



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

**MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA**

**ESTUDO IN VITRO DA RESISTÊNCIA ADESIVA DO ESMALTE,  
POR MICROTRAÇÃO, DE DENTES SUJEITOS A  
BRANQUEAMENTO**

Trabalho submetido por  
**Nuno Miguel da Luz Silva**  
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

**Junho de 2014**



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

**MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA**

**ESTUDO IN VITRO DA RESISTÊNCIA ADESIVA DO ESMALTE,  
POR MICROTRAÇÃO, DE DENTES SUJEITOS A  
BRANQUEAMENTO**

Trabalho submetido por  
**Nuno Miguel da Luz Silva**  
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por  
**Prof. Doutor Mário Polido**

**Junho de 2014**



## **AGRADECIMENTOS**

Ao Professor Doutor Mário Polido, por me ter aceitado como seu orientando, pelo apoio, disponibilidade e dedicação durante o desenvolver de todo o projeto.

Ao Professor Doutor José Brito, pela ajuda dada na análise estatística e tratamento de dados.

Ao Dr. Mário Rito Pereira, pelos conhecimentos transmitidos durante as aulas do 3º ano e durante este último nas aulas em que estive a seu lado como monitor.

À Professora Doutora Ana Azul, pela ajuda dedicada em conseguir os materiais necessários ao desenvolvimento do projeto, pela sua contribuição na minha formação e pela oportunidade que me concedeu ao convidar-me para ser monitor na cadeira de Endodontia I e II.

A todos os Professores do ISCSEM pela sua contribuição ao longo do meu percurso académico.

Aos meus pais, pelos valores que sempre me inculcaram, pelas palavras de apoio e incentivo, pela paciência e pelos momentos de lazer que me proporcionaram.

Aos meus avós pelo papel ativo que sempre desempenharam na minha educação.

Ao resto da minha família pelo apoio e incentivo durante o meu percurso académico.

À Sara Príncipe, pela amizade, cumplicidade, apoio incondicional e paciência que sempre me dedicou nos 7 últimos anos.

À Cátia, pelos últimos 2 anos de apoio e companheirismo que me dedicou como colega de box.



## RESUMO

Objetivos: O objetivo deste estudo *in vitro* é avaliar a resistência adesiva do esmalte, por microtração, de dentes sujeitos a diferentes géis de branqueamento.

Materiais e métodos: Foram utilizados 13 molares inferiores. Cada molar foi seccionado longitudinalmente, tendo sido usados no estudo apenas 25 fragmentos. Os fragmentos foram distribuídos aleatoriamente por 5 grupos (n=5), consoante a aplicação de gel de branqueamento: Grupo 1- gel placebo (controlo); Grupo 2- gel de peróxido de hidrogénio a 35% *Perfect Bleach Office* + (Voco); Grupo 3- gel de peróxido de hidrogénio a 37,5% *Norblanc Office Automix* (Normon); Grupo 4- gel de peróxido de carbamida a 16% *Norblanc Home* (Normon); Grupo 5- gel de peróxido de carbamida a 16% *Perfect Bleach* (Voco). Os géis foram aplicados três vezes com uma semana de intervalo entre cada aplicação. Após a terceira aplicação, confeccionou-se a restauração com resina composta. Após 24 horas procedeu-se à formação dos palitos com 1mm<sup>2</sup> de área. Os palitos foram submetidos ao teste de microtração na máquina de testes universal programada para submeter os palitos a uma carga de tração a uma velocidade de 0,5mm/min.

Resultados: Após a obtenção dos resultados e de uma análise estatística adequada verificou-se que: 1) a resistência à tração das amostras do grupo de controlo, é significativamente superior à das amostras tratadas com os géis 2 (p = 0.006) e 3 (p = 0.047), e não difere significativamente das amostras tratadas com os géis 4 (p = 0.087) e 5 (p = 0.305) e 2) As amostras tratadas com os géis 2, 3, 4 e 5 não diferem significativamente entre si no que respeita à resistência à tração (p> 0.05, em qualquer das comparações).

Conclusões: Existe redução da resistência adesiva ao esmalte, após a sua exposição aos géis de branqueamento.

Palavras-chave: esmalte branqueado, adesão, força de adesão, peróxido de carbamida, peróxido de hidrogénio

## ABSTRACT

**Objectives:** The purpose of this *in vitro* study was to evaluate the bond strength of composite to bleached enamel, using microtensile tests, with the application of different bleaching gels.

**Materials and Methods:** 13 molars extracted for periodontal or orthodontic reasons, each molar was longitudinally sectioned, have been used 25 fragments. The fragments were randomly distributed into 5 groups (n=5), depending on the application of the bleaching gel: Group 1- placebo gel (control); Group 2- 35% hydrogen peroxide gel Perfect Bleach Office + (Voco); Group 3- 37,5% hydrogen peroxide gel Norblanc Office Automix (Normon); Group 4- 16% carbamide peroxide gel Norblanc Home (Normon); Group 5- 16% carbamide peroxide gel Perfect Bleach (Voco). The bleaching gels were applied three times with a week between each application. After the third application, the teeth were restored with composite resin. After 24 hours we proceeded to the toothpicks formation with 1mm<sup>2</sup> of section. The toothpicks were subjected to the microtensile tests on the universal testing machine programmed to submit the toothpicks to a traction load at a speed of 0,5mm/min.

**Results:** after obtaining the results and using appropriate statistical analysis it was found that: 1) the tensile bond strength of the control samples, is significantly higher than the samples treated with the gels 2 (p = 0.006) and 3 (p = 0.047), and differs significantly from the samples treated with the gels 4 (p = 0.087) and 5 (p = 0.305) and 2) the samples treated with the gels 2, 3, 4 and 5 do not differ significantly from each other with regard to tensile bond strength (p >0.05, in either comparisons).

**Conclusions:** there is, *in vitro*, a reduction of the enamel's bond strength, after the application of bleaching gels.

**Keywords:** bleached enamel; adhesion; bond strength, carbamide peroxide; hydrogen peroxide.

## ÍNDICE GERAL

I.	INTRODUÇÃO	13
1.	Esmalte	13
1.1.	Composição química	13
1.2.	Histologia do esmalte	13
1.3.	Propriedades físicas	14
1.3.1.	Permeabilidade	15
2.	Branqueamento dentário	16
2.1.	Etiologia da cor	16
2.2.	Pigmentação dentária	17
2.2.1.	Pigmentação intrínseca	17
2.2.2.	Pigmentação extrínseca	18
2.3.	Mecanismo de ação do branqueamento	19
2.4.	Exame inicial	21
2.5.	Técnicas de branqueamento dentário	21
2.5.1.	Branqueamento de dentes vitais	22
2.5.1.1.	Branqueamento em consultório	22
2.5.1.2.	Branqueamento em ambulatório	23
2.5.1.3.	Branqueamento combinado	24
2.5.1.4.	Branqueamento com produtos de venda livre	24
2.5.2.	Branqueamento de dentes não vitais	25
2.5.2.1.	Técnica <i>walking bleach</i>	25
2.6.	Indicações	25
2.7.	Contraindicações	26
2.8.	Fatores que influenciam o branqueamento	26
2.8.1.	Tipo de branqueamento	26
2.8.2.	Concentração do gel e tempo de aplicação	27
2.8.3.	Calor e luz	27
2.8.4.	Outros fatores	27
2.9.	Efeitos secundários e adversos	27
2.9.1.	Irritação dos tecidos da cavidade oral	28
2.9.2.	Irritação dos tecidos gastrointestinais	29
2.9.3.	Sensibilidade dentária	29

2.9.4. Efeitos do branqueamento nos materiais restauradores.....	30
2.9.5. Efeitos no esmalte e dentina.....	30
2.10. Toxicidade.....	31
2.11. Segurança.....	32
2.12. Efeitos do branqueamento na adesão ao esmalte.....	33
3. Conceitos de adesão.....	34
3.1. Tipos de sistemas adesivos.....	35
3.1.1. Adesivos etch and rinse.....	35
3.2. Adesão ao esmalte.....	36
4. Testes de resistência adesiva.....	37
4.1. Norma ISSO/TS 11405.....	37
4.2. Testes de microtração.....	38
<b>II. OBJETIVOS.....</b>	<b>39</b>
<b>III. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>40</b>
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>51</b>
1. Análise estatística.....	54
<b>V. DISCUSSÃO.....</b>	<b>56</b>
<b>VI. CONCLUSÕES.....</b>	<b>62</b>
<b>VII. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>63</b>
<b>VIII. ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Composição química, fabricante, lote e data de validade do gel de placebo, do Perfect Bleach Office + (Voco), do Norblanc Office Automix (Normon), do Norblanc Home (Normon), do Perfect Bleach (Voco), do ácido ortofosfórico (3M ESPE), do sistema adesivo OptiBond™ FL (Kerr) e da resina composta Gradio®So (Voco).....	41
Tabela 2 – instruções de utilização do Perfect Bleach Office + (Voco), do Norblanc Office Automix (Normon), do Norblanc Home (Normon), do Perfect Bleach (Voco).....	42
Tabela 3 - instruções de utilização do ácido ortofosfórico (EM ESPE), do sistema adesivo OptiBond™ FL (Kerr) e da resina composta Gradio®So (Voco).....	43
Tabela 4 - Registo da média e desvio padrão e número de palitos de cada grupo.....	51

## ÍNDICE FIGURAS

Fig. 1 - Esquema geral da formação e decomposição do peróxido de hidrogénio	20
Fig. 2 – Gel placebo	44
Fig. 3 - Gel de peróxido de hidrogénio a 35% <i>Perfect Bleach Office</i> + (Voco)	45
Fig. 4 - Gel de peróxido de hidrogénio a 37,5% <i>Norblanc Office Automix</i> (Normon)	45
Fig. 5 - Gel de peróxido de carbamida a 16% <i>Norblanc Home</i> (Normon)	45
Fig. 6 - Gel de peróxido de carbamida a 16% <i>Perfect Bleach</i> (Voco)	46
Fig. 7 – Aplicação do gel de branqueamento nas faces de esmalte	46
Fig. 8 – Sistema adesivo etch-and-rinse de três passos <i>OptiBond™ FL</i> (Kerr)	47
Fig. 9 – Resina composta <i>Gradio® So</i> (Voco) cor A3	48
Fig. 10 - Micrótopo de tecidos duros <i>Accutom-50</i> (Struers)	48
Fig. 11 – Fragmentos restaurados colados com cera colante ( <i>Sticky Wax</i> , <i>Kemdent®</i> , <i>Wiltshire</i> , Inglaterra) no dispositivo de fixação, após ser cortado nos sentidos x e y	49
Fig. 12 – Palitos de esmalte e resina	49
Fig. 13 – Palito colado no <i>jig</i> para ser submetido ao teste de microtração	49
Fig. 14 – Gráfico representativo da média e desvio padrão de cada grupo	51
Fig. 15 - Gráfico da percentagem do tipo de fraturas ocorridas no grupo 1	52
Fig. 16 - Gráfico da percentagem do tipo de fraturas ocorridas no grupo 2	52
Fig. 17 - Gráfico da percentagem do tipo de fraturas ocorridas no grupo 3	53

Fig. 18 - Gráfico da percentagem do tipo de fraturas ocorridas no grupo 4.....53

Fig. 19 - Gráfico da percentagem do tipo de fraturas ocorridas no grupo 5.....54

Fig. 20 - Gráfico das forças de resistência à tração (MPa) encontradas por grupo..55

## **Lista de Siglas**

ISCSEM Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz

## I. INTRODUÇÃO

### 1. Esmalte

O esmalte é o tecido mais mineralizado do corpo humano (Bartlett *et al.*, 1999; Margolis *et al.*, 2006; Xie *et al.*, 2009; Tanaka *et al.*, 2010).

#### 1.1. Composição química

O esmalte é constituído aproximadamente por 97% de matéria inorgânica, essencialmente hidroxiapatite, que é um fosfato de cálcio cristalino que também se encontra no osso, dentina e cimento (Avery *et al.*, 2007), 1% de matéria orgânica, maioritariamente material proteico e, 2% de água (Guidoni *et al.*, 2008). Outros iões como o estrôncio, magnésio, chumbo e fluoreto, se presentes durante a síntese do esmalte, podem ser incorporados ou adsorvidos pelos cristais (Junqueira *et al.*, 2004).

Geralmente os cristais de hidroxiapatite nos tecidos duros não tem uma estrutura perfeita, pois, mostram consideráveis variações na sua composição, embora a sua fórmula básica seja  $Ca_6(PO_4)_6OH_2$ . Outros iões são também associados à hidroxiapatite, sendo eles, o carbonato, citrato, sódio, magnésio, potássio, cloreto e quantidades variáveis de flúor, entre outros (Katchburian *et al.*, 2004).

A matriz orgânica apresenta elevado conteúdo proteico, sendo as proteínas mais relevantes as amelogeninas, as enamelinas, as ameloblastinas, a tuftelina e a parvalbumina. Relativamente à água, a percentagem deste constituinte vai diminuindo com a idade (Ferraris *et al.*, 2006).

#### 1.2 Histologia do esmalte

A estrutura histológica do esmalte está constituída pela denominada unidade estrutural básica, o prisma de esmalte. Este tem a forma de uma barra ou coluna. Esta unidade é composta por cristais de hidroxiapatite. As zonas periféricas destas barras, chamadas regiões interprismáticas, completam a estrutura cristalina do esmalte. Os

prismas são colunas mais ou menos cilíndricas que se estendem desde a estreita camada do esmalte aprismático, que foi depositada no início da amelogénese. Os cristais de hidroxiapatite densamente empacotados dispõem-se seguindo o longo eixo do prisma. Do centro para a periferia do prisma, a orientação dos cristais muda, mostrando uma inclinação progressiva (Katchburian *et al.*, 2004).

Tal como outros tecidos calcificados, o esmalte tem uma estrutura hierárquica própria, desempenhando um papel importante nas suas propriedades mecânicas. Ao nível da estrutura cristalina, os cristais de hidroxiapatite são retangulares quando seccionados longitudinalmente com uma largura média de 68 nm e uma espessura média de 26 nm. A nível prismático, nível hierárquico seguinte, os prismas estão compactados num padrão típico de fechadura com um diâmetro de 5 µm, envolvidos numa bainha proteica que não excede 1 µm de espessura. Além disso, os cristais na região central da unidade prismática são paralelos ao eixo do prisma. Na base do prisma, os cristais divergem do eixo entre 15° a 45° em direção cervical. Perto do limite do prisma, os cristais têm uma angulação de cerca de 60° relativamente ao eixo longitudinal do prisma. A matriz proteica, incluindo o colagénio, tem como função aglutinar os cristais entre si mantendo a sua estrutura hierárquica (He *et al.*, 2007).

### **1.3 Propriedades físicas**

As propriedades físicas do esmalte têm sido estudadas durante muitas décadas. Está descrito na literatura o comportamento mecânico deste tecido, a sua dureza, módulo de elasticidade e resistência à fratura (Park *et al.*, 2008). A dureza representa a resistência de um material à deformação plástica tipicamente medida sob uma carga de penetração (Anusavice, 2005).

De acordo com estudos publicados, a dureza do esmalte varia, aproximadamente, entre 3 a 5 Gpa (Park *et al.*, 2008). O módulo de elasticidade (modulo de Young ou modulo elástico) descreve a rigidez relativa de um material, medida pela inclinação da porção reta da região elástica do diagrama tensão-deformação. Ou seja, é a razão entre a tensão elástica e a deformação elástica (Anusavice, 2005). Para esta propriedade observam-se valores que variam entre 70 a 100 GPa (Park *et al.*, 2008).

