e tempo de aplicação, sendo que, o futuro tem vindo a caminhar para uma crescente validação das técnicas que são estudadas e que podem ser utilizadas clinicamente.

## Perspetivas futuras

Nos últimos anos, alguns têm sido os estudos que investigam esta abordagem que relaciona o branqueamento dentário e a utilização de antioxidantes na Medicina Dentária. Diferentes variáveis, tais como o tipo de antioxidante, o seu tempo de aplicação, concentração, disponibilização e prazo de validade têm sido estudadas. Contudo, esta é considerada uma linha de investigação recente, uma vez que ainda são poucos os estudos que conjugam grande parte destas variáveis.

Desta forma, são essenciais futuras investigações que comparem diferentes concentrações e tempos de aplicação destes antioxidantes naturais e do ascorbato de sódio, de maneira a avaliar as suas diferenças nestas variáveis, no sentido de produzir uma validação de técnicas possíveis de ser utilizadas clinicamente.

Futuramente, esta linha de investigação deveria:

- Avaliar o efeito de outros antioxidantes na resistência adesiva de restaurações em dentes branqueados;
- Analisar a pigmentação que os antioxidantes podem promover nos dentes branqueados;
- Comparar a resistência adesiva entre outros antioxidantes, tendo em conta um tempo único e mínimo de aplicação;
- Analisar a influência dos diferentes solventes dos sistemas adesivos na resistência adesiva de restaurações em dentes branqueados;
- Comparar a resistência adesiva entre antioxidantes, mediante diferentes sistemas de branqueamento;
- Comparar a resistência adesiva entre antioxidantes, mediante diferentes tempos de branqueamento.



## VIII. BIBLIOGRAFIA

- Abidu-Figueiredo, M., Braz, V. S., & Braga, V. A. (2002). Aspectos morfológicos das bandas de hunter-schreger no esmalte dentário do cão pela análise espectral de fourier. *Revista Universidade Rural: Série Ciências Da Vida*, 22(1), 61–64.
- Ahn, J. S., & Lee, Y. K. (2008). Color distribution of a shade guide in the value, chroma, and hue scale. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 100(1), 18–28. doi: 10.1016/S0022-3913(08)60129-8.
- Alhasyimi, A. A., Pudyani, P. S., & Hafizi, I. (2018). Effect of mangosteen peel extract as an antioxidant agent on the shear bond strength of orthodontic brackets bonded to bleached teeth. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 23(5), 58–64. doi: 10.1590/2177-6709.23.5.058-064.oar.
- Alqahtani, M. Q. (2014). Tooth-bleaching procedures and their controversial effects: A literature review. *Saudi Dental Journal*, 26(2), 33–46. doi: 10.1016/j.sdentj.2014.02.002.
- 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 ( $\mu$ TBS) approach. *Dental Materials*, 33(2), 133–143. doi: 10.1016/j.dental.2016.11.015.
- Arrieta, Z. L., Fogalli, G. B., & Line, S. R. P. (2018). Digital enhancement of dental enamel microstructure images from intact teeth. *Microscopy Research and Technique*, 81(9), 1036–1041. doi: 10.1002/jemt.23070.
- Arumugam, M.T., Nesamani, R., Kittappa, K., Sanjeev, K., & Sekar, M. (2014). Effect of various antioxidants on the shear bond strength of composite resin to bleached enamel: an in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry*, 17(1), 22–26.

