



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

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**AVALIAÇÃO IN VITRO DO EFEITO DA APLICAÇÃO DE
BRANQUEADORES INERNOS NA MICRODUREZA DA DENTINA
E DO EFEITO DA APLICAÇÃO DE HIDRÓXIDO DE CÁLCIO NA
MICRODUREZA DA DENTINA APÓS BRANQUEAMENTO
INTERNO**

Trabalho submetido por
Ana Catarina Pires Fernandes
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Junho de 2015



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

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**AVALIAÇÃO IN VITRO DO EFEITO DA APLICAÇÃO DE
BRANQUEADORES INTERNOS NA MICRODUREZA DA
DENTINA E DO EFEITO DA APLICAÇÃO DE HIDRÓXIDO DE
CÁLCIO NA MICRODUREZA DA DENTINA APÓS
BRANQUEAMENTO INTERNO**

Trabalho submetido por
Ana Catarina Pires Fernandes
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Prof. Doutor Pedro de Melo e Moura

Junho de 2015

Agradecimentos

Ao meu orientador, Prof. Doutor Pedro Melo e Moura, pela enorme disponibilidade, partilha de conhecimentos, paciência e conselhos, sem os quais teria sido impossível terminar este trabalho.

À Prof. Doutora Ana Mano Azul pela prontidão, auxílio e disponibilidade na obtenção dos materiais de que necessitei.

Ao Prof. Doutor Mário Polido pela ajuda e conselhos com todas as questões relacionadas com o laboratório de Biomateriais.

Ao Prof. Doutor Luís Proença pela ajuda com a análise estatística dos dados.

À Direção Clínica, pela simpatia e rápida disponibilização de alguns instrumentos e materiais.

Aos meus pais, as pessoas mais importantes da minha vida, sem os quais a concretização desta etapa jamais seria possível, obrigada por todo o carinho, compreensão, apoio e disponibilidade infinitos.

À minha tia e avó, a quem também devo esta concretização pessoal, por acreditarem em mim, por toda a atenção e carinho e por estarem sempre presentes, em todas as etapas da minha vida.

Ao David, mais que namorado, amigo e companheiro de todas as horas, obrigada por todo o amor, atenção, paciência e serenidade sem os quais seria muito difícil ultrapassar todos os obstáculos que foram surgindo.

Aos meus amigos, em especial à Joana e à Rute pela ajuda, apoio, companheirismo e preocupação.

RESUMO

O presente trabalho de investigação pretende avaliar a influência de dois branqueadores internos (perborato de sódio e peróxido de carbamida a 16%) na microdureza da dentina e verificar se a aplicação de hidróxido de cálcio após o branqueamento interno provoca alterações de microdureza da dentina. Foram recolhidos 32 dentes humanos hígidos e distribuíram-se aleatoriamente por 4 grupos de 8 elementos, havendo apenas o cuidado de proporcionar a cada grupo igual número de dentes de cada tipo. Cada grupo incluiu 5 molares, 1 pré-molar e 2 incisivos. O grupo 1 correspondeu ao grupo de controlo; no grupo 2 aplicou-se perborato de sódio; no grupo 3 peróxido de carbamida a 16% e no grupo 4 peróxido de carbamida a 16% seguido de hidróxido de cálcio. Efetuou-se o tratamento endodôntico em todos os dentes. Nos grupos de trabalho aplicou-se o branqueador respetivo, e no grupo de controlo colocou-se uma bola de algodão esterilizada na câmara pulpar. Os agentes branqueadores foram aplicados com intervalos de cinco dias, num total de três aplicações. Posteriormente todos os dentes foram seccionados com recurso ao micrótomo de tecidos duros Accutom-5[®] (Struers, Ballerup, Dinamarca), obtendo-se 14 amostras por grupo. Seguidamente determinou-se a microdureza das amostras, com recurso ao aparelho de medição de microdureza de Vickers HSV-30[®] (Shimadzu Corporation, Quioto, Japão). Os resultados foram submetidos a análise estatística quantitativa, utilizando-se para isso o teste *one-way* ANOVA. No Grupo 1 a microdureza média encontrada foi de $56,9646 \pm 8,47251$ VHN, no Grupo 2 de $61,2600 \pm 12,77911$ VHN, no Grupo 3 de $68,9400 \pm 28,58062$ VHN e no Grupo 4 de $56,2186 \pm 10,34014$ VHN. Os resultados obtidos não evidenciaram diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$). Assim, concluiu-se que a aplicação dos agentes branqueadores estudados não provoca alterações de microdureza da dentina e que a aplicação de hidróxido de cálcio também não traz variações de microdureza da dentina após branqueamento interno.