O teste de indentação tem sido utilizado para medir esta propriedade e os valores variam entre 0,6 a 1,5  $MPa.m^{1/2}$ . O teste de indentação providencia uma alternativa aos métodos convencionais já existentes para estudar estas grandezas. Tem sido especialmente útil quando o tamanho da amostra a estudar é muito limitado (Xu *et al.*, 1998). A sensibilidade desta técnica permite realizar teste nanomecânicos, incluindo microdureza e módulo elástico do esmalte (Ge *et al.*, 2005).

A resistência à fratura é descrita como a capacidade de um material de absorver energia elástica e se deformar plasticamente antes da fratura, sendo feita a medição como a área total sob a curva de tensão *versus* deformação, obtida num ensaio de tração (Anusavice, 2005).

Estas propriedades estão intimamente relacionadas com o carácter anisotrópico do esmalte, a matriz orgânica interprismática, as variações espaciais da organização do esmalte e o seu conteúdo em matéria inorgânica (Park *et al.*, 2008).

### **1.3.1 Permeabilidade**

A permeabilidade do esmalte é uma característica de importância clínica. A passagem de líquidos, bactérias e produtos bacterianos através do esmalte é uma consideração importante no tratamento clínico. Esta característica deve-se a vários fatores, no entanto, este intercâmbio de substâncias só é possível devido à microporosidade que o esmalte apresenta (Avery *et al.*, 2007).

O esmalte pode atuar como uma membrana semipermeável permitindo a difusão de água e de alguns iões presentes no meio oral. Alguns autores defendem que os iões flúor substituem os iões hidroxilo do cristal de apatite tornando-o menos solúvel aos ácidos e, conseqüentemente, mais resistente à cárie. Outras investigações apontam que o esmalte dispõe de uma propriedade de captação contínua de certos iões ou moléculas presentes na saliva. Isto só ocorre numa espessura limitada de superfície, mecanismo conhecido como remineralização (Ferraris *et al.*, 2006).

## **2. Branqueamento dentário**

Com a crescente valorização da estética dentária, o sorriso passou a desempenhar um papel determinante nas relações interpessoais da sociedade atual. Uma vez que as principais causas de insatisfação dos doentes com o seu sorriso é a pigmentação dentária, (Suliman, 2008; Li *et al.*, 2011) o branqueamento dentário tornou-se num dos tratamentos mais procurados na área da dentisteria estética (Spalding *et al.*, 2003), uma vez que é considerado o procedimento mais conservador para tratar de situações de pigmentação dentária (Braun *et al.*, 2007; Cardoso *et al.*, 2010) do que o recurso ao branqueamento por microabrasão, ou do que facetas ou outros procedimentos restauradores como o recurso a restaurações diretas de resina composta (Spalding *et al.*, 2003).

O branqueamento dentário é um procedimento que existe na medicina dentária descrito na literatura há mais de cem anos. A primeira técnica de branqueamento foi descrita em 1864 tendo sido utilizada para efetuar o branqueamento de peças dentárias não vitais. Desde então têm sido utilizados diversos produtos como o hipoclorito de sódio, o perborato de sódio, ácido oxálico, dióxido de enxofre e, mais tarde o peróxido de hidrogénio e o peróxido de carbamida (Dahl *et al.*, 2003).

Os atuais procedimentos de branqueamento utilizam o peróxido de hidrogénio como agente ativo, este pode ser obtido através de uma reação química do perborato de sódio ou do peróxido de carbamida, ou pode ser aplicado no seu estado considerado puro (Dahl *et al.*, 2003). O peróxido de carbamida tem sido utilizado como agente branqueador desde 1989 (Perdigão *et al.*, 2004).

### **2.1 Etiologia da cor**

A cor dos dentes tem sido considerada uma característica com grande impacto na estética facial, influenciando o bem-estar social e pessoal assim como aumentando a autoestima dos doentes, o que torna a insatisfação com a coloração dentária uma das principais causas da procura do Médico Dentista (Meireles *et al.*, 2008).

A cor dos dentes é determinada primeiramente pela dentina mas é influenciada pela cor, translucidez e de vários graus de calcificação do esmalte, assim como, da sua

espessura. Os dentes apresentam uma graduação de cor, sendo mais escuros no terço cervical e mais claros no terço incisal/oclusal. Normalmente os caninos são dentes naturalmente mais escuros do que os incisivos centrais e laterais, os dentes jovens são mais claros e vão se tornando cada vez mais escuros com o envelhecimento (Sulieman, 2008).

## **2.2 Pigmentação dentária**

A aparência dos dentes depende das suas propriedades de absorção e reflexão da luz e é influenciada por todas as estruturas que formam o dente, incluindo o esmalte, dentina e polpa. Qualquer alteração numa destas estruturas dá origem a pigmentação ou descoloração dentária, estas pigmentações presentes nos tecidos dentários podem ser de origem extrínseca, relacionadas com a formação e deposição de pigmentos na superfície dentária que podem penetrar no dente, ou de origem intrínseca, estando normalmente associadas a alterações do órgão pulpar (Sulieman, 2008).

As causas da pigmentação dentária variam assim como a sua resposta aos diversos tipos de tratamento com que é possível removê-las das estruturas dentárias. Deste modo, é fundamental que o médico dentista, através de uma história clínica aprofundada, consiga diagnosticar a origem da pigmentação existente para assim determinar qual a abordagem terapêutica mais adequada (Sulieman, 2008).

### **2.2.1 Pigmentação intrínseca**

Resulta de uma alteração na composição estrutural ou na espessura dos tecidos duros dentinários, durante a formação dentária.

Este tipo de pigmentação pode ainda ser subdividido em diversas categorias:

- Origem metabólica: quando resultam de distúrbios metabólicos. Por exemplo: alcaptonúria (doença que afeta o metabolismo da tirosina); porfiria eritropoiética congénita; hiperbilirrubinémia congénita.

- Origem hereditária: amelogenese imperfeita (quanto maior for a hipomineralização do esmalte, mais escuro é o dente,); dentinogenese imperfeita.
- Origem iatrogênica: pigmentação por tetraciclina, por minociclina e por fluorose.
- Origem traumática: produtos pulparem hemorrágicos resultantes de trauma; hipoplasia do esmalte; hipercalcificação do esmalte.
- Origem idiopática: hipomineralização molar incisiva.
- Originada pelo envelhecimento: o escurecimento natural dos dentes com o envelhecimento e a alteração das suas propriedades de transmissão de luz resultam da combinação de vários fatores que atuam sobre o esmalte e a dentina. O esmalte sofre desgaste e mudanças de textura e ocorre deposição de dentina secundária e terciária, favorecendo o escurecimento (Sulieman, 2008).

### **2.2.2 Pigmentação extrínseca**

A pigmentação extrínseca pode ser dividida em pigmentação direta e pigmentação indireta (Sulieman, 2008).

A pigmentação direta é causada por pigmentos provenientes da dieta como o chá e o café que são incorporados na película, pigmentando a superfície dentária. O tabaco, fármacos, especiarias, vegetais e vinho tinto são também responsáveis pela pigmentação direta (Sulieman, 2008).

A pigmentação indireta está associada a anti sépticos catiónicos e a sais metálicos (Sulieman, 2008).

Os sais metálicos polivalentes são conhecidos por estarem associados a pigmentação extrínseca, como a pigmentação negra presente em pessoas que ingerem suplementos de ferro ou em trabalhadores de minas expostos a estes sais metálicos. Outros exemplos de pigmentações incluem a pigmentação verde resultante do uso de colutórios que contenham sais de cobre, ou ainda, a pigmentação de cor negra ou violeta

associada aos colutórios que têm como constituinte o permanganato de potássio na sua formulação química (Sulieman, 2008).

Os anti sépticos catiónicos, tais como a clorhexidina, hexetidina, cloreto de cetilpiridino e outros, são também causas de pigmentação após serem utilizados por um período de tempo prolongado. Temos como exemplo a clorhexidina, que é um produto muito prescrito na prática clínica, que provoca uma pigmentação acastanhada após 7 a 10 dias de uso (Sulieman et al., 2008).

### **2.3 Mecanismo de ação do branqueamento**

Os pigmentos existentes no interior das estruturas dentárias são designados de cromóforos, são compostos orgânicos que apresentam cadeias moleculares longas que possuem ligações simples ou duplas e que, muitas vezes têm na sua constituição anéis de carbono ou fenólicos e heteroátomos. O branqueamento consiste na descoloração de um cromóforo através de um processo de oxidação dos compostos químicos presentes nas cadeias longas, clivando-as em cadeias menores (Joiner, 2006).

O peróxido de hidrogénio atua como um potente agente oxidante porque quando se dissocia, dá origem a radicais livres, moléculas de oxigénio reativas e iões peróxido de hidrogénio. Os radicais de oxigénio reativos devido ao seu baixo peso molecular e à permeabilidade dos tecidos dentários, penetram no dente e atuam sobre os cromóforos, branqueando os dentes. Quando submetido a condições alcalinas, o peróxido de hidrogénio normalmente segue a via do anião perhidroxil ( $\text{HO}_2^-$ ). Outras condições podem originar a formação de radicais livres através da clivagem das ligações O-H ou O-O originando  $\text{H} + \text{OOH}$  e  $2\text{OH}$  (radical hidroxil), respetivamente (Fig. 1). Quando submetido a luz ou laser, as reações fotoquimicamente ativadas levam a um aumento da formação de radicais hidroxil. Segundo a literatura disponível, os dentes são branqueados pelos peróxidos de hidrogénio e carbamida, pela difusão inicial destes compostos através do esmalte até a dentina. O peróxido de hidrogénio à medida que se difunde no esmalte produz radicais livres instáveis (Kihn, 2007).

Estes radicais atacam as moléculas cromóforas transformando-as em moléculas de tamanho menor, menos pigmentadas e mais difusas (Dahl *et al.*, 2003). Estas

moléculas mais pequenas refletem menos luz, criando um “efeito de branqueamento” (Kihn, 2007). O peróxido de carbamida também origina ureia que teoricamente se decompõe em dióxido de carbono e amónia. O pH elevado da amónia facilita o processo de branqueamento (Dahl *et al*, 2003).

A capacidade de difusão do peróxido de hidrogénio e, conseqüentemente, do resultado do branqueamento dependem de diversos fatores como o grau de permeabilidade dos tecidos dentários, a área de superfície exposta ao agente branqueador, a espessura do tecido dentário, a concentração do produto de branqueamento, o tempo de aplicação e o número de vezes que é aplicado (Dahl *et al.*, 2003).

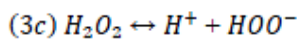
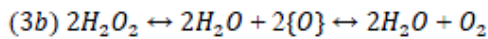
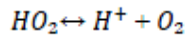
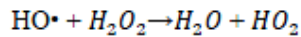
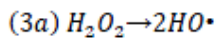
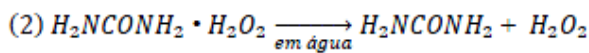
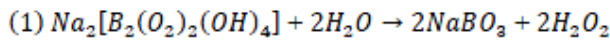


Fig.ura 1 - Esquema geral da formação e decomposição do peróxido de hidrogénio. Esquema que demonstra a formação do peróxido de hidrogénio a partir do perborato de sódio (Eq. 1) e a partir do peróxido de carbamida (Eq. 2). O peróxido de hidrogénio forma radicais livres como o hidroxil e perhidroxil e aniões superóxido (Eq. 3a), moléculas de oxigénio reativas que são instáveis e transformam-se em oxigénio (Eq. 3b) e aniões peróxido de hidrogénio (Eq. 3c), adaptado de Dahl *et al*, 2003.

## **2.4 Exame inicial**

Assim como em qualquer tratamento dentário, é essencial que o médico dentista realize uma história clínica detalhada sobre a saúde geral do doente (Haywood, 2006).

Durante o exame intraoral o médico dentista tem de verificar a presença de recessões gengivais, de lesões cervicais não cariosas, de fraturas dentárias com exposição de dentina, de lesões periapicais e de lesões de cárie e restaurações infiltradas. Caso exista alguma condição que tenha sido referida anteriormente, então deve-se proceder à sua resolução antes de iniciar o branqueamento dentário (Suliman, 2008).

Após um exame clínico detalhado, o passo seguinte consiste na recolha de cor dos dentes e o seu registo no diário clínico do doente. A recolha da cor deve ser efetuada com o recurso a uma escala de cores, e tem de ser complementada com fotografias intraorais para que o doente consiga avaliar os resultados depois de realizar o branqueamento (Soares *et al.*, 2008).

## **2.5 Técnicas de branqueamento dentário**

As diversas técnicas de branqueamento dentário podem ser classificadas e divididas consoante a vitalidade dos dentes, assim, existe o branqueamento externo utilizado para dentes vitais, e o branqueamento interno para dentes que sofreram tratamento endodôntico (Carballero *et al.*, 2006).

Os agentes de branqueamento mais aplicados são o peróxido de hidrogénio e o peróxido de carbamida, no entanto, as concentrações utilizadas, o tempo e o modo de aplicação variam de acordo com a técnica escolhida (Carballero *et al.*, 2006; Meireles *et al.*, 2012; Batista *et al.*, 2013).

### **2.5.1 Branqueamento de dentes vitais**

Existem quatro formas diferentes de abordagem terapêutica para proceder ao branqueamento de dentes vitais: branqueamento em consultório (*in-office* ou *power bleaching*), branqueamento em ambulatório (*night-guard bleaching*), o branqueamento combinado e ainda o branqueamento recorrendo ao uso de produtos de venda livre (Kihn, 2007). Nestas técnicas o material de branqueamento é sempre colocado na superfície externa do esmalte (Sarret, 2002).

#### **2.5.1.1 Branqueamento em consultório**

Esta técnica é realizada durante a consulta pelo médico dentista, utilizando agentes branqueadores de peróxido de hidrogénio com concentrações entre os 15 e os 38%, tornando obrigatório o uso de uma barreira protetora para evitar o contacto do agente com os tecidos gengivais. As aplicações por consulta duram cerca de 30 a 45 minutos (Roberson *et al.*, 2002).

Apresenta como vantagens a alteração de cor logo após primeira sessão, a maior eficácia no tratamento de pigmentações amareladas e acastanhadas (Thickett *et al.*, 2009), o maior controlo da técnica uma vez que não depende da colaboração do doente e o médico consegue ter um maior controlo dos locais de aplicação, com especial atenção para as zonas de retração gengival, onde pode ocorrer maior sensibilidade (Soares *et al.*, 2008).

Tem como desvantagens principais os elevados custos do tratamento, o tempo de consulta (Kihn, 2007) e também o facto de provocar maior sensibilidade do que a técnica em ambulatório, uma vez que o peróxido de hidrogénio com concentrações muito elevadas atinge a polpa com maior facilidade que o peróxido de carbamida (Soares *et al.*, 2008).

### 2.5.1.2 Branqueamento em ambulatório

Esta modalidade de branqueamento foi teve início com Haywood e Heyman em 1989, e desde essa altura, tem sofrido algumas alterações ao longo do tempo. No princípio, esta técnica consistia na aplicação de um gel de peróxido de carbamida a 10% em moldeiras personalizadas por um período de 8 horas durante a noite, ao longo de duas a seis semanas (Haywood *et al.*, 1989). No entanto, surgiram produtos com percentagens mais elevadas que podem ser aplicadas, com o objetivo de acelerar o branqueamento (Lima *et al.*, 2009), uma vez que, o aumento da concentração de peróxido de carbamida leva a um branqueamento mais rápido em períodos de aplicação iguais (Mokhlis *et al.*, 2000; Matis *et al.*, 2002).