- Bansal, M., Kaur, P., Cyriac, A. R., Kadian, N., Jaiswal, P., & Rathee, K. (2019). Impact of Different Antioxidants on the Bond Strength of Resinbased Composite on Bleached Enamel-An *In Vitro* Study. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 20(1), 64-70.
- Bedran-Russo, A., Leme-Kraus, A. A., Vidal, C. M. P., & Teixeira, E. C. (2017). An Overview of Dental Adhesive Systems and the Dynamic Tooth–Adhesive Interface. *Dental Clinics of North America*, 61(4), 713–731. doi: 10.1016/j.cden.2017.06.001.
- Bellan, J., Soares, R. C. V., Ribeiro, A. P. D., Soares, D. G. S., Sacono, N. T., Hebling, J., & Costa, C. A. S. (2011). Efeito de um Gel de Peróxido de Carbamida a 10% Sobre a Resistência de União de Restaurações Adesivas à Dentina. *Revista Odontológica do Brasil Central*, 20(53).
- Berger, S. B., De Souza Carreira, R. P., Guiraldo, R. D., Lopes, M. B., Pavan, S., Giannini, M., & Bedran-Russo, A. K. (2013). Can green tea be used to reverse compromised bond strength after bleaching? *European Journal of Oral Sciences*, 121(4), 377–381. doi: 10.1111/eos.12062.
- 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. doi: 10.1016/j.dental.2007.02.009.
- Buonocore M. G. (1955). A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *Journal of Dental Research*, 34(6), 849-53.
- Carey, C. M. (2014). Tooth whitening: What we now know. *Journal of Evidence-Based Dental Practice*, 14, 70–76. doi: 10.1016/j.jebdp.2014.02.006.
- Crescente, C. L., & Pinto, C. F. (2016). Análise da sensibilidade após o uso prévio de dessensibilizantes em clareamento dental. *Revista Brasileira de Odontologia*, 73(1), 34–38.

- Dabas, D., Patil, A.C., & Uppin, V.M. (2011). Evaluation of the effect of concentration and duration of application of sodium ascorbate hydrogel on the bond strength of composite resin to bleached enamel. *Journal of Conservative Dentistry*, 14(4), 356–360. doi:10.4103/0972-0707.87197.
- De Andrade, A. M., Moura, S. K., Reis, A., Loguercio, A. D., Garcia, E. J., & Grande, R. H. M. (2010). Evaluating resin-enamel bonds by microshear and microtensile bond strength tests: Effects of composite resin. *Journal of Applied Oral Science*, 18(6), 591–598. doi: 10.1590/S1678-77572010000600010.
- De Carvalho, H. C., Guiraldo, R. D., Poli-Frederico, R. C., Maciel, S. M., Moura, S. K., Lopes, M. B., & Berger, S. B. (2016). Correlation between antioxidant activity and bonding strength on bleached enamel. *Acta Biomaterialia Odontologica Scandinavica*, 2(1), 102–107. doi: 10.1080/23337931.2016.1222283.
- El Zohairy, A. A., Saber, M. H., Abdalla, A. I., & Feilzer, A. J. (2010). Efficacy of microtensile versus microshear bond testing for evaluation of bond strength of dental adhesive systems to enamel. *Dental Materials*, 26(9), 848–854. doi: 10.1016/j.dental.2010.04.010.
- Feitosa, V. P., Pomacóndor-Hernández, C., Ogliari, F. A., Leal, F., Correr, A. B., & Sauro, S. (2014). Chemical interaction of 10-MDP (methacryloyloxy-decyl-dihydrogen-phosphate) in zinc-doped self-etch adhesives. *Journal of Dentistry*, 42(3), 359–365. doi: 10.1016/j.jdent.2014.01.003.
- Feiz, A., Mosleh, H., & Nazeri, R. (2017). Evaluating the effect of antioxidant agents on shear bond strength of tooth-colored restorative materials after bleaching: A systematic review. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 71, 156–164. doi: 10.1016/j.jmbbm.2017.03.010.
- Fernandes, H. O., Santos, L. B., & Firoozmand, L. M. (2015). Shear bond strength of an orthodontic self-etching adhesive after intracoronary bleaching. *Orthodontics and Craniofacial Research*, 18(2), 117–124. doi: 10.1111/ocr.12067.
- Fondriest, J. (2012). The Optical Characteristics of Natural Teeth. *Inside Dentistry*, 8(11), 1-5.