Palavras-chave: Microdureza da Dentina; Branqueamento Interno; Perborato de Sódio; Peróxido de Carbamida

ABSTRACT

This investigation aims to evaluate the influence of two internal bleaching products (sodium perborate and 16% carbamide peroxide) in dentin's microhardness and verify if the application of calcium hydroxide after the internal bleaching leads to changes on dentin's microhardness. 32 sound human teeth were collected and randomly distributed into four groups of eight elements, the only fact that was took in consideration was to provide all groups the same number of teeth of each type. Each group included five molars, one pre-molar and two incisors. Group 1 was the control group, in group 2 sodium perborate was applied, in group 3 16% carbamide peroxide and in group 4 16% carbamide peroxide followed by an application of a calcium hydroxide paste after the bleaching treatment was finished. All teeth were subjected to endodontic treatment. In the work groups the respective bleacher was applied, while in the control group a sterilized cotton pellet was applied on the pulp chamber. The bleachers were applied with five days-interval and a total of three applications was made. Next, all teeth were cut with the hard tissues microtom Accutom-5[®] (Struers, Ballerup, Denmark) and fourteen samples were obtained for each group. Then, the microhardness of the samples was measured with the Vickers microhardness tester HSV-30[®] (Shimadzu Corporation – Kyoto, Japan). Statistical analysis was conducted using the one-way ANOVA test. In Group 1 the microhardness's mean values of $56,9646 \pm 8,47251$ VHN, in Group 2 were $61,2600 \pm 12,77911$ VHN, in Group 3 were $68,9400 \pm 28,58062$ VHN and in Group 4 were $56,2186 \pm 10,34014$ VHN. The results obtained did not show statistically significant differences ($p > 0,05$) between groups. Thus, it can be concluded that the application of the studied bleaching products doesn't lead to changes on dentin's microhardness and neither the application of a calcium hydroxide paste after the internal bleaching procedure is concluded.

Key-words: Dentin Microhardness; Internal Bleaching; Sodium Perborate; 16% Carbamide Peroxide