A duração do tratamento varia de doente para doente, podendo ir de duas a seis semanas (Haywood, 2000). Em casos de pigmentações mais severas, como acontece na pigmentação das tetraciclinas, o tempo de tratamento poderá ser prolongado para 3 a 6 meses de forma a garantir melhores resultados (Haywood *et al.*, 1997; Haywood, 2000).

Este é considerado o tipo de branqueamento mais realizado (Medeiros *et al.*, 2012) e este facto deve-se às suas vantagens tais como, o baixo custo (Kihn, 2007), a baixa incidência de efeitos secundários, a facilidade da técnica, à rápida obtenção dos resultados pretendidos e ao menor tempo de consulta que exige (Batista *et al.*, 2013).

Apesar da sua baixa incidência os efeitos secundários incluem a irritação da gengiva e dos tecidos moles orais e a sensibilidade dentária (Meireles *et al.*, 2008).

Como desvantagens apresenta a necessidade de cooperação do doente (Kihn, 2007), o uso inadequado ou excessivo de agente branqueador (Batista *et al.*, 2013).

Nesta modalidade o doente necessita de realizar impressões das arcadas superior e inferior para se obterem os modelos em gesso. Estes modelos são colocados numa máquina de vácuo para se proceder à confecção das moldeiras, onde irá ser colocado o material de branqueamento (Meireles *et al.*, 2008).

De seguida, as moldeiras são cortadas seguindo o festoneado da margem gengival, ou com um corte reto acima da margem gengival. O corte festoneado tem como vantagem impedir o contacto do produto com a gengiva, reduzindo a irritação

sobre os tecidos, no entanto um corte reto torna mais fácil a retenção do material na moldeira (Haywood, 2000).

### **2.5.1.3 Branqueamento combinado**

Esta opção conjuga o branqueamento em consultório com o branqueamento em ambulatorio. Consiste em realizar uma ou duas sessões de branqueamento em consultório, complementando com o branqueamento em ambulatorio por mais uma semana. Comparado com o branqueamento realizado em consultório, requer menos consultas e um custo menor para o doente (Kihn, 2007).

### **2.5.1.4 Branqueamento com produtos de venda livre**

São considerados produtos de venda livre os produtos de branqueamento como géis, colutórios, dentífricos, tiras ou vernizes que se encontram à venda em farmácias, supermercados ou na internet (Demarco *et al.*, 2009). Estes produtos contêm baixas concentrações de peróxido de carbamida e de peróxido de hidrogénio (Sarret, 2002) e surgiram no princípio do presente século nos Estados Unidos da América, como uma opção mais económica comparativamente às técnicas convencionais (Demarco *et al.*, 2009).

Apesar da vantagem relativamente ao custo que apresentam, o doente não é examinado por um médico dentista antes de iniciar o branqueamento, nem é efetuado um diagnóstico para que seja determinada a causa da pigmentação (Haywood, 2006), além disso, os resultados atingidos podem não ser tão bons como os conseguidos nas outras técnicas convencionais (Demarco, *et al.*, 2009).

No entanto, ainda há poucos ensaios clínicos sobre a segurança e eficácia destes materiais de branqueamento, sendo importante a realização de mais estudos a longo prazo (Demarco *et al.*, 2009).

### **2.5.2 Branqueamento de dentes não vitais**

É uma técnica de branqueamento aplicada em dentes tratados endodonticamente, em que o agente de branqueamento é colocado internamente na câmara pulpar (Sarret, 2002), podendo ser designado de branqueamento intracoronal ou interno. É fundamental a execução de um exame clínico intraoral e um diagnóstico preciso, uma vez que este método só deve ser realizado caso os tecidos circundantes estejam saudáveis periodontalmente e o tratamento endodôntico corretamente efetuado de forma a evitar o extravasamento do agente de branqueador para os tecidos periaicais (Dahl *et al.*, 2003).

O método mais usado para o tratamento de dentes não vitais é a técnica *walking bleach*.

#### **2.5.2.1 Técnica *walking bleach***

Nesta técnica estão descritos em artigos como substâncias branqueadoras o peróxido de hidrogénio e o perborato de sódio e água. Estes materiais são colocados na câmara durante 3 a 7 dias, e vão sendo substituídos regularmente até se atingir a cor pretendida (Dahl *et al.*, 2003). Este tratamento envolve 5 fases: 1) preparação da câmara pulpar; 2) selamento apical; 3) aplicação do agente de branqueamento; 4) restauração provisória; 5) restauração definitiva e follow-up radiográfico (Plotino *et al.*, 2008).

### **2.6 Indicações**

A principal indicação para se proceder a um branqueamento dentário é a insatisfação do doente relativamente à cor dos seus dentes (Summitt *et al.*, 2001). Assim sendo, o branqueamento dentário está indicado em casos de pigmentação generalizada, pigmentações causadas por hábitos dietéticos como o chá ou o café, por hábitos tabágicos, traumatismos pulpares, tetraciclina, fluorose, tratamentos pré ou pós-restauradores, e ainda em situações de pigmentações originadas pelo envelhecimento (Haywood, 2000; Sulieman, 2008).

Relativamente aos casos de pigmentação por tetraciclinas o prognóstico geralmente é favorável, podendo variar de acordo com a localização e a cor da pigmentação (Haywood, 2000). Situações de pigmentação por tetraciclinas moderada a severa, podem ser tratadas com aplicação de peróxido de carbamida a 10% em ambulatório por um período de seis meses com resultados satisfatórios (Haywood *et al.*, 1997). Em condições mais graves, pode ser preciso recorrer a procedimentos restauradores como a reabilitação com facetas em cerâmica (Sarrett, 2002; Sulieman, 2008).

Em caso de fluorose, o branqueamento dentário deve ser associado à técnica de microabrasão (Haywood, 2006; Sulieman, 2008).

## **2.7 Contraindicações**

O branqueamento dentário tem como contraindicações os doentes com expectativas muito elevadas, presença de lesões de cárie e lesões peri-apicais, gravidez, presença de coroas ou restaurações extensas na linha do sorriso, sensibilidade dentária, fraturas e dentina exposta, e doentes idosos com recessões e exposição radicular. No entanto a presença de coroas ou restaurações extensas na linha do sorriso não são consideradas como contraindicações absolutas uma vez que se pode proceder à sua substituição caso o doente o deseje. No caso de presença de lesões de cárie e lesões periapicais é primeiro necessário efetuar os tratamentos para sua resolução e só depois realizar o branqueamento dentário (Sulieman, 2008).

## **2.8 Fatores que influenciam o branqueamento**

### **2.8.1 Tipo de branqueamento**

De acordo com alguns estudos, a eficácia dos produtos que contêm peróxido de hidrogénio é aproximadamente igual quando comparada com os que contêm peróxido de carbamida com uma concentração equivalente ou semelhante ao peróxido de hidrogénio (Joiner, 2006).

### **2.8.2 Concentração do gel e tempo de aplicação**

A concentração e o tempo são fatores que influenciam diretamente o resultado e a eficácia do tratamento dentário. Verificou-se que quanto maior a concentração, menor o número de aplicações necessárias para atingir um branqueamento uniforme. No entanto, constatou-se também que a eficácia dos géis com menores concentrações de agente de branqueamento é semelhante à eficácia dos que apresentam maiores concentrações, quando o período de tratamento é aumentado (Joiner, 2006).

### **2.8.3 Calor e luz**

A taxa de reações químicas pode ser aumentada através de um aumento de temperatura, onde uma subida de 10°C pode duplicar o número de reações químicas. Porém, um aumento de temperatura pode desencadear danos irreversíveis na polpa dentária. Uma fonte de luz pode ativar o peróxido de hidrogénio e acelerar as reações químicas redox do branqueamento (Joiner 2006).

### **2.8.4 Outros fatores**

O tipo de coloração e a cor inicial dos dentes desempenham um papel fundamental no resultado final do branqueamento (Joiner, 2006).

## **2.9 Efeitos secundários e efeitos adversos**

Os agentes branqueadores podem causar efeitos adversos podendo ser estes locais ou sistémicos (toxicidade por radicais livres). Os locais afetam os tecidos duros e tecidos moles da cavidade oral. Neste grupo está presente a sensibilidade dentária, a interação com os mecanismos de adesão dentária, o risco de reabsorção radicular externa, a alteração nos materiais restauradores, a solubilidade do material dentário (Plotino *et al.*, 2008).

Os efeitos secundários mais frequentes são a irritação gengival e da mucosa oral, a sensibilidade dentária e irritação dos tecidos gastrointestinais (Kihn, 2007).

### **2.9.1 Irritação dos tecidos da cavidade oral**

Na maioria dos casos a irritação gengival ou da mucosa oral deve-se ao uso de uma moldeira mal adaptada, uso deficiente, aplicação de material branqueador em excesso ou ainda, uso prolongado do mesmo. Esta irritação dos tecidos moles é normalmente suave a moderada e transitória ficando resolvida pouco tempo depois do término do tratamento (Kihn, 2007).

### **2.9.2 Irritação dos tecidos gastrointestinais**

A irritação dos tecidos gástricos ocorrer devido à ingestão do gel branqueador e implica uma correção na adaptação da moldeira e redução do tempo de aplicação do gel branqueador (Kihn, 2007).

### **2.9.3 Sensibilidade dentária**

A sensibilidade dentária é o efeito secundário mais comum. Alguns dos produtos resultantes das reações do branqueamento dentário penetram nos túbulos dentinários alcançando a polpa dentária e, conseqüentemente, causam pulpíte reversível. O elemento base dos géis de branqueamento é a glicerina; esta absorve água causando desidratação durante o tratamento. Esta desidratação origina também sensibilidade dentária. Os casos referidos de sensibilidade são geralmente suaves a moderados e transitórios, ocorrem normalmente no início do tratamento e tendem a diminuir com a continuação do mesmo, cessando pouco tempo depois do término do branqueamento (Kihn, 2007).

O tratamento da sensibilidade pode ser considerado passivo ou ativo. O tratamento passivo é o primeiro a ser utilizado e inclui a redução no tempo e na

frequência de aplicação da moldeira ou até mesmo a interrupção temporária da mesma. Após a interrupção a sensibilidade costuma cessar. Embora este método tenha algum sucesso, os doentes e os médicos dentistas preferem utilizar procedimentos mais ativos (Haywood, 2005).

O tratamento ativo inclui a utilização de gel de flúor, de uma pasta de nitrato de potássio ou a combinação dos dois numa moldeira, durante 10 ou 30 minutos antes da utilização do agente de branqueamento e ainda a prescrição de um agente dessensibilizante após o tratamento (Kihn, 2007).

Um estudo recente demonstrou que a aplicação de nitrato de potássio na moldeira durante 10 a 30 minutos pode reduzir a sensibilidade dentária até 90%, permitindo a continuação normal do branqueamento (Haywood, 2005). Para além disso, a utilização de uma pasta com nitrato de potássio e flúor duas semanas antes e durante o branqueamento tem sido recomendado como terapia para o controlo da sensibilidade (Kihn, 2007).

Nos casos mais graves poderá ser utilizada a própria moldeira do branqueamento com nitrato de potássio intercalada com o gel de branqueamento durante o período activo do tratamento (Haywood, 2005).

O gel de flúor tem como mecanismo de ação primário possibilitar a oclusão dos túbulos dentinários ou aumentar a dureza do esmalte, impedindo a difusão dos materiais para a polpa. No entanto, as moléculas de peróxido de hidrogénio são tão pequenas que podem atravessar os espaços intersticiais entre os túbulos, não sendo o flúor particularmente benéfico no tratamento e manutenção da sensibilidade associada ao branqueamento. O nitrato de potássio já tem um mecanismo de ação completamente diferente do flúor. Este penetra no esmalte e na dentina, chegando até à polpa onde cria um efeito calmante ao nível das terminações nervosas ao afetar a transmissão dos impulsos nervosos. Assim, após a despolarização de um nervo, na resposta ao estímulo da dor, ele já não pode repolarizar, sendo a sua excitabilidade reduzida, ou seja, o nitrato de potássio funciona como um anestésico do nervo pulpar (Haywood, 2005).

Constatou-se que 70% dos dentes submetidos a branqueamento dentário apresentavam sensibilidade pós-operatória, particularmente no sextante anterior (Costa *et al.*, 2010).

#### **2.9.4 Efeitos nos materiais restauradores**

No que diz respeito ao efeito do branqueamento dentário nos materiais restauradores, a literatura tem revelado resultados contraditórios (Sulieman, 2008).

Sulieman (2008) verificou que os resultados vão desde nenhum efeito nos materiais, a alterações na dureza de superfície, na rugosidade e adesão dos materiais ao dente, a modificações na força de tração. No entanto, todos estes efeitos foram considerados como sendo clinicamente insignificantes.

Por outro lado, já foi reconhecida a capacidade do branqueamento influenciar negativamente a força de adesão de um material restaurador ao dente (Attin *et al.*, 2004).

#### **2.9.5 Efeitos no esmalte e dentina**

Os efeitos dos agentes branqueadores na estrutura dentária incluem alterações na microdureza, rugosidade e composição química da estrutura dentária.

Os efeitos do peróxido de hidrogénio e do peróxido de carbamida no esmalte e na dentina têm sido investigados em estudos *in vitro*, com concentrações variando entre 5,3% e 38% e 10% e 37%, respetivamente. Métodos e concentrações diferentes têm sido utilizados nesta pesquisa e como tal, os resultados encontrados na literatura são controversos (Joiner, 2007).

O peróxido de hidrogénio a 35% tem tendência a promover um aumento na densidade de uma superfície picotada dando ao esmalte um aspeto poroso (Spalding *et al.*, 2003).

A maior preocupação na indicação das técnicas de branqueamento é a possibilidade de desmineralização do esmalte dentário. Alguns géis de branqueamento possuem pH ácido, o que pode favorecer essa desmineralização, promovendo alterações na topografia, permeabilidade do esmalte e, conseqüentemente, maior sensibilidade dentária. A utilização de géis com pH neutro ou básico com reduzidos tempos de aplicação pode minimizar estes efeitos na estrutura dentária. As alterações observadas na superfície do esmalte e reportadas nos mais diversos estudos variam consoante os produtos utilizados, mas parecem estar intimamente relacionadas com o pH dos mesmos (Sulieman, 2008; Li, 2011).

Um estudo, que avaliou *in vitro* os efeitos de peróxido de carbamida a 10% e 16% no esmalte, demonstrou que houve redução da microdureza após o branqueamento, mais evidente com o peróxido de carbamida a 16%, mas sem diferenças estatisticamente significativas entre o peróxido de carbamida a 10% e 16%. A alteração detetada na microdureza foi, no entanto, considerada insignificante (Sunil *et al.*, 2012).

O mecanismo pelo qual os agentes de branqueamento afetam a dentina ainda é desconhecido. No entanto, estudos reportam que o peróxido de hidrogénio pode causar dissolução do material inorgânico, redução do rácio de cálcio-fósforo, redução dos componentes orgânicos da dentina pela oxidação de proteínas, desnaturaçãõ da dentina, e perda de conteúdo mineral na dentina radicular (Faraoni-Romano *et al.*, 2008; Carrasco-Guerisoli *et al.*, 2009).