- Francci, C., Marson, F. C., Briso, A. L. F., & Gomes, M. N. (2010). Clareamento dental – Técnicas e conceitos atuais. *Revista Da Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas*, (1), 78–89.
- Gallusi, G., Galeano, P., Libonati, A., Giuca, M. R., & Campanella, V. (2009). Evaluation of bond strength of different adhesive systems: Shear and Microtensile Bond Strength Test. *Oral & Implantology*, 2(4), 19-25.
- Garcia, E. J., Oldoni, T. L., Alencar, S. M., Reis, A., Loguercio, A. D., & Grande, R. H. (2012). Antioxidant activity by DPPH assay of potential solutions to be applied on bleached teeth. *Brazilian Dental Journal*, 23(1), 22-27. doi:10.1590/s0103-64402012000100004.
- Greenwall-Cohen, J., & Greenwall, L. H. (2019). The single discoloured tooth : vital and non-vital bleaching techniques. *British Dental Journal*, 226(11), 839–849. doi: 10.1038/s41415-019-0373-9.
- Hanabusa, M., Mine, A., Kuboki, T., Momoi, Y., Van Ende, A., Van Meerbeek, B., & De Munck, J. (2012). Bonding effectiveness of a new “multi-mode” adhesive to enamel and dentine. *Journal of Dentistry*, 40(6), 475–484. doi: 10.1016/j.jdent.2012.02.012.
- Hariri, I., Shimada, Y., Tagami, J., Sadr, A., & Ichinose, S. (2012). The effects of aging on shear bond strength and nanoleakage expression of an etch-and-rinse adhesive on human enamel and dentin. *Journal of Adhesive Dentistry*, 14(3), 235–243. doi: 10.3290/j.jad.a22192.
- He, L. H., & Swain, M. V. (2008). Understanding the mechanical behaviour of human enamel from its structural and compositional characteristics. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 1(1), 18–29. doi: 10.1016/j.jmbbm.2007.05.001.
- Heymann, H. O., Swift, Jr., E. J., & Ritter, A. V. (2013). *Sturdevant’s Art and Science of Operative Dentistry*. 6ª edição, (pp. 2-6, 114-132, 307-314). Missouri, EUA: Elsevier Mosby. ISBN: 978-0-3230-8333-1.

- Hilton, T., Ferracane, J. L., Broome, J. C., & Jr, J. dos S. (2013). *Summitt's Fundamentals of Operative Dentistry: A Contemporary Approach*. 4ª edição, (pp. 25-35, 182-184, 427-477, 817-857, 860-862). Hanover Park, IL, EUA: Quintessence Publishing Co. Inc. ISBN: 978-0-86715528-0.
- Hirata, R., Ampessan, R. L., & Liu, J. (2001). Reconstrução de dentes anteriores com resinas compostas - uma sequência de escolha e aplicação de resinas. *Jornal Brasileiro de Clínica e Estética Em Odontologia*, 5(25), 15-25.
- Hoshika, S., De Munck, J., Van Meerbeek, B., Sano, H., Kameyama, A., & Suyama, Y. (2018). GPDM- and 10-MDP-based self-etch adhesives bonded to bur-cut and uncut enamel - "immediate" and "aged"  $\mu$ TBS. *Journal of Adhesive Dentistry*, 20(2), 113–120. doi: 10.3290/j.jad.a40307.
- Ismail, E. H., Kilinc, E., Hardigan, P. C., Rothrock, J. K., Thompson, J. Y., & Garcia-Godoy, C. (2017). Effect of two-minute application of 35% sodium ascorbate on composite bond strength following bleaching. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 18(10), 874–880. doi: 10.5005/jp-journals-10024-2142.
- ISO/TS 11405:2015 (2015). ISO. Disponível em: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:ts:11405:ed-3:v1:en>.
- Joiner, A., & Luo, W. (2017). Tooth colour and whiteness: A review. *Journal of Dentistry*, 67, S3-S10. doi: 10.1016/j.jdent.2017.09.006.
- Junior, M. T., Rodrigues, C. A., Bernardes, V. L., Berlanga de Araujo, T. S., Antonio Nicoli, G., & dos Reis Derceli, J. (2018). Dental Bleaching and New Possibilities: Literature Review. *Health Science Journal*, 12(6), 1–6. doi: 10.21767/1791-809x.1000600.
- Kadiyala, A., Saladi, H. K., Bollu, I. P., Burla, D., Ballullaya, S. V., Devalla, S., ... Jayaprakash, T. (2015). Effect of different anti-oxidants on shear bond strength of composite resins to bleached human enamel. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 9(11), ZC40-ZC43. doi: 10.7860/JCDR/2015/16140.6790.