ÍNDICE GERAL

I. INTRODUÇÃO	17
1.1. Constituintes da Estrutura Dentária	19
1.2. Etiologia das Pigmentações Dentárias	25
1.3. Branqueamentos Dentários	28
1.3.1. Agentes de Branqueamento.....	28
1.3.2. Mecanismo de Acção	32
1.3.3. Tipos de Branqueamento	34
1.3.4. Indicações e Contraindicações	43
1.3.5. Efeitos Adversos.....	44
1.4. Efeito dos Agentes Branqueadores na Microdureza da Dentina	50
1.5. Efeito do Hidróxido de Cálcio após Aplicação de Branqueamento Interno	53
1.6. Medição da Microdureza	54
II. OBJETIVOS	57
III. MATERIAIS E MÉTODOS.....	59
3.1. Material	59
3.2. Método	61
3.2.1. Recolha de Dentes	61
3.2.2. Tratamento Endodôntico dos Dentes	61
3.2.3. Aplicação dos Branqueadores	63
3.2.4. Medição da Microdureza da Dentina.....	65
3.2.5. Análise Estatística.....	69
IV. RESULTADOS	71
V. DISCUSSÃO	75
VI. CONCLUSÕES	83
VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85
ANEXOS	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Ionómero de Vidro Modificado por Resina.....	60
Figura 2 – Cavit TM G® utilizado como material de restauração provisória.....	60
Figura 3 – Peróxido de Carbamida a 16%.....	60
Figura 4 – Perborato de Sódio em Pó	60
Figura 5 – Hidróxido de Cálcio não <i>setting</i>	60
Figura 6 – Rx inicial de um dos dentes incluídos no estudo	61
Figura 7 – Aberturas Coronárias:	62
Figura 8 – Rx final de um dos dentes incluídos no estudo.....	62
Figura 9 – Restauração provisória efectuada num dos dentes incluídos no estudo.....	63
Figura 10 – Aplicação de Perborato de Sódio na Câmara Pulpar:	64
Figura 11 – Aplicação de Peróxido de Carbamida na Câmara Pulpar	64
Figura 12 – Aplicação de hidróxido de cálcio na câmara pulpar	65
Figura 13 – Colagem dos dentes com cera colante nos suportes de acrílico	65
Figura 14 – Máquina de Corte:.....	66
Figura 15 – Quatro Cortes efectuados:	66
Figura 16 – Dois cortes efectuados nos Incisivos.....	66
Figura 17 – Amostras do Grupo 1 após os cortes:.....	67
Figura 18 - Amostras do Grupo 2 após os cortes:	68
Figura 19 - Amostras do Grupo 3 após os cortes:	68
Figura 20 - Amostras do Grupo 4 após os cortes:	68
Figura 21 – Máquina de Teste Universal HSV-30® (Shimadzu Corporation, Quioto, Japão)	69
Figura 22 – Indentação efectuada pela máquina de teste na amostra	69
Figura 23 – Distribuição dos resultados de microdureza (VHN) dos quatro grupos.....	72
Figura 24 – Valores médios de microdureza dos quatro grupos	72

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Valores médios, desvio-padrão e intervalos de confiança para cada um dos grupos estudados.....	71
Tabela 2 – Resultados do teste estatístico <i>one-way</i> ANOVA	73

LISTA DE SIGLAS

FDA – *Food and Drug Administration*

g- Gramas

GPa – Gigapascal

mL – Mililitro

μ – Micrómetro

MTA – *Mineral Trioxide Aggregate*

N – Newton

OMD – Ordem dos Médicos Dentistas

OTC – *Over the Counter*

ppm – Partes por milhão

SPSS – *Statistical Package for Social Sciences*

EU – União Europeia

VHN – *Vicker's Hardness Number*

I. INTRODUÇÃO

A estética dentária é, cada vez mais, motivo de preocupação para a maioria da população. Na tentativa de manter um sorriso jovem e atraente, são muitas as pessoas que recorrem aos branqueamentos dentários. Estes tratamentos são considerados simples, conservadores e os resultados obtidos são bastante satisfatórios (Ganesh, Aruna, Joyson, Manikandan & Deepa, 2013; Rotstein, Zalkind, Mor, Tarabeah & Friedman, 1991; Valera *et al.*, 2009). Pode ainda salientar-se que com este tipo de abordagem há preservação do contorno e da oclusão original dos dentes, e, conseqüentemente da sua função, – evitando-se problemas inerentes às próteses dentárias: alterações periodontais, da oclusão e estéticos, bem como fraturas radiculares e desgaste dos oponentes (Abbott & Heah, 2009).