## **2.10 Toxicidade**

O peróxido de hidrogénio é um metabolito normal das células e rapidamente se decompõe em água e oxigénio quando submetido à ação das catalases ou peroxidases. Desta forma, a presença destes sistemas enzimáticos controla eficazmente os níveis deste metabolito. O peróxido de hidrogénio tem-se revelado um agente mutagénico e genotóxico na maioria dos sistemas *in vitro*, que carecem de sistemas metabólicos (ex: enzimas antioxidantes). A adição de frações S9 do fígado, catalase ou superóxido dismutase eliminam ou diminuem radicalmente este tipo de resposta. Adicionalmente, o peróxido de hidrogénio não demonstra potencial mutagénico ou genotóxico *in vivo*,

destacando a importância destes sistemas enzimáticos. Estudos limitados em animais indicam que o peróxido de hidrogénio tem uma atividade promotora cancerígena muito fraca. Além do mais, a exposição a este metabolito através de um agente branqueador não aumenta o risco de cancro oral para aqueles que já se encontram em risco, como por exemplo, fumadores e alcoólatras (Mahony *et al.*, 2006).

## **2.11 Segurança**

O uso correto dos agentes branqueadores é de extrema importância para evitar possíveis riscos que possam advir do seu manuseamento. Desta forma, a *American Dental Association (ADA)*, em 1994, publicou *guidelines* que permitem a utilização destes materiais de uma forma segura (Li, 1996).

Segundo a literatura, existem algumas diretrizes que devem ser seguidas:

- 1) Produtos que contenham menos de 5% de peróxido de hidrogénio devem conter um aviso para evitar ingestão e contacto do produto com a pele ou superfícies mucosas;
- 2) Produtos de branqueamento dentário que apresentem na sua constituição peróxido de hidrogénio concentrado devem mencionar nas instruções o uso necessário de uma proteção para prevenir a exposição do material aos tecidos moles da cavidade oral;
- 3) O uso de produtos com peróxido de hidrogénio deve ser evitado em tecidos que apresentem lesões;
- 4) Para branqueamento dentário em ambulatorio são preferidas baixas concentrações do agente branqueador;
- 5) Para evitar o efeito sinérgico entre a possível capacidade promotora cancerígena do peróxido de hidrogénio e o agente cancerígeno do tabaco DMBA, os

doentes devem ser avisados para evitar hábitos tabágicos e etanólicos (Naik *et al.*, 2006).

### **2.12 Efeitos do branqueamento na adesão ao esmalte**

A capacidade do branqueamento influenciar negativamente a força de adesão de um material restaurador ao dente já foi comprovada (Attin *et al.*, 2004).

Um dos mecanismos prováveis de causar estas alterações é a inibição da adequada polimerização do material restaurador devido ao oxigénio residual libertado pelo peróxido de hidrogénio durante o mecanismo de branqueamento (Da Silva Machado *et al.*, 2007; Li, 2011).

Deste modo, caso seja necessário efetuar ou trocar uma restauração, deve-se aguardar um período de pelo menos 7 dias entre a utilização do gel de peróxido de hidrogénio e a realização do procedimento restaurador, tempo necessário para dissipação completa do oxigénio residual (Da Silva Machado *et al.*, 2007).

## **3. Conceitos de adesão**

De acordo com a Norma ISO/TS 11405 a adesão é definida com um estado em que duas superfícies são mantidas unidas por forças químicas, mecânicas ou ambas com o auxílio de um adesivo.

Segundo a Norma ISO/TS 11405 o adesivo é um material que é capaz de manter os materiais unidos. O adesivo é um material frequentemente apresentado sobre a forma de um fluido viscoso que junta dois substratos solidificando-se e transferindo energia de uma superfície para outra. (Perdigão *et al.*, 2002).

Pela mesma norma o substrato é definido como o material sobre o qual é espalhado o adesivo. Em dentisteria, o substrato é usualmente o esmalte ou a dentina e é sobre eles que será aplicado o adesivo (Perdigão, 2007).

Os adesivos utilizados irão promover uma substituição dos minerais removidos da superfície dentária por monómeros de resina promovendo uma adesão micromecânica (Swift *et al.*, 1995; De Munck *et al.*, 2005).

A união dos materiais à base de resina com as estruturas dentárias resulta de quatro possíveis mecanismos de adesão diferentes, sendo o quarto consequência de uma mistura dos três principais mecanismos de adesão:

Mecânica – Através da penetração de resina e da formação de “*resin tags*” na superfície do dente;

Adsorção – Ligação química aos componentes orgânicos (maioritariamente colagénio do tipo I) e inorgânicos (hidroxiapatite) da estrutura dentária;

Difusão – Precipitação de substâncias na superfície do dente aos quais os monómeros de resina são capazes de se ligar mecânica ou quimicamente.

Para que exista uma excelente adesão é necessário que ocorra um contacto íntimo entre o adesivo e o aderente. A tensão superficial do adesivo deverá ser mais baixa do que a energia de superfície do aderente (esmalte ou dentina) (Perdigão *et al.*, 2002).

As falhas inerentes ao mecanismo de adesão podem ser classificadas como coesivas se ocorrerem no aderente (esmalte, dentina ou resina composta), adesivas se a rutura surgiu na interface adesivo/aderente e ainda como mista quando associada à rutura na interface adesivo/aderente se encontra o aderente ou substrato (Akinmade *et al.*, 1993; Reis *et al.*, 2007).

A existência de uma adesão forte e estável do material restaurador ao esmalte e ou dentina irá funcionar como um dos fatores mais importantes no sucesso do tratamento restaurador. Protegerá significativamente a interface restauração/esmalte ou restauração/dentina contra a penetração de bactérias que ditariam o fracasso do tratamento e conseqüentemente o aparecimento de cáries secundárias (Perdigão *et al.*, 2002).

### 3.1 Tipos de sistemas adesivos

Atualmente são divididos em dois grupos, consoante a sua interação com a estrutura dentária e cada um é subdividido de acordo com o número de passos clínicos da sua aplicação. Deste modo podem ser agrupados em duas categorias: os adesivos *etch and rinse* e os adesivos *self-etch primer*. No primeiro grupo os adesivos apresentam sempre um ácido em frasco separado que, ao condicionar o dente, elimina completamente a camada de *smear layer*. Esse ácido é sempre removido do dente com água, ou seja, é lavado, e comumente chamado *etch and rinse*. No segundo grupo, encontram-se os adesivos autocondicionantes, *self-etch primer* ou *etch and dry* que são constituídos por um primer que tem ácido adicionado dando origem a monómeros acídicos que se encontram dissolvidos numa solução aquosa, que não necessitam de serem lavados, com a capacidade de penetrar na camada de *smear layer* (Van Meerbeek *et al.*, 2003).

#### 3.1.1 Adesivos *etch and rinse*

Os adesivos *etch and rinse* envolvem um passo clínico separado de condicionamento dentário com ácido ortofosfórico entre 35% a 40% (Nunes *et al.*, 2001; Breschi *et al.*, 2003; Van Meerbeek *et al.*, 2003). É baseado no conceito de Fusayama que consiste no condicionamento simultâneo do esmalte e dentina (Fusayama *et al.*, 1979), que não só remove completamente a *smear layer*, como também desmineraliza a superfície da dentina em cerca de 3-5  $\mu\text{m}$  de profundidade (Perdigão *et al.*, 1996). A profundidade de descalcificação é afetada pela viscosidade, concentração, pH e tempo de aplicação do ácido (Pashley, 1992; Perdigão *et al.*, 2001; Swift, 2002).

O mecanismo de adesão destes adesivos é baseado na difusão e depende da retenção micromecânica da solução com a rede de colagénio exposta pelo condicionamento ácido (Peumans *et al.*, 2005).

A infiltração dos monómeros dá origem a um tecido híbrido, constituído por colagénio, resina e hidroxiapatite residual. Foi descrito pela primeira vez por Nakabayashi *et al.* (1982), ao qual chamou de camada híbrida. Posteriormente, esta camada foi detalhadamente descrita através da sua observação por microscopia

eletrónica de transmissão (Van Meerbeek *et al.*, 1993). Esta camada contribui para a diminuição da sensibilidade pós-operatória, melhoramento do selamento marginal e atua como um tampão elástico que compensa o stress da contração de polimerização causada pela resina composta (Van Meerbeek *et al.*, 1993; Perdigão *et al.*, 1996).

Juntamente com a hibridação do colagénio, verificou-se a existência de prolongamentos do adesivo polimerizado para o interior dos túbulos dentinários (*resin tags*), selando a porção inicial da entrada do mesmo através da hibridação com a parede do orifício do túbulo, o que oferece uma retenção adicional, denominada segunda hibridação ou hibridação da parede do túbulo (Van Meerbeek *et al.*, 2001). Esta interpenetração sela hermeticamente o complexo pulpo-dentinário, protegendo-o da microinfiltração e da conseqüente entrada de micro-organismos, especialmente quando falha a adesão quer no fundo quer no topo da camada híbrida. Nestas situações, os *resin tags* fraturam normalmente na interface da camada híbrida, permitindo a exposição dos túbulos. Assim, pensa-se que o comprimento dos *resin tags* tem uma importância secundária na adesão (Van Meerbeek *et al.*, 2001). Van Meerbeek, descreveu também um terceiro tipo de interpenetração do adesivo com a parede lateral do túbulo, chamada de hibridação lateral do túbulo. No entanto, esta camada é extremamente delgada, não sendo fundamental para o processo de adesão (Van Meerbeek *et al.*, 2001).

Estes adesivos são subdivididos em adesivos *etch and rinse* de 3 passos e de 2 passos, consoante a aplicação do primer e da resina fluida é feita respetivamente em separado ou em combinação (Van Meerbeek *et al.*, 2001).

### **3.2 Adesão ao esmalte**

A adesão ao esmalte é, muito provavelmente, a melhor forma de adesão, usada há mais de 40 anos e mantém-se praticamente inalterada (Kanca, 1994). Desde 1955, altura em que Buonocore descreveu o esmalte condicionado como sendo um substrato essencial para a adesão (Buonocore, 1955), que o princípio fundamental da Medicina Dentária restauradora passou a ter como objetivo a restauração da estética e da função com custo biológico mínimo.

A aplicação de ácido no esmalte, ou condicionamento ácido do esmalte, tornou-se numa técnica muito importante para a nossa prática clínica diária. É usada em aplicação de selantes de fissuras, cimentação de *brackets* ortodônticos ou mesmo para promover a adesão de restaurações dentárias diretas ou indiretas (Buonocore, 1955; Van Meerbeek *et al.*, 1998).

O esmalte apresenta uma superfície lisa e brilhante, mas após a aplicação do ácido ortofosfórico transforma-se numa superfície finamente porosa e irregular, o que aumenta a sua energia de superfície, facilitando a adesão (Perdigão *et al.*, 2001; Van Meerbeek *et al.*, 2003). Este processo de desmineralização provoca no esmalte três padrões morfológicos diferentes, sendo o Tipo I o mais comum e que se caracteriza pela remoção do núcleo do prisma permanecendo a periferia destes intacta. No Tipo II, ocorre o inverso, a periferia do prisma é removida e o núcleo permanece inalterado e o tipo III que é o menos frequente, caracteriza-se por uma desmineralização irregular e indistinta (Gwinnet, 1971).

Após o condicionamento ácido do esmalte, a resina adesiva é aplicada, e os seus monómeros penetram nas microporosidades criadas, por difusão capilar, polimerizando entre si e formando pequenos prolongamentos, ou *microresin tags*, responsáveis pela adesão (Perdigão, 2002). Com este procedimento, as forças de adesão atingem facilmente valores na ordem dos 40 MPa (Van Meerbeek *et al.*, 2003), que garantem a retenção adequada das resinas compostas, a diminuição da microinfiltração e até mesmo, o reforço da estrutura dentária (Perdigão *et al.*, 1997).

#### **4. Testes de resistência adesiva**

##### **4.1 Norma ISO/TS 11405**

A norma ISO/TS 11405, 2003 vem substituir a antiga norma ISO 11405, 1994 que especifica a forma como devem ser realizados os testes de resistência de união, testes para mensurar fendas marginais em restaurações e ainda testes de micro e nanoinfiltração.

Aborda também que dentes reúnem as características ideais (Pré-molares e molares humanos dos 16 aos 40 anos e incisivos inferiores bovinos até 5 anos), quais as condições dos mesmos (sem cáries ou restaurações), qual o período de armazenamento a que podem estar sujeitos (até 6 meses após extração) e ainda a forma mais correta de armazenamento (limpar o dente com água após a extração, remover tecidos e sangue aderente, conservar em água destilada (4°C até -5°C) ou em cloramina trihidratada por um período máximo de uma semana).

#### **4.2 Testes de microtração**

Durante muito tempo o teste de eleição para estudar as forças de adesão dos sistemas adesivos foi o teste de resistência ao cisalhamento (*Shear Bond Strength Test*) contudo e embora este tipo de teste continue a ser realizado devido à sua fácil execução, nos dias de hoje o teste de microtração ( $\mu$ TBS) é considerado o mais válido para testar as forças de adesão e rapidamente se tornou dos mais utilizados para o estudo da resistência adesiva. (Andrade *et al.*, 2010; Scherrer *et al.*, 2010).

O teste de microtração permite uma distribuição do stress mais uniforme que o teste de resistência ao cisalhamento. Embora sendo o mais válido este teste apresenta algumas limitações, uma vez que os dentes preparados necessitam de ser reduzidos a “palitos”, sendo esta uma das etapas mais críticas da preparação dos mesmos. Cada palito testado permite determinar uma média e desvio padrão da força de adesão total (Gallusi *et al.*, 2009; Scherrer *et al.*, 2010).

## **II. OBJETIVOS**

Os objetivos do presente trabalho são:

- 1) Avaliar a resistência adesiva ao esmalte dos dentes submetidos ao gel de branqueamento;
- 2) Verificar se há diferenças significativas na resistência adesiva ao esmalte entre os géis com diferentes concentrações de peróxido de hidrogénio e peróxido de carbamida.

### Hipóteses de Estudo

Hipótese nula - Não existem diferenças na resistência adesiva por microtração, entre os dentes sujeitos aos géis de branqueamento e os não submetidos a branqueamento.

Hipótese Alternativa - Existem diferenças na resistência adesiva por microtração, entre os dentes sujeitos aos géis de branqueamento e os não submetidos a branqueamento.

### **III. MATERIAIS E MÉTODOS**

O presente projeto obteve aprovação pela Comissão de Ética do Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz (ISCSEM) (Anexo 1). Os doentes da Clínica Dentária Universitária Egas Moniz assinaram um consentimento autorizando a doação dos dentes para o Banco de Dentes Humanos da Clínica Dentária Universitária Egas Moniz.

Foram utilizados 13 molares inferiores extraídos há menos de seis meses por motivos periodontais ou ortodônticos, cedidos pelo Banco de Dentes Humanos da Clínica Dentária Universitária Egas Moniz. Imediatamente a seguir à extração, os dentes foram guardados numa solução de cloramina trihidratada a 0,5% não excedendo o tempo de uma semana e posteriormente armazenados em água destilada a 4°C, segundo a Norma ISO/TS 11405: 2003 (E).

Critérios de inclusão:

- Molares inferiores íntegros;
- Ausência de cáries;
- Ausência de restaurações;

Critérios de exclusão

- Presença de cáries;
- Presença de restaurações;

Materials

Produto	Fabricante	Composição Química	Lote	Validade
Gel Placebo	Laboratório do ISCSEM	5% Glicerina, 1,2% Carbopol, 93,8% Água	<del>X</del>	06/2014
Perfect Bleach Office +	Voco	Peróxido de hidrogénio a 35%	1403157	11/2014
Norblanc Office Automix	Normon	Peróxido de hidrogénio a 37,5%	131988	03/2015
Norblanc Home	Normon	Glicerina, água, PEG-12, peróxido de carbamida, carbomero, hidróxido de sódio, fluoreto de sódio, aroma.	131931	09/2015
Perfect Bleach	Voco	Glicerina, propileno, glicol, água, peróxido de ureia, carbomero, hidróxido de sódio, fluoreto de potássio, aroma	1404027	07/2015
Scotchbond etchant	(3M ESPE)	Ácido ortofosfórico a 37,5%	250030	03/2014
OptiBond™ FL	Kerr	Primer: água, álcool, resinas alquil dimetacrilato. Bond: trietilenoglicol dimetacrilato, Monómeros de éster de metilacrilato.	4993912	05/2015
Gradio® So	Voco	BisGMA, BisEMA, TEGDMA, Canforoquinona, partículas de cerâmica de vidro de 1µm, nanopartículas de dióxido de silício de 20-40 nm	1405367	07/2016

Tabela 1 – Composição química, fabricante, lote e data de validade do gel de placebo, do Perfect Bleach Office + (Voco), do Norblanc Office Automix (Normon), do Norblanc Home (Normon), do Perfect Bleach (Voco), do ácido ortofosfórico (3M ESPE), do sistema adesivo OptiBond™ FL (Kerr) e da resina composta Gradio® So (Voco).