- Karaarslan, E. S., Özmen, Z. C., Aytac, F., Bicakci, A.A. Buldur, M., Aydogan, L., ... Özkocak, B.B.C. (2018). Evaluation of biochemical changes in dental tissues after different office bleaching methods. *Human and Experimental Toxicology*, 38(4), 389-397. doi: 10.1177/0960327118817103.
- Kimyai, S., Oskoe, S., Rafighi, A., Valizadeh, H., Ajami, A., & Helali, Z. N. (2010). Comparison of the effect of hydrogel and solution forms of sodium ascorbate on orthodontic bracket-enamel shear bond strength immediately after bleaching: An in vitro study. *Indian Journal of Dental Research*, 21(1), 54. doi:10.4103/0970-9290.62818.
- Kimyai, S. & Valizadeh, H. (2006). The Effect of Hydrogel and Solution of Sodium Ascorbate on Bond Strength in Bleached Enamel. *Operative Dentistry*, 31(4), 496-499. doi:10.2341/05-85.
- Kimyai, S. & Valizadeh, H. (2008). Comparison of the effect of hydrogel and a solution of sodium ascorbate on dentin-composite bond strength after bleaching. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 9 (2), 105–112.
- Kılınç, H. İ., Aslan, T., Kılıç, K., Er, Ö., & Kurt, G. (2015). Effect of Delayed Bonding and Antioxidant Application on the Bond Strength to Enamel after Internal Bleaching. *Journal of Prosthodontics*, 25(5), 386–391. doi: 10.1111/jopr.12303.
- Kwon, S. R., & Wertz, P. W. (2015). Review of the mechanism of tooth whitening. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 27(5), 240–257. doi: 10.1111/jerd.12152.
- Lacruz, R. S., Habelitz, S., Wright, J. T., & Paine, M. L. (2017). Dental Enamel Formation and Implications for Oral Health and Disease. *Physiological Reviews*, 97(3), 939–993. doi: 10.1152/physrev.00030.2016.
- Lago, A. D. N., & Garone-Netto, N. (2013). Microtensile bond strength of enamel after bleaching. *Indian Journal of Dental Research*, 24(1), 104–109.