As alterações de cor surgem como consequência da deposição de pigmentos quimicamente estáveis que são constituídos por moléculas orgânicas de cadeias longas (Zimmerli, Jeger & Lussi, 2010). Tais alterações variam quanto à sua causa, aspeto, local onde surgem, gravidade e também no grau de adesão à estrutura dentária, desta forma, podem ser classificadas em intrínsecas, extrínsecas ou uma combinação das duas (Dahl & Pallesen, 2003). Relativamente às pigmentações intrínsecas, podem ser atribuídas à incorporação de pigmentos na dentina e no esmalte, quer durante a odontogénese quer após a erupção. As modificações de cor que ocorrem antes da erupção dentária podem ser provocadas por exposição excessiva a elementos como flúor e tetraciclinas mas também por alterações no desenvolvimento hereditárias e trauma dos dentes em formação. Após a erupção dos dentes, a idade, a necrose pulpar e a iatrogenia são as principais causas de alterações de cor intrínsecas (Dahl & Pallesen, 2003). Ganesh e colaboradores (2013) sublinham ainda que as alterações intrínsecas podem estar associadas à hemorragia intrapulpar aquando de um traumatismo, situação que pode ser facilmente resolvida com recurso ao branqueamento interno. Além das causas anteriores, Attin, Paqué, Ajam e Lennon (2003) referem-se ainda a alguns materiais obturadores como agentes causais de pigmentações intrínsecas. O café, o chá, o vinho, as cenouras, a laranja e o tabaco provocam pigmentações extrínsecas (Dahl & Pallensen, 2003).

Atualmente, a prática clínica tem vindo a demonstrar que se conseguem reverter satisfatoriamente alterações de cor com um máximo de três aplicações do gel branqueador, no entanto, as pigmentações provocadas por iões metálicos (pinos de

prata, restaurações em amálgama) não são branqueáveis com os métodos utilizados atualmente (Zimmerli *et al.*, 2010). Por outro lado, a maioria das restantes alterações de cor podem ser removidas.

O branqueamento de dentes endodonciados com alterações de cor foi descrito pela primeira vez em 1864 e eram aplicados muitos fármacos: cloro, hipoclorito de sódio, perborato de sódio e peróxido de hidrogénio, estes agentes podiam ser aplicados sozinhos ou em combinação e com ou sem activação por calor (Attin *et al.*, 2003; Dahl & Pallesen, 2003; Plotino, Buono, Grande, Pameijer & Somma, 2008).

Existem duas formas de se proceder quando se pretende efetuar o branqueamento dentário interno: método termocatalítico e branqueamento interno em ambulatório (Hilton, Ferracane & Broome, 2013), no entanto, o método termocatalítico não é praticado actualmente devido ao risco aumentado de reabsorções (Heymann, Swift Jr & Ritter, 2013). Na técnica de branqueamento interno em ambulatório, os agentes branqueadores mais comumente aplicados são o peróxido de hidrogénio e o perborato de sódio, sozinhos ou em combinação, no entanto, a aplicação de peróxido de carbamida em diferentes concentrações tem tido resultados positivos descritos na literatura (Maleknejad, Ameri & Kianfar, 2012).

As percentagens às quais estes agentes devem ser utilizados têm, ultimamente, sido motivo de discórdia, a directiva comunitária de 20 de Setembro de 2011, ao nível da regulação de produtos cosméticos proíbe a comercialização de quaisquer produtos que contenham mais que 6% de peróxido de hidrogénio ou equivalente. Deste modo, deixarão de estar disponíveis no mercado e não poderão ser utilizados nem por profissionais, produtos cuja concentração de peróxido de hidrogénio seja superior a 6%, deixando de existir a possibilidade de os adquirir.

Embora o sucesso da utilização destes agentes branqueadores seja elevado, existem algumas reservas quanto à segurança de alguns deles – muitos provocam irritações pulpares, alterações ao nível da estrutura dentária, menor força de adesão ao compósito, microinfiltração das restaurações e ainda reabsorções radiculares externas e mudanças na estrutura química dos tecidos duros (Chng, Ramli, Yap & Lim, 2005; Maleknejad *et al.*, 2012; Zalkind, Arwaz, Goldman & Rotstein, 1996).