Produto	Instruções do fabricante
Perfect Bleach Office + (Voco)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Aplicar o protetor de tecidos gengivais LC Dam;</li><li>- Aplicar o gel de branqueamento diretamente sobre as superfícies vestibulares dos dentes, formando uma camada de 1 a 2 mm de espessura;</li><li>- Deixar o gel atuar durante 10 a 15 minutos;</li><li>- Remover com um aspirador o máximo possível de gel;</li><li>- Se a cor dentária pretendida não for atingida, pode-se repetir a aplicação do gel por mais duas vezes;</li><li>- Remover o gel das superfícies dentárias com um aspirador e compressas;</li><li>- Lavar de seguida com água em abundância.</li></ul>
Norblanc Office Automix (Normon)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Aplicar a barreira gengival;</li><li>- Fotopolimerizar durante 10 a 20 segundos;</li><li>- Aplicar o gel de branqueamento diretamente sobre as superfícies vestibulares dos dentes, formando uma camada delgada;</li><li>- Deixar o gel atuar durante 8 minutos;</li><li>- Remover com um aspirador o máximo possível de gel;</li><li>- Pode-se repetir a aplicação do gel por mais três vezes;</li><li>- Remover o gel das superfícies dentárias com um aspirador e compressas;</li><li>- Lavar de seguida com água em abundância.</li></ul>
Norblanc Home (Normon)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Aplicar uma gota de gel de branqueamento dentro de cada compartimento da goteira de branqueamento;</li><li>- Deixar o gel atuar durante 90 minutos;</li><li>- Remover com uma compressa o máximo possível de gel;</li><li>- Lavar de seguida com água tépida em abundância.</li></ul>
Perfect Bleach (Voco)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Aplicar uma gota de gel de branqueamento dentro de cada compartimento da goteira de branqueamento;</li><li>- Deixar o gel atuar durante 120 minutos;</li><li>- Remover com uma compressa o máximo possível de gel;</li><li>- Lavar de seguida com água tépida em abundância.</li></ul>

Tabela 2 – instruções de utilização do Perfect Bleach Office + (Voco), do Norblanc Office Automix (Normon), do Norblanc Home (Normon), do Perfect Bleach (Voco).

Produto	Instruções do fabricante
Scotchbond etchant (3M ESPE)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicar o ácido na face de esmalte durante 15 segundos;</li> <li>- Lavar e secar, sem desidratar.</li> </ul>
OptiBond™ FL (Kerr)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicar o ácido ortofosfórico Kerr a 37,5% na superfície a restaurar por 15 segundos;</li> <li>- Lavar com água, até obter uma eliminação completa do ácido e secar a superfície com cuidado para não desidratar;</li> <li>- Aplicar o Optibond FL Prime na superfície, com movimentos de fricção por 15 segundos. Secar com jacto de ar suave por 15 segundos.</li> <li>- Aplicar uniformemente o adesivo Optibond FL na superfície uma camada fina. Espalhar até às margens com uma leve aplicação de ar.</li> <li>- Fotopolimerizar por 20 segundos.</li> </ul>
Gradio® So (Voco)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicar camadas de resina, no máximo, 2 mm de espessura;</li> <li>- Adaptar o material com um instrumento apropriado;</li> <li>- Fotopolimerizar cada camada de 2 mm por 20 segundos, quando utilizada uma fonte de luz halogénea ou LED com uma intensidade de luz mínima de 500 mW/cm<sup>2</sup>.</li> </ul>

Tabela 3 - instruções de utilização do Scotchbond etchant (3M ESPE), do sistema adesivo OptiBond™ FL (Kerr) e da resina composta Gradio® So (Voco).

Após a observação cuidada dos dentes e do cumprimento dos critérios de inclusão, efetuou-se a remoção dos restos de tecido orgânico com auxílio de curetas gracey 5/6 e higienizou-se a coroa dentária com uma escova profilática e pedra-pomes a baixa velocidade durante cerca de 15 segundos, de seguida os dentes foram colocados com cera colante (Sticky Wax, Kemdent®, Wiltshire, Inglaterra) no dispositivo de fixação e foram colocados no micrótopo de tecidos duros Accutom-50 (Struers, Ballerup, dinamarca). O micrótopo foi programado para efetuar um corte único a uma velocidade de 0,125 mm/min de forma a seccionar os dentes no sentido vestibulo-lingual em metades idênticas, preservando as suas faces mesiais e distais, obtendo-se 25 fragmentos.

Terminada a observação, limpeza e preparação cavitária, armazenou-se os fragmentos em cloramina trihidratada 0,5% a 4°C durante uma semana e posteriormente alterou-se a solução armazenadora para água destilada a 4°C.

De forma a atrasar a deterioração dos fragmentos, substituiu-se a solução armazenadora (água destilada) semanalmente até à data de preparação cavitária e restauração dos dentes.

Nos três dias anteriores à aplicação dos géis de branqueamento, procedeu-se à preparação cavitária retirando-se os restos pulpares com uma colher de dentina e o espaço anteriormente ocupado pela polpa foi condicionado com ácido ortofosfórico. Após o condicionamento aplicou-se o sistema adesivo OptiBond™ FL (Kerr) segundo as indicações do fabricante e ocupou-se o respetivo espaço com resina composta Grandio®SO (Voco).

Seguidamente, criou-se uma área standardizada com uma área de 16mm<sup>2</sup> de esmalte exposto que irá ser sujeito ao gel de branqueamento, cobrindo-se o remanescente do fragmento dentário com duas camadas de verniz de unhas.

Depois, os 25 fragmentos foram aleatoriamente distribuídos pelos vários grupos de estudo (5 fragmentos por grupo) e armazenados em saliva artificial numa estufa (Memmert INE 400, Memmert, Alemanha) a 37°C durante dois dias, altura em que foram submetidos aos agentes de branqueamento.

Os fragmentos foram distribuídos de acordo com os seguintes grupos:

Grupo 1 – Grupo de controlo, agente placebo, constituído por 5% de glicerina, 1,2% de carbopol em solução aquosa e 93,8% de água, preparado no laboratório do ISCSEM (Fig. 2).

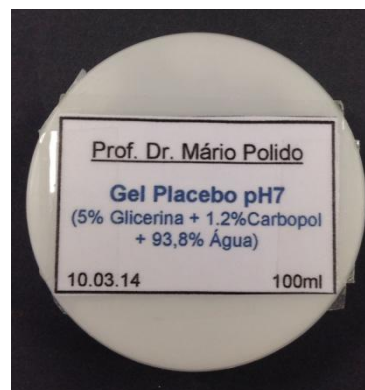


Fig. 2 – Gel placebo.

Grupo 2 – Grupo submetido ao gel de peróxido de hidrogénio a 35% (Perfect Bleach Office +, Voco, Cuxhaven, Alemanha) (Fig. 3).



Fig. 3 - Gel de peróxido de hidrogénio a 35% Perfect Bleach Office + (Voco).

Grupo 3 – Grupo submetido ao gel de peróxido de hidrogénio a 37,5% (Norblanc Office Automix, Normon, Madrid, Espanha) (Fig. 4).

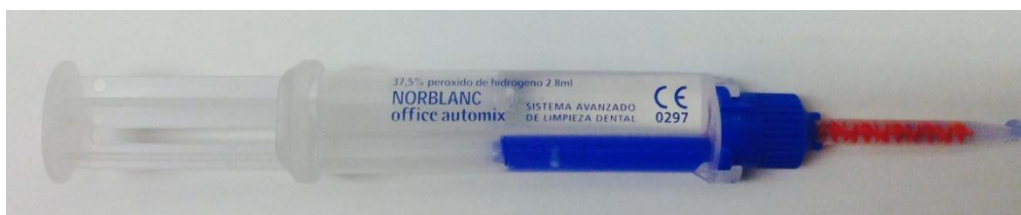


Fig. 4 - Gel de peróxido de hidrogénio a 37,5% Norblanc Office Automix (Normon).

Grupo 4 – Grupo submetido ao gel de peróxido de carbamida a 16% (Norblanc Home, Normon, Madrid, Espanha) (Fig. 5).



Fig. 5 - Gel de peróxido de carbamida a 16% Norblanc Home (Normon).

Grupo 5 – Grupo submetido ao gel de peróxido de carbamida a 16% (Perfect Bleach, Voco, Cuxhaven, Alemanha) (Fig. 6).



Fig. 6 - Gel de peróxido de carbamida a 16% Perfect Bleach (Voco).

Neste estudo foram avaliados quatro géis de branqueamento, sendo que dois são de aplicação na técnica de branqueamento em consultório (Perfect Bleach Office + e Norblanc Office Automix) e os outros de aplicação no método de branqueamento em ambulatório (Norblanc Home e Perfect Bleach).

O grupo de controlo recebeu um agente placebo preparado com 5% glicerina, 1,2% de carbopol e 93,8% de água. A cor e consistência do agente placebo eram similares às dos agentes de branqueamento.

Os fragmentos de esmalte foram expostos aos agentes de branqueamento de acordo com as instruções do fabricante durante 2 semanas, num total de 3 aplicações (Fig. 7). Aplicou-se cada agente no dia zero do estudo e ao 7º e 14º dias. Após cada aplicação os fragmentos de esmalte foram lavados com água destilada e desionizada durante 5 segundos.

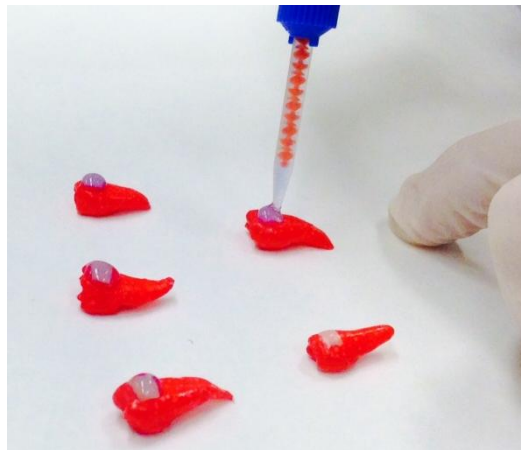


Fig. 7 – Aplicação do gel de branqueamento nas faces de esmalte.

Durante o tempo entre as aplicações de gel, os fragmentos foram imersos em frascos fechados (que foram lavados com água destilada e desionizada) contendo saliva artificial guardados numa estufa a 37°C. Trocou-se a saliva artificial em cada frasco diariamente.

No 14º dia de tratamento, e após a última aplicação do gel de branqueamento os fragmentos foram lavados com água destilada e desionizada durante 5 segundos, de seguida simulou-se a camada de smear layer na área de esmalte exposta ao gel de branqueamento, numa polidora (LaboForce-1, Struers, Dinamarca) com uma lixa SiC de grão 600 (Buehler® Ltd, Lake Bluff, IL, EUA) durante 60 segundos.

Em seguida, a face de esmalte exposta foi condicionada com gel de ácido ortofosfórico a 37,5% (3M ESPE) segundo as instruções do fabricante (Tabela 3), e aplicado adesivo OptiBond™ FL (sistema adesivo etch and rinse de três passos) (Fig. 8) de acordo com as instruções do fabricante (Tabela 3).



Fig. 8 – Sistema adesivo etch-and-rinse de três passos OptiBond™ FL (Kerr).

Após a aplicação do sistema adesivo, aplicou-se uma camada de resina composta Gradio® So (Voco) (Fig. 9) segundo as recomendações do fabricante para a cor A3 com incrementos de 2 mm até que a restauração atingisse uma altura mínima de 6 mm. Após cada incremento de 2 mm procedeu-se à fotopolimerização da resina por 20 segundos com o fotopolimerizador Optilux 501 (sds Kerr, Orange, EUA) com uma radiação

mínima de  $500 \text{ mW/cm}^2$ , que foi medida a cada 10 utilizações com um radiómetro Optilux Radiometer (sds Kerr, Orange, EUA).



Fig. 9 – Resina composta Gradio<sup>®</sup> So (Voco) cor A3.

Terminada a restauração procedeu-se ao armazenamento do dente restaurado, em água destilada e desionizada numa estufa (Memmert INE 400, Memmert, Alemanha) a  $37^{\circ}\text{C}$  durante 24 horas.

Passadas as 24 horas, foram confeccionados os palitos. Para isso, os fragmentos restaurados foram colados com cera colante (Sticky Wax, Kemdent<sup>®</sup>, Wiltshire, Inglaterra) no dispositivo de fixação, e foram colocados no micrótomoto de tecidos duros (Accutom-50, Struers, Dinamarca) (Fig. 10).



Fig. 10 - Micrótomoto de tecidos duros Accutom-50 (Struers).

O micrótomo foi programado para realizar cortes múltiplos a uma velocidade de 0,125 mm/min e que distassem  $1 \pm 0,3 \text{ mm}^2$  entre si, terminados os cortes, alterou-se a posição do dispositivo de fixação de maneira a que o fragmento com a restauração se encontrasse cortado nos sentidos x e y (Fig. 11). Por fim efetuou-se um corte único para se obter os palitos (Fig. 12).

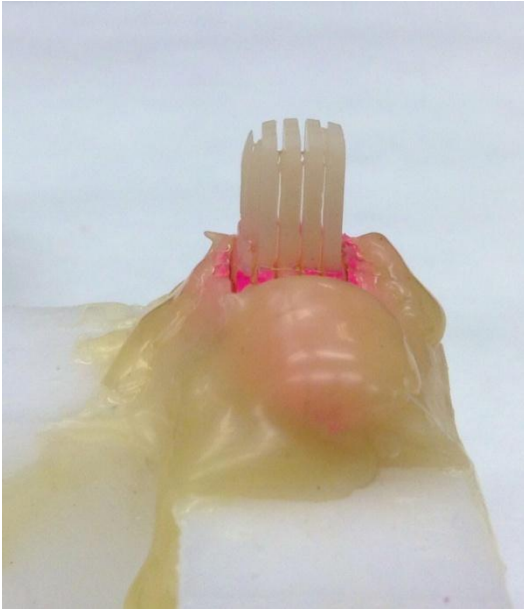


Fig. 11 – Fragmentos restaurados colados com cera colante (Sticky Wax, Kemdent<sup>®</sup>, Wiltshire, Inglaterra) no dispositivo de fixação, após ser cortado nos sentidos x e y.



Fig. 12 – Palitos de esmalte e resina.

Os palitos foram medidos com uma craveira digital (Maachi, Digital Caliper, BS Pyromatic, India) nos sentidos x e y na zona mais próxima da interface esmalte/resina de forma a calcular posteriormente a área de fratura.