- Li, R., Ma, X., Liang, S., Sa, Y., Jiang, T., & Wang, Y. (2012). Optical properties of enamel and translucent composites by diffuse reflectance measurements. *Journal of Dentistry*, *40*(1), e40–e47. doi: 10.1016/j.jdent.2012.04.016.
- Lula, E. C. de O., Leite, T. H. M., Alves, C. M. C., Santana, I. L., Almeida, A. M. L., & Costa, J. F. (2014). Parameters that influence microtensile bond testing of adhesive systems. *RGO - Revista Gaúcha de Odontologia*, *62*(1), 65–70. doi: 10.1590/1981-86372014000100000101620.
- Manoharan, M., Shashibhushan, K. K., Poornima, P., Naik, S.N., Patil, D., & Shruthi, A. S. (2016). Effect of newer antioxidants on the bond strength of composite on bleached enamel. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, *34*, 391-6.
- Maran, B. M., Ziegelmann, P. K., Burey, A., de Paris Matos, T., Loguercio, A. D., & Reis, A. (2019). Different light-activation systems associated with dental bleaching: a systematic review and a network meta-analysis. *Clinical Oral Investigations*, *23*(4), 1499–1512. doi: 10.1007/s00784-019-02835-x.
- Miranda, T., Moura, S., Amorim, V., Terada, R., & Pascotto, R. (2013). Influence of exposure time to saliva and antioxidant treatment on bond strength to enamel after tooth bleaching - an in situ study. *Journal of Applied Oral Science*, *21*(6), 567–574. doi: 10.1590/1679-775720130035.
- Muñoz, M. A., Luque, I., Hass, V., Reis, A., Loguercio, A. D., & Bombarda, N. H. C. (2013). Immediate bonding properties of universal adhesives to dentine. *Journal of Dentistry*, *41*(5), 404–411. doi: 10.1016/j.jdent.2013.03.001.
- Muñoz, M., Luque-Martinez, I., Malaquias, P., Hass, V., Reis, A., Campanha, N., & Loguercio, A. (2015). In Vitro Longevity of Bonding Properties of Universal Adhesives to Dentin. *Operative Dentistry*, *40*(3), 282-292. doi:10.2341/14-055-1.
- Muraguchi, K., Shigenobu, S., Suzuki, S., & Tanaka, T. (2007). Improvement of Bonding to Bleached Bovine Tooth Surfaces by Ascorbic Acid Treatment. *Dental Materials Journal*, *26*(6), 875–881. doi: 10.4012/dmj.26.875.

- Mushashe, A. M., Coelho, B. S., Garcia, P. P., Rechia, B. C. N., Cunha, L. F., Correr, G. M., & Gonzaga, C. C. (2018). Effect of different bleaching protocols on whitening efficiency and enamel superficial microhardness. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 10(8), 772-5. doi:10.4317/jced.54967.
- Nair, R., Bandhe, S., Ganorkar, O. K., Saha, S., Sial, S., & Nair, A. (2019). A comparative evaluation of the three different antioxidant treatments on the bond strength of composite resin to bleached enamel: An *in vitro* study. *Journal of Conservative Dentistry*, 22(1), 82-86. doi: 10.4103/JCD.JCD\_193\_18.
- Nanci, A. (2017). *Ten Cate's Oral Histology: Development, Structure, and Function*. 8<sup>a</sup> edição, (pp. 122-164). St. Louis, Missouri, EUA: Elsevier Mosby.
- Nari-Ratih, D., & Widyastuti, A. (2019). Effect of antioxidants on the shear bond strength of composite resin to enamel following extra-coronal bleaching. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 11(22), 126-132. doi: 10.4317/jced.55359.
- Niat, A., Yazdi, F., & Koohestanian, N. (2012). Effects of Drying Agents on Bond Strength of Etch-and-Rinse Adhesive Systems to Enamel. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 14(6), 511–516. doi: 10.3290/j.jad.a27793.
- Oliveira, N., Araújo, Diniz, L. S. M., Svizero, N. da R., D'Alpino, P. H. P., & Pegoraro, C. A. C. C. (2010). Dental Adhesives: new concepts and clinical applications. *Revista Dentística on Line*, 9(19), 6–14. Disponível em: [www.ufsm.br/dentisticaonline](http://www.ufsm.br/dentisticaonline).
- Ordem dos Médicos Dentistas. (2013). Novas regras da União Europeia aplicáveis ao branqueamento dentário. Ordem dos Médicos Dentistas. Retirado em: 15/03/2019 de [www.omd.pt/branqueamento/legislacao](http://www.omd.pt/branqueamento/legislacao).
- Özcan, M., Dündar, M., & Erhan Çömlekoğlu, M. (2012). Adhesion concepts in dentistry: Tooth and material aspects. *Journal of Adhesion Science and Technology*, 26(24), 2661–2681. doi: 10.1080/01694243.2012.691038.

- Papadogiannis, D., Dimitriadi, M., Zafropoulou, M., Gaintantzopoulou, M.-D., & Eliades, G. (2019). Universal Adhesives: Setting Characteristics and Reactivity with Dentin. *Materials*, *12*(10), 1720. doi: 10.3390/ma12101720.
- Pena, C. ., Rodrigues, J. A., Ely, C., Giannini, M., & Reis, A. F. (2016). Two-year randomized clinical trial of self-etching adhesives and selective enamel etching. *Operative Dentistry*, *41*(3), 249–257. doi: 10.2341/15-130-C.
- Perdigão, J. (2007). New Developments in Dental Adhesion. *Dental Clinics of North America*, *51*(2), 333–357. doi: 10.1016/j.cden.2007.01.001.
- Perdigão, J., & Geradeli, S. (2003). Bonding Characteristics of Self-etching Adhesives to Intact versus Prepared Enamel. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, *15*(1), 32–42. doi: 10.1111/j.1708-8240.2003.tb00280.x.
- Perdigão, J., Reis, A., & Loguercio, A. D. (2013). Dentin adhesion and MMPs: A comprehensive review. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, *25*(4), 219–241. doi: 10.1111/jerd.12016.
- Perdigão, J. (2016) *Tooth Whitening: An Evidence-Based Perspective*. 1ª edição, (pp. 3-72, 101-163). Switzerland: Springer. doi: 10.1007/978-3-319-38849-6.
- Peumans, M., Munck, J., Van Landuyt, K., Poitevin, A., Lambrechts, P., & Van Meerbeek, B. (2012). A 13-year clinical evaluation of two three-step etch-and-rinse adhesives in non-carious class-V lesions. *Clinical Oral Investigations*, *16*(1), 129–137. doi: 10.1007/s00784-010-0481-z.
- Rana, R., Kaushik, M., Sharma, R., Reddy, P., & Mehra, N. (2019). Comparative evaluation of effects of natural antioxidants on the shear bond strength of composite resin to bleached enamel. *Indian Journal of Dental Research*, *30*(1), 112-6. doi: 10.4103/ijdr.IJDR\_397\_17.
- Redha, O., Strange, A., Maeva, A., Sambrook, R., Mordan, N., McDonald, A., & Bozec, L. (2019). Impact of Carbamide Peroxide Whitening Agent on Dentinal Collagen. *Journal of Dental Research*, *98*(4), 443–449. doi: 10.1177/0022034518822826.

- Rodrigues, J. L., Rocha, P. S., Pardim, S. L. de S., Machado, A. C. V., Faria-e-Silva, A. L., & Seraidarian, P. I. (2018). Association between in-office and at-home tooth bleaching: A single blind randomized clinical trial. *Brazilian Dental Journal*, 29(2), 133–139. doi: 10.1590/0103-6440201801726.
- Schwartz, R. S., & Fransman, R. (2005). Adhesive dentistry and endodontics: Materials, clinical strategies and procedures for restoration of access cavities: A review. *Journal of Endodontics*, 31(3), 151–165. doi: 10.1097/01.don.0000155222.49442.a1.
- Shahmoradi, M., Bertassoni, L. E., Elfallah, H. M., & Swain, M. (2014). Fundamental Structure and Properties of Enamel, Dentin and Cementum. *Biomaterials Science and Engineering*, 17, 511-547. doi: 10.1007/978-3-642-53980-0.
- Sharafeddin, F., Motamedi, M., & Modiri, S. (2013). Effect of immediate application of pomegranate peel, grape seed and green tea extracts on composite shear bond strength of in-office bleached enamel. *Research Journal of Biological Sciences*, 8(3), 83-87.
- Sharafeddin, F., & Farshad, F. (2015). The Effect of Aloe Vera, Pomegranate Peel, Grape Seed Extract, Green Tea, and Sodium Ascorbate as Antioxidants on the Shear Bond Strength of Composite Resin to Home-bleached Enamel. *Journal of Dentistry (Shīrāz, Iran)*, 16(4), 296–301. Disponível em: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=4664025&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>.
- Sharafeddin, F., Motamedi, M., & Modiri, S. (2013). Effect of immediate application of pomegranate peel, grape seed and green tea extracts on composite shear bond strength of in-office bleached enamel. *Research Journal of Biological Sciences*, 8(3), 83-87. doi: 10.3923/rjbsci.2013.83.87.
- Sofan, E., Sofan, A., Palaia, G., Tenore, G., Romeo, U., & Migliau, G. (2017). Classification review of dental adhesive systems: from the IV generation to the universal type. *Annali Di Stomatologia*, 8(1), 1–17. doi: 10.1016/s0364-0213(01)00040-4.