Após a medição dos palitos, estes foram colados num *jig* (Fig. 13) de aço inoxidável com cola de cianocrilato (Zapit<sup>®</sup>, Dental Ventures of America, Corona, CA, EUA). O *jig* foi introduzido na máquina de testes universal (Shimadzu Autograph AG-IS, Tokyo, Japão) previamente programada para submeter os palitos a uma carga de tração a uma velocidade de 0,5mm/min.



Fig. 13 – Palito colado no *jig* para ser submetido ao teste de microtração.

Depois da fratura do palito analisou-se o local de rutura com o auxílio de um microscópio ótico (Leica ATC2000, Leica Microsystems, Buffalo, EUA) classificando-se a fratura em adesiva, coesiva em dentina, coesiva em resina ou mista

Todos os dados obtidos foram registados numa tabela de registos.

**IV. RESULTADOS**

<b>Grupo</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio padrão</b>	<b>N</b>
<b>1</b> (Gel Placebo)	31,04995 <sup>A</sup>	11,13558	31
<b>2</b> (Perfect Bleach Office +)	21,25357 <sup>B</sup>	8,851615	20
<b>3</b> (Norblanc Office Automix)	24,48447 <sup>B</sup>	9,407496	23
<b>4</b> (Norblanc Home)	24,44778 <sup>AB</sup>	10,03963	27
<b>5</b> (Perfect Bleach)	26,86968 <sup>AB</sup>	9,066222	27

Tabela 4 – Registo da média e desvio padrão e número de palitos de cada grupo.

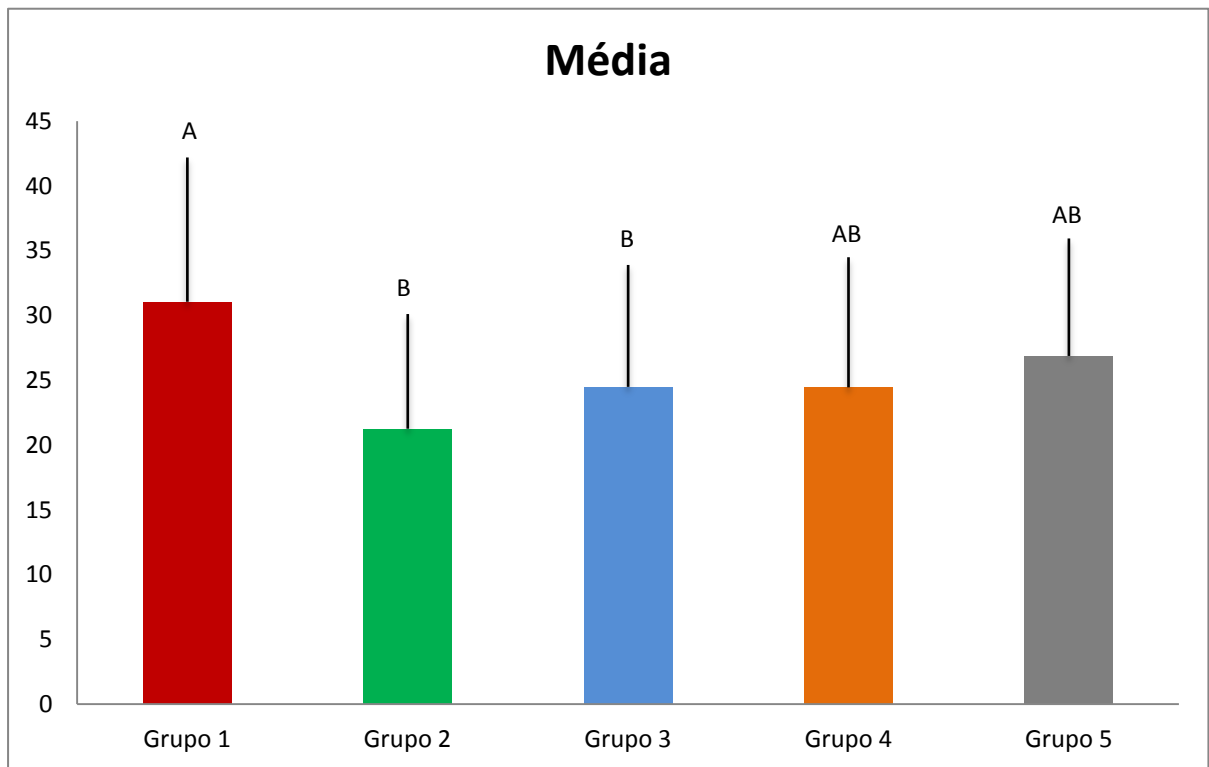


Fig. 14 – Gráfico representativo da média, desvio padrão e significância estatística de cada grupo.

## Tipo de fracturas ocorridas no Grupo 1 (em percentagem)

■ Adesiva ■ Mista ■ Coesiva resina ■ Coesiva dentiva

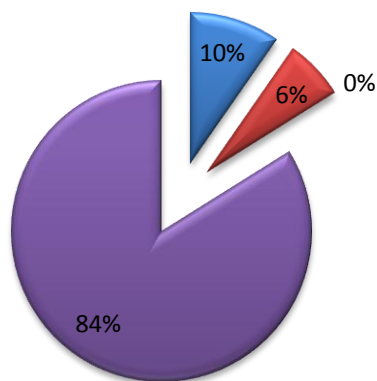


Fig. 15 - Gráfico da percentagem do tipo de fracturas ocorridas no grupo 1.

## Tipo de fracturas ocorridas no Grupo 2 (em percentagem)

■ Adesiva ■ Mista ■ Coesiva resina ■ Coesiva dentiva

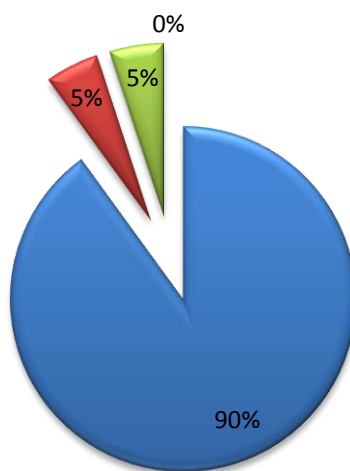


Fig. 16 - Gráfico da percentagem do tipo de fracturas ocorridas no grupo 2.

### Tipo de fracturas ocorridas no Grupo 3 (em percentagem)

■ Adesiva ■ Mista ■ Coesiva resina ■ Coesiva dentiva

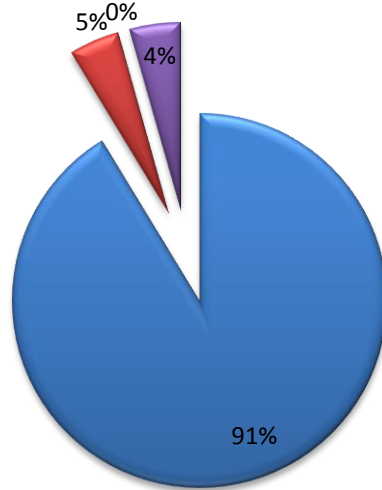


Fig. 17 - Gráfico da percentagem do tipo de fraturas ocorridas no grupo 3.

### Tipo de fracturas ocorridas no Grupo 4 (em percentagem)

■ Adesiva ■ Mista ■ Coesiva resina ■ Coesiva dentiva

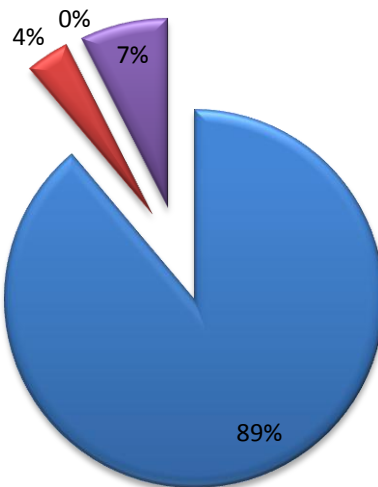


Fig. 18- Gráfico da percentagem do tipo de fraturas ocorridas no grupo 4.

## Tipo de fracturas ocorridas no Grupo 5 (em percentagem)

■ Adesiva ■ Mista ■ Coesiva resina ■ Coesiva dentiva

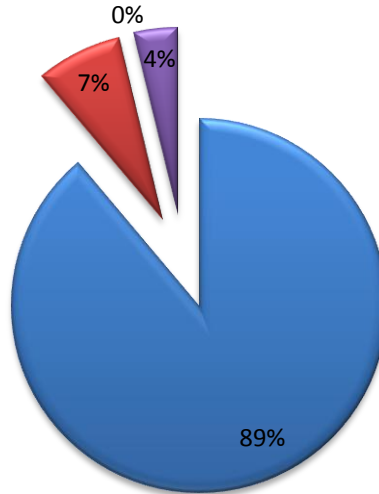


Fig. 19 - Gráfico da percentagem do tipo de fraturas ocorridas no grupo 5.

### 1. Análise estatística

Os pressupostos para a ANOVA one-way, nomeadamente normalidade e homocedasticidade da distribuição da resistência à tração nos subgrupos de amostras tratadas com géis diferentes, foram verificados através da aplicação dos testes de Shapiro-Wilk e de Levene, respetivamente. Relativamente à normalidade, apenas se verificaram violações esporádicas do pressuposto nos grupos 1 ( $p = 0.009$ ) e 3 ( $p = 0.044$ ) mas que não prejudicam a aplicação da ANOVA tendo em conta a robustez da razão F face a essas violações. Por outro lado, o pressuposto da homogeneidade de variância da variável dependente do modelo foi validado pelo teste de Levene ( $p = 0.968$ ).

Nestas condições, a ANOVA one-way mostrou que existem diferenças significativas entre amostras tratadas com géis diferentes no que respeita à resistência à tração ( $p = 0.006$ ), com uma potência observada de 88.2%, o que significa que os

efeitos observados são marcados e não resultam do acaso. Para além disso, as comparações múltiplas entre grupos efetuadas através do teste de Tukey mostraram que (Fig. 20):

1. A resistência à tração das amostras de controlo (gel = 1), é significativamente superior à das amostras tratadas com os géis 2 ( $p = 0.006$ ) e 3 ( $p = 0.047$ ), e não difere significativamente da das amostras tratadas com os géis 4 ( $p = 0.087$ ) e 5 ( $p = 0.305$ ).
2. As amostras tratadas com os géis 2, 3, 4 e 5 não diferem significativamente entre si no que respeita à resistência à tração ( $p > 0.05$ ), em qualquer das comparações.

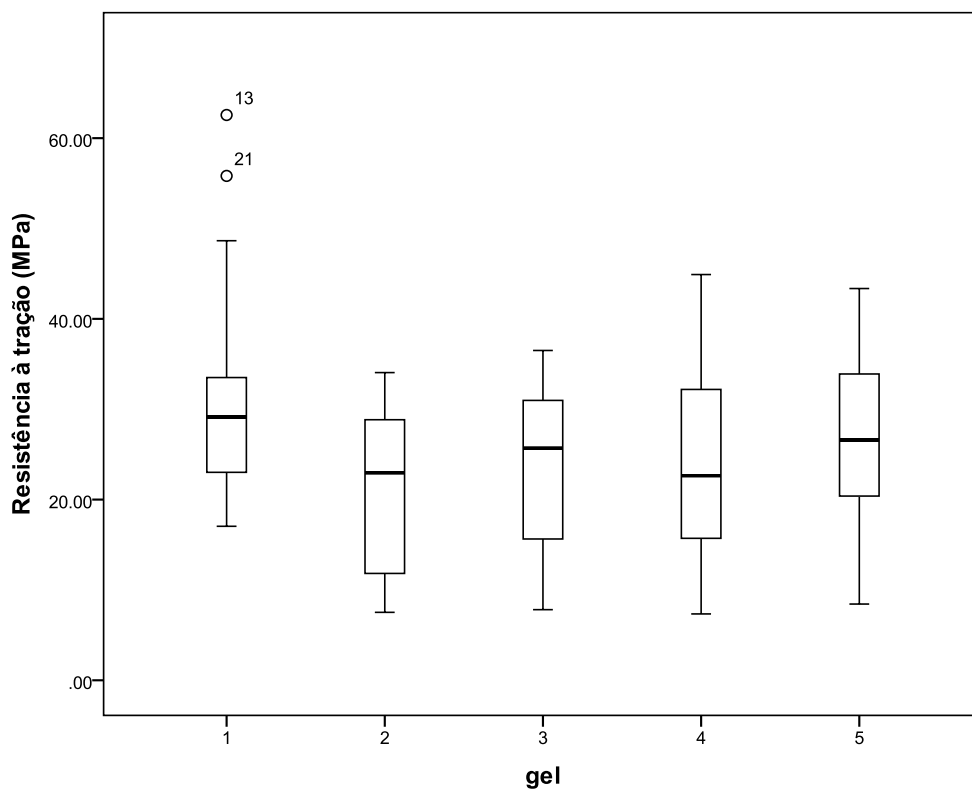


Fig. 20 - Gráfico das forças de resistência à tração (MPa) encontradas por grupo.

## **V. DISCUSSÃO**

Neste estudo foram utilizados dois géis de branqueamento de aplicação em consultório, Perfect Bleach Office + (Voco, Cuxhaven, Alemanha) e Norblanc Office Automix (Normon, Madrid, Espanha), e dois de uso em ambulatório Norblanc Home (Normon, Madrid, Espanha) e Perfect Bleach (Voco, Cuxhaven, Alemanha).

O principal objetivo deste estudo era avaliar a resistência adesiva, por microtração, do esmalte sujeito a branqueamento. Para avaliar a resistência adesiva do esmalte após o branqueamento foi utilizado o teste de microtração ( $\mu$ TBS) que atualmente é considerado o teste mais válido para testar as forças de adesão e rapidamente se tornou dos mais utilizados para o estudo da resistência adesiva. (Andrade *et al.*, 2010; Scherrer *et al.*, 2010).

De acordo com a norma ISO/TS 11405 a metodologia ideal seria medir as forças de adesão logo após a extração, uma vez que ocorrem significativas alterações nos dentes durante os primeiros dias. Visto que este pressuposto é difícil de concretizar, podem ser usados dentes até seis meses após a exodontia se forem armazenados em água destilada ou primeiro desinfetados com uma solução bacteriostática/bactericida de cloramina trihidratada a 0,5% durante um período máximo de uma semana e posteriormente armazenados em água destilada a uma temperatura de 4°C.

A camada de *smear layer* foi criada e padronizada utilizando lixas SiC de grão 600 durante 60 segundos numa polidora. Esta técnica é utilizada em diversos estudos (Reis *et al.*, 2008; Perdigão *et al.*, 2012; Sezinando *et al.*, 2012). Numa revisão bibliográfica a mais de 140 artigos é possível verificar que este método de acabamento de superfície para testes de microtração é utilizado em mais de metade dos estudos analisados (Scherrer *et al.*, 2010).

Após a restauração, os dentes foram armazenados em água destilada a 37°C por um período de 24 horas antes das forças adesivas serem testadas conforme as especificações descritas na norma ISO/TS 11405: 2003 e de acordo com o que foi realizado em outros estudos (De Vito Moraes *et al.*, 2011; Di Hipólito *et al.*, 2012; Perdigão *et al.*, 2012; Sezinando *et al.*, 2012).

A formação de palitos para posterior análise é uma prática usual em estudos sobre adesão desde o aparecimento da teoria de Griffith que correlaciona pequenas áreas com altos valores de tensão. (Gallusi *et al.*, 2009). Os palitos formados no geral têm áreas que variam entre os  $0,8\text{mm}^2$  e o  $1\text{mm}^2$  (Reis *et al.*, 2008; Perdigão *et al.*, 2012; Sezinando *et al.*, 2012).