- Subramonian, R., Mathai, V., Christaine Angelo, J. B., & Ravi, J. (2015). Effect of three different antioxidants on the shear bond strength of composite resin to bleached enamel: An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry*, *18*(2), 144-8. doi: 10.4103/0972-0707.153076.
- Szesz, A., Parreiras, S., Reis, A., & Loguercio, A. (2016). Selective enamel etching in cervical lesions for self-etch adhesives: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dentistry*, *53*, 1–11. doi: 10.1016/j.jdent.2016.05.009.
- Thanaratikul, B., Santiwong, B., & Harnirattisai, C. (2016). Self-etch or etch-and-rinse mode did not affect the microshear bond strength of a universal adhesive to primary dentin. *Dental Materials Journal*, *35*(2), 174–179. doi:10.4012/dmj.2015-109.
- Thapa, A., Vivekananda, P.A., & Thomas, M.S. (2013). Evaluation and comparison of bond strength to 10% carbamide peroxide bleached enamel following the application of 10% and 25% sodium ascorbate and alfa tocopherol solution: An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry*, *16*, 111–5. doi:10.4103/0972-0707.108184.
- Van Landuyt, K. L., Snauwaert, J., De Munck, J., Peumans, M., Yoshida, Y., Poitevin, A., ... Van Meerbeek, B. (2007). Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. *Biomaterials*, *28*(26), 3757–3785. doi: 10.1016/j.biomaterials.2007.04.044.
- Van Meerbeek, B., Yoshihara, K., Yoshida, Y., Mine, A., De Munck, J., & Van Landuyt, K.L. (2011). State of the art of self-etch adhesives. *Dental Materials*, *27*(1), 17-28. doi:10.1016/j.dental.2010.10.023.
- Vidhya, S., Srinivasulu, S., Sujatha, M., & Mahalaxmi, S. (2011). Effect of Grape Seed Extract on the Bond Strength of Bleached Enamel. *Operative Dentistry*, *36*(4), 433–438. doi: 10.2341/10-228-L.
- Vohra, F. A., & Kasah, K. (2014). Influence of bleaching and antioxidant agent on microtensile bond strength of resin based composite to enamel. *Saudi Journal for Dental Research*, *5*(1), 29–33. doi: 10.1016/j.ksujds.2013.06.001.

- Xie, Z., Abbott, P. V., Munroe, P., Zhao, X., Habibi, D., O'Brien, S., ... Xu, J. (2014). Size dependent elastic modulus and mechanical resilience of dental enamel. *Journal of Biomechanics*, 47(5), 1060–1066. doi: 10.1016/j.jbiomech.2013.12.030
- Yoshihara, K., Yoshida, Y., Hayakawa, S., Nagaoka, N., Kamenoue, S., Okihara, T., ... Van Meerbeek, B. (2014). Novel fluoro-carbon functional monomer for dental bonding. *Journal of Dental Research*, 93(2), 189–194. doi: 10.1177/0022034513514447.
- Zhang, Y. R., Du, W., Zhou, X. D., & Yu, H. Y. (2014). Review of research on the mechanical properties of the human tooth. *International Journal of Oral Science*, 6(2), 61–69. doi: 10.1038/ijos.2014.21.
- Zhao, W., Yang, R., & Wang, M. (2009). Cold storage temperature following pulsed electric fields treatment to inactivate sublethally injured microorganisms and extend the shelf life of green tea infusions. *International Journal of Food Microbiology*, 129(2), 204–208. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2008.12.006.

## IX. ANEXOS

### Anexo 1 - Parecer da Comissão de Ética do IUEM

Comissão de Ética

---



Proc. Interno nº 694

Ex.ma Senhora  
**Sofia Costa Lima Lobo**


Monte de Caparica, 13 de fevereiro de 2019.

Ex.ma Senhora,

Em resposta ao Pedido de Parecer que submeteu à apreciação da Comissão de Ética da Egas Moniz, com o tema denominado **“Efeito de diferentes antioxidantes na resistência adesiva de restaurações em dentes branqueados”**, 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 2 - Autorização da Direção Clínica da Clínica Universitária Egas Moniz para a cedência de dentes provenientes Banco de Dentes Humanos**



*Clínica Dentária Universitária*

**Declaração da Direção Clínica para cedência de dentes do BDH para realização trabalho de projeto final do MMD**

IDENTIFICAÇÃO DO ESTUDANTE: Sofia Costa Lima Lobo

TÍTULO DO TRABALHO Efeito de diferentes antioxidantes na resistência adesiva de restaurações em dentes branqueados

Excelentíssima Professora Doutora Fernanda de Mesquita

O/A aluno/a Sofia Costa Lima Lobo pode utilizar dentes molares hígidos do Banco de dentes humanos (BDH) da Clínica Dentária Universitária Egas Moniz (CDUEM).

Aguardo a aprovação da Comissão Científica e da Comissão de Ética, para cedência dos dentes.

Esta autorização aplica-se somente aos dentes que tenham sido efectivamente doados ao BDH, respeitando todo o circuito aprovado e certificado pela Certificação da Qualidade da Egas Moniz.

Atenciosamente, com os melhores cumprimentos

Monte da Caparica, 11 de Janeiro de 2019

**Direção Clínica**

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Ana M. Lobo'.

**Anexo 3** – Tabela referente aos produtos, fabricante, composição química, lote e validade dos materiais utilizados

<b>Produto</b>	<b>Fabricante</b>	<b>Composição Química</b>	<b>Lote</b>	<b>Validade</b>
<b>Opalescence PF Regular 16%</b>	Ultradent Products, EUA	Peróxido de carbamida a 16% (peróxido de carbamida, nitrato de potássio, fluoreto de sódio, água)	BGP3	10/2020
<b>Gel Placebo</b>	Laboratório de Preparações do IUEM	1,2% carbopol, 93,8% de água e 5% de glicerina	_____	_____
<b>Ascorbato de Sódio a 10%</b>	Laboratório de Preparações do IUEM	Ascorbato de sódio (10%), carbopol 934 (2,5%), trietanolamina, pH 7 (Kimyai & Valizadeh, 2006)	_____	_____
<b>Extrato de Semente de Uva a 5%</b>	Solgar Inc, EUA	Extrato de semente de uva e água destilada	223113-05	10/2020
<b>Chá Verde a 5%</b>	Tata Global Beverages GB Limited, England	Folhas de chá verde e água destilada	19169 3	06/2022
<b>Scotchbond™ Etchant</b>	3M ESPE, St. Paul, EUA	Ácido ortofosfórico a 34%	4785595	12/2021
<b>Optibond™ FL Primer</b>	Kerr, Scapati (SA) Itália	Etanol, água, HEMA, GPDM, canforoquinona, butilhidroxitolueno	6732914	04/2020
<b>Optibond™ FL Adhesive</b>	Kerr, Scapati (SA) Itália	TEGDMA, UDMA, GPDM, HEMA, bis-GMA, partículas de carga, fotoiniciadores, estabilizadores	6987364	03/2020
<b>Filtek™ Z250 na cor A3</b>	3M ESPE, St. Paul, EUA	Partículas de carga (60%): zircônio/sílica; Matriz orgânica: Bis-GMA, UDMA, TEGDMA e Bis-EMA	NA13481	07/2021