Os testes de resistência adesiva por microtração dos palitos formados foram efetuados numa máquina de testes universal (Shimadzu Autograph AG-IS, Tokyo, Japão) a uma velocidade de tração de  $0,5\text{mm}/\text{min}$  que é utilizada frequentemente neste tipo de testes, pelo facto de se conseguir obter um valor de força de fratura mais preciso (Scherrer *et al.*, 2010). No entanto, a velocidade  $1\text{mm}/\text{min}$  é igualmente utilizada por diversos autores (Hashimoto *et al.*, 2004; Perdigão *et al.*, 2012; Sezinando *et al.*, 2012).

O teste das forças adesivas às 24 horas é muito comum em estudos de adesão. (Scherrer *et al.*, 2010).

No momento em que o palito fraturava, a força a que a rutura ocorreu foi registada e o local de fratura observado ao microscópio ótico. As fraturas foram divididas em três grupos: Adesivas (se ocorreu na interfase dentina/ resina), Coesiva (se ocorreu unicamente em dentina ou em resina) e Mista (se é possível observar uma mistura de dentina e resina no local de fratura). Esta metodologia e classificação são utilizadas por diversos autores (Reis *et al.*, 2008; Perdigão *et al.*, 2012; Sezinando *et al.*, 2012).

Um dos principais problemas desta classificação ocorre quando a fratura é do tipo misto. Visto que, enquanto as fraturas do tipo coesivo podem facilmente ser identificadas ao microscópio ótico, fraturas adesivas ou mistas devem ser analisadas num microscópio de maior magnitude como é o caso do microscópio eletrónico (Scherrer *et al.*, 2010).

Diversos estudos têm demonstrado que os sistemas de branqueamento que utilizam o peróxido de hidrogénio e o peróxido de carbamida, afetam negativamente a força adesiva das resinas ao esmalte imediatamente após o branqueamento (Attin *et al.*, 2004; Cavalli *et al.*, 2004; Unlu *et al.*, 2007; Vohra *et al.*, 2013).

No presente estudo e de acordo com os estudos efetuados sobre o mesmo tema, verificou-se que as forças adesivas sofreram uma redução nos grupos que foram sujeitos aos agentes de branqueamento (Grupo 2, 3, 4 e 5) face ao grupo de controlo (Grupo 1). No entanto, só no grupo 2 e 3 é que a redução foi estatisticamente significativa.

O facto de os grupos 4 e 5 terem demonstrado uma diminuição das forças adesivas mas não significativas estatisticamente pode ser justificado com estudos realizados por diversos autores (Spyrides *et al.*, 2000; Cavalli *et al.*, 2001; Unlu *et al.*, 2007) que demonstraram que a imersão dos espécimes *in vitro* em água destilada ou saliva artificial, resulta numa reposição completa dos valores de adesão do esmalte.

Segundo Unlu *et al.* (2007) é necessário aguardar apenas 24 horas para que se possa efetuar uma restauração, quando o branqueamento é realizado com a aplicação de um gel de peróxido de carbamida a 10%. No entanto, o mesmo autor aconselha aguardar uma semana para realizar o procedimento restaurador, quando o gel branqueador tem uma concentração de peróxido de hidrogénio igual a 35%. O autor conclui ainda que é possível afirmar que quanto maior for a concentração de peróxido, maior é o período de tempo que tem de se aguardar para restaurar diretamente.

Assim, é possível compreender a razão de não haver diferenças estatisticamente significativas entre os grupos 4 e 5 comparativamente com o grupo 1 (controlo). Uma vez que os dentes desses dois grupos foram sujeitos a géis de branqueamento com concentrações de peróxido de carbamida a 16% e de seguida foram guardados num recipiente com água destilada durante 24 horas em estufa a 37°C, o que permitiu que houvesse uma remoção dos radicais livres de oxigénio presentes no esmalte, revertendo os valores de adesão ao esmalte.

O mesmo não sucedeu com os grupos 2 e 3, visto que foram tratados com géis de branqueamento com concentrações de peróxido de hidrogénio de 35% e 37,5%, respetivamente, e como é indicado pelo estudo anteriormente referido, para estas concentrações é necessário esperar no mínimo uma semana para que ocorra a reposição dos valores de adesão ao esmalte para uma situação pré-branqueamento.

É importante referir que os sistemas adesivos também têm uma grande influência nas forças de adesão e conseqüentemente nos resultados que se vão obter após o tempo de espera, tendo em conta que diferentes adesivos podem originar diferentes resultados (Bouillaguet *et al.*, 2001; Montalvan *et al.*, 2006; Gurgan *et al.*, 2009).

O sistema adesivo utilizado no presente estudo foi o OptiBond™ FL (Kerr) que é um sistema adesivo etch and rinse de 3 passos à base de etanol. Segundo um estudo efetuado comparando o efeito de diversos sistemas adesivos sobre a força de adesão no esmalte após o branqueamento, concluiu-se que os sistemas adesivos que mostraram maiores forças de adesão foram os sistemas etch and rinse à base de etanol, enquanto os sistemas self-etch à base de acetona apresentaram as forças de adesão mais baixas (Gurgan *et al.*, 2009).

Na literatura vários mecanismos são sugeridos como sendo a causa da diminuição das forças de adesão após a realização de um branqueamento dentário. Alguns autores referem que a redução das forças de adesão se deve ao facto da presença de oxigénio residual no esmalte, após o branqueamento, o que irá inibir a polimerização completa do sistema adesivo e da resina interferindo na adesão da resina (Da Silva Machado *et al.*, 2007; Li, 2011).

Outros autores apresentam ainda como motivos, a redução do rácio cálcio/fósforo, dissolução do esmalte provocada pelo peróxido de carbamida e ainda alterações dos constituintes orgânicos do esmalte resultando num aumento da sua porosidade devido à remoção das proteínas do esmalte pelos agentes branqueadores (Faraoni-Romano *et al.*, 2008; Carrasco-Guerisoli *et al.*, 2009).

O peróxido é um agente de baixo peso molecular que tem a capacidade de penetrar através do esmalte promovendo o aumento da porosidade nesta estrutura levando a uma perda de componentes minerais. Os poros criados na superfície do esmalte são tanto mais profundos quanto maior for a concentração do agente branqueador (Camargo *et al.*, 2007).

A ureia, que é um subproduto resultante da degradação do peróxido de carbamida, tem a propriedade de desnaturar as proteínas presentes na matriz orgânica,

com o potencial de penetrar através do esmalte e afetar não só a sua superfície, mas também a porção interprismática do mesmo. Portanto, a penetração da ureia pode contribuir para aumentar a permeabilidade do esmalte e provocar alterações microestruturais (Sasaki *et al.*, 2009).

Apesar da redução que ocorre na força de adesão do esmalte ser reversível, o tempo que é necessário esperar para que tal ocorra é uma questão controversa. Ainda que as recomendações dadas pelos vários autores variem bastante, a grande maioria aconselha a aguardar uma semana após o branqueamento (Gurgan *et al.*, 2009).

Existem diversos estudos que propõem a utilização de substâncias anti-oxidantes como o ascorbato de sódio como forma de repor, logo a seguir ao branqueamento, os valores normais de adesão do esmalte para que seja possível efetuar de imediato os procedimentos restauradores diretos necessários (Bulut *et al.*, 2006; Vohra *et al.*, 2013).

De acordo com um estudo efetuado por Da Silva *et al.* (2011) o ascorbato de sódio é, até agora, o único agente antioxidante capaz de reverter a força de adesão ao esmalte imediatamente após o branqueamento. O protocolo indicado é a aplicação de uma solução de ascorbato de sódio a 10% durante 10 minutos, este método promoveu uma maior resistência adesiva do que a imersão dos espécimes de esmalte em saliva artificial por 1 semana. Assim a aplicação deste agente antioxidante no esmalte após a última sessão do branqueamento é vantajosa quando é necessário efetuar restaurações a resina composta na mesma consulta.

**Relevância clínica:** a importância deste estudo prende-se com o facto de frequentemente os médicos dentistas necessitarem de trocar as restaurações de resina composta nos dentes anteriores após a realização do branqueamento dentário, uma vez que esse tipo de material não é branqueado quando exposto aos agentes de branqueamento. No presente estudo, a resistência adesiva da resina ao esmalte mostrou ficar reduzida após a aplicação de géis de branqueamento sobre o esmalte. Embora os testes de laboratório não possam reproduzir as condições intraorais, este estudo dá suporte a uma melhor compreensão sobre a interação de agentes branqueadores com os

tecidos dentários. No entanto, novos estudos são necessários para esclarecer e compreender este fenômeno.

## **VI. CONCLUSÕES**

De acordo com os dados obtidos neste estudo, concluiu-se que:

1. Os géis de branqueamento Perfect Bleach Office + e Norblanc Office Automix (grupos 2 e 3) apresentam uma diminuição significativa da resistência adesiva ao esmalte para com o grupo de controlo;
2. Os géis de branqueamento Norblanc Home e Perfect Bleach (grupos 4 e 5) apresentam uma diminuição da resistência adesiva ao esmalte para com o grupo de controlo, não sendo no entanto esta diferença significativa.
3. O gel de branqueamento *in-office* Perfect Bleach Office + é o gel que apresenta as forças adesivas mais baixas comparativamente com todos os géis estudados, apresentando uma redução significativa das forças adesivas ao esmalte, para com o agente placebo de controlo.

A hipótese nula deve ser rejeitada aceitando-se assim a hipótese alternativa, uma vez que houve diferenças significativas na resistência adesiva do esmalte por microtração, entre os grupos que foram submetidos ao gel de branqueamento e o grupo de controlo.

### **Perspetivas futuras:**

- Avaliar, através de Microscopia Eletrónica de Varrimento (SEM), os efeitos causados no esmalte após a aplicação dos géis de branqueamento;
- Avaliar, através de Microscopia Eletrónica de Varrimento (SEM), os interfaces de fratura dos palitos.

## VII. BIBLIOGRAFIA

- Akinmade, A., Nicholson, J. (1993). Glass-ionomer cements as adhesives. *Journal of materials science: materials in Medicine*, 4, 95–101.
- Andrade, A., 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: revista FOB*, 18 (6), 591–8.
- Anusavice, K. J. (2005). Propriedades mecânicas dos materiais dentários, in *Phillips Materiais Dentários*, 11ª edição, 69 – 111, Elsevier Editora Ltda., Rio de Janeiro, Brasil.
- Attin, T., Hannig, C., Wiegand, A., Attin, R. (2004). Effect of bleaching on restorative materials and restorations – a systematic review. *Dent Mater*, 20 (9), 852-861.
- Avery, J. K. e Chiego Junior, D. J. (2007). Esmalte in *Princípios de Histología y Embriologia bucal*, 3ª edição, 97-106, Elsevier, Madrid, Espanha.
- Bartlett, J. D. e Simmer, J. P. (1999). Proteinases in developing dental enamel. *Crit. Rev. Oral Biol. Med.*, 10, 425-441.
- Batista, G.R., Arantes, P.T., Attin, T., Wiegand, A. e Torres, C.R.G. (2013). Effect of chemical activation of 10% carbamide peroxide gel in tooth bleaching. *Eur J Esthet Dent*, 8 (1), 104-117.
- Bouillaguet S, Gysi P, Wataha JC, Ciucchi B, Cattani M, Godin C, *et al.* (2001). Bond strength of composite do dentin using conventional, one-step, and self-etching adhesive systems *Journal of Dentistry*, 29, 55-61.
- Braun, A., Jepsen, S. e Krause, F. (2007). Spectrophotometric and visual evaluation of vital tooth bleaching employing different carbamide peroxide concentrations. *Dent Mater*, 23, 165-169. doi: 10.1016/j.dental.2006.01.017

- Breschi, L., Perdigão, J., Gobbi, P., Mazzotti, G., Falconi, M., Lopes, M. (2003). Immunocytochemical identification of type I collagen in acid-etched dentin. *J Biomed Mater Res*, 66A, 764-769.
- Bulut, H., Turkun, M., Kaya, AD. (2006). Effect of an antioxidizing agent on the shear bond strength of brackets bonded to bleached human enamel. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 129 (2), 266-271.
- Buonocore, M. G. (1955). A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surface. *J Dent Res*, 14, 849-853.
- Camargo, S. E. A., Valera, M. C., Camargo, C. H. R., Mancini, M. N. G. e Menezes, M. M. (2007). Penetration of 38% hydrogen peroxide into the pulp chamber in bovine and human teeth submitted to office bleach technique. *Journal of Endodontics*, 33 (9), 1074-1077.
- Carballero, A.B., Navarro, L.F. e Lorenzo, J.A. (2006). At-home vital bleaching: a comparison of hydrogen peroxide and carbamide peroxide treatments. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 11, 94-99.
- Cardoso, P.C., Reis, A., Loguercio, A., Vieira, L.C.C., Baratieri, L.N. (2010). Clinical effectiveness and tooth sensitivity associated with different bleaching times for a 10 percent carbamide peroxide gel. *J Am Dent Assoc*, 141 (10), 1213-1220.
- Carrasco-Guerisoli L., Santos R., Schiavoni J., *et al* (2009). Effect of different bleaching systems on the ultrastructure of bovine dentin, *Dental Traumatology*, 25, 176-80.
- Cavalli V, Reis AF, Giannini M, Ambrosano GM. (2001). The effect of elapsed time following bleaching on enamel bond strength of resin composite. *Operative Dentistry*, 26, 597-602.
- Cavalli V, Giannini M, Carvalho R, (2004). Effect of carbamide peroxide bleaching agents on tensile strength of human enamel, *Dental Materials*, 20, 733-739.

- Costa, C. A. S., Riehl, H., Kina, J. F., Sacono, N. T. e Hebling, J. (2010). Human pulp response to in-office tooth bleaching, *Oral Sur Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod (OOOOE)*, 109, 59-64.
- Da Silva J, Botta A, Barcellos D, Pagani C, Torres C. (2011). Effect of antioxidante agentes on bond strength of composite to bleached enamel with 38% hydrogen peroxide, *Materials Research*, 14 (2), 235-238.
- Da Silva Machado, J., Cândido, M.S., Sundfeld, R.H., De Alexandre, R.S., Cardoso, J.D. e Sundefeld, M.L. (2007). The influence of time interval between bleaching and enamel bonding. *J Esthet Restor Dent*, 19 (2), 111-118.
- Dahl, J. E. e Pallesen, U. (2003). Tooth bleaching - a critical review of the biological aspects. *Crit Rev Oral Biol Med*, 14 (4), 292-304.
- De Munck, J., Van Landuyt, K., Peumans, M., Poitevin, a, Lambrechts, P., Braem, M., & Van Meerbeek, B. (2005). A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *Journal of Dental Research*, 84 (2), 118 – 132. doi:10.1177/154405910508400204
- De Vito Moraes, A. G., Francci, C., Carvalho, C. N., Soares, S. P., & Braga, R. R. (2011). Microshear bond strength of self-etching systems associated with a hydrophobic resin layer. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 13(4), 341–8. doi:10.3290/j.jad.a19474
- Demarco, F.F., Meireles, S.S., Masotti, A.S. (2009). Over-the-counter whitening agents: a concise review. *Braz Oral Res*, 23 (1), 64-70.
- Di Hipólito, V., Reis, A. F., Mitra, S. B., & De Goes, M. F. (2012). Interaction morphology and bond strength of nanofilled simplified-step adhesives to acid etched dentin. *European Journal of Dentistry*, 6 (4), 349–60.
- Faraoni-Romano J., Silveira A., Turssi C., et al (2008). Bleaching Agents with Varying Concentrations of Carbamide and/or Hydrogen Peroxides: Effect on Dental Microhardness and Roughness. *J Esthet Restor Dent*, 20 (6), 395-04.

- Ferraris, M. E. G. e Muñoz, A. C. (2006) “Esmalte” in *Histología e Embriología bucodental*, 2ª edição, 271-316, Panamericana, Buenos Aires, Argentina.
- Fusayama T, Nakamura M, Kurosaki N, Iwaku M (1979). Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative resin. *J Dent Res*, 21, 1364-1370.
- 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.
- Ge, J., Cui, F. Z., Wang, X. M. e Feng, H. L. (2005). Property variations in the prism and the organic sheath within enamel by nanoindentation. *Biomaterials*, 26, 3333-3339.
- Guidoni, G., Swain, M. e Jager, I. (2008). Enamel: from brittle to ductile like tribological response. *Journal of Dentistry*, 36, 786-794.
- Gurgan, S., Alpaslan, T., Kiremitci, A., Cakir, F. Y., Yazıcı, E., Gorucu, J. (2009). Effect of different adhesive systems and laser treatment on the shear bond strength of bleached enamel. *Journal of Dentistry*, 37, 527-534.
- Gwinnet, A.J. (1971). Histologic changes in human enamel following treatment with acidic adhesive conditioning agents. *Arch Oral Biol*, 16, 731-738.
- Hashimoto, M., De Munck, J., Ito, S., Sano, H., Kaga, M., Oguchi, H., Van Meerbeek, B., et al. (2004). In vitro effect of nanoleakage expression on resin-dentin bond strengths analyzed by microtensile bond test, SEM/EDX and TEM. *Biomaterials*, 25 (25), 5565–5574. doi:10.1016/j.biomaterials.2004.01.009
- Haywood, V., Heymann, H. (1989). Nightguard vital bleaching. *Quintessence Int*, 20, 173-76.
- Haywood, V.B., Leonard, R.H. e Dickinson, G.L. (1997). Efficacy of six months of nightguard vital bleaching of tetracycline-stained teeth. *J Esth Dent*, 9 (1), 13-19.

- Haywood, V.B. (2000). Current status of nightguard vital bleaching. *Compend Contin Educ Dent Suppl.*, 21 (28), 10-17.
- Haywood, V., (2005). Treating sensitivity during tooth Whitening. *Compendium*, 26 (9), 11-20.
- Haywood, V.B. (2006). Nightguard vital bleaching: indications and limitations. *US Dentistry*, 2-8.
- He, L. H. e Swain, M. V. (2007) Influence of environment on the mechanical behaviour of mature human enamel, *Biomaterials*, 28, 4512-4520.
- Joiner, A. (2006). The bleaching of teeth: a review of the literature. *Journal of Dentistry*, 34, 412-419.
- Joiner, A. (2007). Review of the effects of peroxide on enamel and dentine properties. *J Dent*, 35, 889-896.
- Junqueira, L. C. e Carneiro, J. (2004). “O trato digestivo” in *Histologia Básica*, 10<sup>a</sup> edição, 285-291, Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, Brasil.
- Kanca III (1994). Adhesion to enamel, dentin, metal, and porcelain. *Cosm Dent*, 13-22.
- Katchburian, E. e Arana, V. (2004). “Conceitos de biomineralização”, “Esmalte” in *Histologia e Embriologia oral*, 2<sup>a</sup> edição, 20-36, 234-274, Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, Brasil.
- Kihn, P.W. (2007). Vital tooth whitening. *Dent Clin N Am*, 51, 319-331.
- Li, Y. (1996). Biological properties of peroxide-containing tooth whiteners. *Food and Chemical Toxicology*, 34, 887-904.
- Li, Y. (2011). Safety controversies in tooth bleaching. *Dent Clin N Am*, 55, 255-263. doi: 10.1016/j.cden.2011.01.003.
- Lima, D.A.N.L., Aguiar, F.H.B., Liporoni, P.C.S., Munin, E., Ambrosano, G.M.B. e Lovadino, J.R. (2009). In vitro evaluation of the effectiveness of bleaching

agents activated by different light sources. *Journal of Prosthodontics*, 18, 249-254. doi: 10.1111/j.1532-849X.2008.00420.x

Mahony, C., Felter, S. P. e McMillan, D. A. (2006). An exposure-based risk assessment approach to confirm the safety of hydrogen peroxide for use in home tooth bleaching. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 44, 75-82.

Margolis, H. C., Beniash, E. e Fowler, C. E. (2006). Role of macromolecular assembly of enamel matrix proteins in enamel formation. *J Dent Res*, 85, 775-793.

Matis, B.A., Yousef, M., Cochran, M.A. e Eckert, G.J. (2002). Degradation of bleaching gels in vivo as a function of tray design and carbamide peroxide concentration. *Oper Dent*, 27, 12-18.

Meireles, S.S., Heckmann, S.S., Leida, F.L., Santos, I.S., Della Bona, A. e Demarco, F.F. (2008). Efficacy and safety of 10% and 16% carbamide peroxide tooth whitening gels: a randomized clinical trial. *Oper Dent*, 33 (6), 606-612. doi: 10.2341/07-150.

Meireles, S.S., Fontes, S.T., Coimbra, L.A.A., Della Bona, A. e Demarco, F.F. (2012). Effectiveness of different carbamide peroxide concentrations used for tooth bleaching: an *in vitro* study. *J Appl Oral Sci.*, 20 (2), 186-191.

Mokhlis, G.R., Matis, B.A., Cochran, M.A. e Eckert, G.J. (2000). A clinical evaluation of carbamide peroxide and hydrogen peroxide whitening agents during daytime use. *J Am Dent Assoc*, 131, 1269-1277.

Montalvan, E., Vaidyanathan, T.K., Shey, Z., Janal, M.N., Caceda, J.H. (2006). The shear Bond strength of acetone and ethanol-based bonding agents to bleached teeth. *Pediatric Dentistry*, 28, 531-536.

Naik, S., Tredwin, C. J., Scully, C. (2006) Hydrogen peroxide tooth whitening (bleaching): review of safety in relation to possible carcinogenesis. *Oral Oncology*, 42, 668-674.

Nakabayashi, N., Kojima, K., Masuhara, E. (1982). The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res*, 16, 265-273.

- Nunes, M.F., Swift, Jr. E., Perdigão, J. (2001). Effects of demineralization depth on microtensile bond strength to human dentin. *J Adhes Dent*, 3, 137-143.
- Park, S., Quinn, J. B., Romberg, E., Arola, D. (2008) On the brittleness of enamel and selected dental materials. *Dental Materials*, 24, 1477-1485.
- Pashley, D.H. (1992). The effects of acid etching on the pulpodentin complex. *Oper Dent*, 17, 229-242.
- Perdigão, J., Lambrechts, P., Van Meerbeek, B., Braem, M., Yildiz, E., Yucel, T., Vanherle, G. (1996). The interaction of adhesive systems with human dentin. *Am J Dent*, 9,167-173.
- Perdigão, J., Ramos, J.C., Lambrechts, P. (1997). In vitro interfacial relationship between human dentin and one-bottle dental adhesives. *Dent Mat*, 13, 218-227.
- Perdigão, J., Lopes, M. (2001). The effect of etching time on dentin demineralization. *Quintessence Int*, 32, 19-26.
- Perdigão, J., Swift, E. J., & Walter, R. (2002). Fundamental Concepts of Enamel and Dentin Adhesion. *Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry*, 6th Edition, 114–140. Mosby Elsevier.
- Perdigão, J., Baratieri, L. N., Arcari, G. M. (2004). Contemporary trends and techniques in tooth whitening: a review. *Pract Proced Aesthet Dent*, 16 (3), 185-192.
- Perdigão, J. (2007). New developments in dental adhesion. *Dental clinics of North America*, 51(2), 333–57, doi:10.1016/j.cden.2007.01.001
- Perdigão, J., Sezinando, A., & Monteiro, P. C. (2012). Laboratory bonding ability of a multi-purpose dentin adhesive. *American Journal of Dentistry*, 25 (3), 153–158.
- Peumans, M., Kanumilli, P., De Munck, J., Van Landuyt, K., Lambrechts, P., Van Meerbeek, B. (2005). Clinical effectiveness of contemporary adhesives: A systematic review of current clinical trials. *Dent Mater*, 21, 864-881.

- Plotino, G., Bueno, L., Grande, N. M., Pameijer, C. H. e Somma, F. (2008) Nonvital tooth bleaching: a review of the literature and clonical procedures. *Journal of Endodontics*, 34 (4), 394-407.
- Reis, A, Grande, R. H. M., Oliveira, G. M. S., Lopes, G. C., & Loguercio, a D. (2007). A 2-year evaluation of moisture on microtensile bond strength and nanoleakage. *Dental materials: official publication of the Academy of Dental Materials*, 23 (7), 862–70. doi:10.1016/j.dental.2006.05.005
- Reis, Alessandra, Albuquerque, M., Pegoraro, M., Mattei, G., Bauer, J. R. de O., Grande, R. H. M., Klein-Junior, C. A., et al. (2008). Can the durability of one-step self-etch adhesives be improved by double application or by an extra layer of hydrophobic resin? *Journal of Dentistry*, 36 (5), 309–15.
- Roberson, T. M., Heymann, H. O. E Swift Jr, E. J. (2002) Bleaching Treatments in *Sturdevant's Art & Science of Operative Dentistry*, 4ª edição, 608-611, Mosby, Missouri, USA.
- Sarrett, D.C. (2002). Tooth whitening today. *J Am Dent Assoc*, 133, 1535-1538.
- Sasaki, R. T., Arcanjo, A. J., Flório, F. M. e Basting, R. T. (2009). Micromorphology and microhardness of enamel after treatment with home-use bleaching agents containing 10% carbamide peroxide and 7.5% hydrogen peroxide. *J Appl Oral Sci*, 17 (6), 611-615.
- Scherrer, S. S., Cesar, P. F., & Swain, M. V. (2010). Direct comparison of the bond strength results of the different test methods: a critical literature review. *Dental materials: official publication of the Academy of Dental Materials*, 26 (2), 78–93. doi:10.1016/j.dental.2009.12.002
- Sezinando, A., Perdigão, J., & Regalheiro, R. (2012). Dentin bond strengths of four adhesion strategies after thermal fatigue and 6-month water storage. *Journal of esthetic and restorative dentistry: official publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et al.]*, 24 (5), 345–55. doi:10.1111/j.1708-8240.2012.00531.x

- Soares, F. F., Sousa, J. A. C., Maia, C. C., Fontes, C. M., Cunha, L. G. e Freitas, A. P. (2008) Clareamento em dentes vitais: uma revisão literária. *Rev Saúde Com*, 4 (1), 72-84.
- Spalding, M., Taveira, L.A.A. e Assis, G.F. (2003). Scanning electron microscopy study of dental enamel surface exposed to 35% hydrogen peroxide: alone, with saliva, and with 10% carbamide peroxide. *J Esth Restor Dent*, 15 (3), 154-165.
- Spyrrides, G.M., Perdigão, J., Pagani, C., Araujo, M.A., Spyrides, S.M. (2000). Effect of whitening agents on dentin bonding. *Journal of Esthetic Dentistry*, 12, 264-270.
- Sulieman, M. A. M. (2008). An overview of tooth-bleaching techniques: chemistry, safety and efficacy. *Periodontology 2000*, 48, 148-169.
- Summitt, J. B., Robbins, J. W. e Schwartz, R. S. (2001). Natural Tooth Bleaching. in *Fundamentals of Operative Dentistry- a contemporary approach*, 2ª edição, 401-426, Quintessence Publishing, Illinois, USA.
- Sunil, C.R., Sujana, V., Choudary, T.M. e Nagesh, B. (2012). In vitro action of various carbamide peroxide gel bleaching agents on the microhardness of human enamel. *Contemp Clin Dent*, 3 (2), 193-196. doi: 10.4103/0976-237X.96828
- Swift, E. J., Perdigão, J., & Heymann, H. O. (1995). Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art. *Quintessence international*, 26 (2), 95–110.
- Swift, E.J. (2002). Dentin/enamel adhesives: review of the literature. *Pediatr Dent*, 24, 456-461.
- Tanaka, R., Shibata, Y., Manabe, A. e Miyazaki, T. (2010). Micro-structural integrity of dental enamel subjected to two tooth whitening regimes. *Archives of Oral Biology*, 55, 300-308.
- Thickett, E., Cobourne, M. T. (2009). New developments in tooth whitening. The current status of external bleaching in orthodontics. *Journal of Orthodontics*, 36, 194 – 201.

- Unlu, N., Cobankara, F., Ozer, F. (2007), Effect of Elapsed Time Following Bleaching on the Shear Bond Strength of Composite Resin to Enamel. in *Wiley InterScience* doi: 10.1002/jbm.b.30879
- Van Meerbeek, B., Dhem, A., Goret-Nicaise, M., Braem, M., Lambrechts, P., Vanherle, G. (1993). Comparative SEM and TEM examination of the ultrastructure of the resin dentin interdiffusion zone. *J Dent Res*, 72, 495-501.
- Van Meerbeek, B., Perdigão, J., Lambrechts, P., Vanherle, G. (1998). The clinical performance of adhesives. *J Dent*, 26, 1-20.
- Van Meerbeek, B., Vargas, M., Inoue, S., Yoshida, Y., Peumans, M., Lambrechts, P. *et al.* (2001). Adhesives and cements to promote preservation dentistry. *Oper Dent*, (Suppl 6), 119-144.
- Van Meerbeek, B., De Munck, J., Yoshida, Y., Inoue, S., Vargas, M., Vijay, P. *et al.* (2003). Adhesion to enamel and dentine: current status and future challenges. *Oper Dent*, 28, 215-235.
- Vohra, F., Kasah, K, (2012), Influence of bleaching and antioxidant agent on microtensile bond strength of resin based composite to enamel. *The Saudi Journal for Dental Research*, 5, 29–33.
- Xie, Z., Swain, M. V. e Hoffman, M. J. (2009). Structural integrity of enamel: experimental and modeling. *J Dent Res*, 88, 529-533.
- Xu, H. H. K., Smith, D. T., Jahamir, S., Romberg, E., Kelly, J. R., Thompson, V. P. e Rekow, E. D. (1998). Indentation damage and mechanical properties of human enamel and dentin. *J Dent Res*, 77 (3), 472-480.

## VIII. ANEXOS

### Anexo 1 – Parecer da Comissão de Ética do ISCSEM.



11

Ex.mo Senhor  
**Nuno Miguel da Luz Silva**

Monte de Caparica, 24 de março de 2014

Ex.mo Senhor,

Venho comunicar-lhe que o Pedido de Parecer que submeteu à apreciação da Comissão de Ética da Egas Moniz, com o tema denominado "*Avaliação in vitro da resistência do esmalte, por microtração, de dentes sujeitos a branqueamento*", foi aprovado por unanimidade.

Queira aceitar os melhores cumprimentos,

A Presidente da Comissão de Ética da Egas Moniz

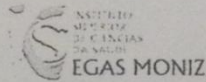
Prof.ª. Doutora Maria Fernanda de Mesquita

c.c. – Prof. Mário Polido

---

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

Anexo 2 – Declaração da Direção Clínica Dentária Universitária do ISCSEM a doar os dentes do Banco de Dentes Humanos.



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

IDENTIFICAÇÃO DO ESTUDANTE:

Nuno Miguel da Luz Silva  
Nº 107351

TÍTULO DO TRABALHO:

"Avaliação in vitro da resistência adesiva do esmalte, por microtracção, de dentes sujeitos a branqueamento"

Excelentíssima Professora Doutora Fernanda de Mesquita

O aluno Nuno Miguel da Luz Silva 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.

Atenciosamente, com os melhores cumprimentos

Monte da Caparica, 21 de Janeiro de 2014

**Direção Clínica**