Existem investigações que demonstram que os agentes aplicados na câmara pulpar podem ser nocivos para os tecidos duros dentários: a redução da microdureza da dentina foi descrita como uma consequência do procedimento de branqueamento (Barros-Matoso, Souza-Gabriel, Furtado-Messias, Sousa-Neto & Alfredo, 2011). À semelhança

de estes autores, Carrasco-Guerisoli e colaboradores (2009) afirmam existir estudos que relatam modificações na estrutura dos componentes inorgânicos dos tecidos duros, provocadas pelo peróxido de hidrogénio e pela sua capacidade de desmineralização e ainda alterações nos componentes orgânicos da dentina por desnaturação do colagénio e dos aminoácidos. Ainda Azevedo e colaboradores (2011) referem que os efeitos adversos do branqueamento são atribuídos à presença de peróxido de hidrogénio, que pode levar a alterações na microdureza e no módulo de elasticidade dos tecidos dentários, estas alterações podem estar relacionadas com a redução dos componentes orgânicos da dentina ou com mudanças na morfologia dos tecidos, e podem influenciar a resistência dos dentes branqueados. No entanto, Maleknejad e colaboradores (2012) afirmam existir investigações no sentido de verificar qual o efeito que o peróxido de hidrogénio, libertado a partir de agentes branqueadores contendo peróxido de carbamida, tem nas superfícies dentárias, que concluíram não haver diferenças entre as superfícies tratadas e as não tratadas no que respeita à sua textura superficial e, também segundo estes autores, existem mais estudos que revelam que este agente provoca poucas ou mesmo nenhuma alterações na topografia do esmalte branqueado.

Como se verifica, existe alguma controvérsia na literatura no que respeita a este tema, pretendendo-se por isso com esta investigação perceber se existem de facto alterações na microdureza da dentina aquando da sua exposição a produtos de branqueamento como o peróxido de carbamida a 16%, percentagem que se enquadra nas regras da União Europeia (UE) relativas a este tema, e também o efeito nesta mesma propriedade de uma pasta de perborato de sódio misturado com água.

Segundo Demarco, Freitas, Silva e Justino (2001) após o branqueamento interno deve colocar-se uma pasta de hidróxido de cálcio na câmara pulpar devido à sua capacidade de tampão, que evita a diminuição do pH provocada pelo peróxido de hidrogénio. É também objetivo deste estudo perceber se o hidróxido de cálcio, além de provocar o aumento do pH, terá alguma influência na microdureza da dentina.

1.1. Constituintes da Estrutura Dentária

O esmalte constitui a camada mais dura e superficial da estrutura dentária, dando-lhe forma e protegendo a dentina e a polpa, que ficam por baixo. Este elemento é constituído por cerca 96% de hidroxiapatite ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$), um mineral inorgânico,

contendo também em menor quantidade uma matriz orgânica e água, que se situa entre os cristais de hidroxiapatite e forma uma rede de microporos que se abre para o exterior – esta rede permite uma interação dos túbulos dentinários e da polpa com o meio oral (Hilton *et al.*, 2013). A quantidade de água e matriz orgânica presente no esmalte situa-se entre os 4-12% e os 1-2% do volume do esmalte, respetivamente (Gutiérrez-Salazar & Reyes-Gasga, 2003; Heymann *et al.*, 2013).

Os ameloblastos são células provenientes da ectoderme responsáveis pela amelogénese (Heymann *et al.*, 2013). Estas células segregam a matriz orgânica do esmalte, permitindo que este tome a sua forma e se possa iniciar a mineralização – a mineralização é feita através do transporte de iões de cálcio que ficam depositados na matriz em formação originando nichos e, a partir destes, começa a haver um aumento do tamanho dos cristais que se vão sobrepondo à matriz orgânica (Hilton *et al.*, 2013).

Hilton e colaboradores (2013) afirmam que as condições adversas da cavidade oral, tais como forças oclusais excessivas, agentes químicos e bacterianos fazem com que haja desmineralização do esmalte. Estes mesmos autores apontam a idade como um fator que influencia a permeabilidade do esmalte, que tende a diminuir ao longo dos anos, no entanto, o branqueamento dentário, o condicionamento ácido e a remoção da camada mais superficial de esmalte também afetam não só a sua permeabilidade como a sua dureza e módulo de elasticidade. Além da sua influência na permeabilidade, a idade ainda provoca alterações na solubilidade do esmalte aos ácidos e no seu volume de água e de poros, que diminuem. Relativamente à solubilidade aos ácidos, Heymann e colaboradores (2013) acrescentam que não é uma característica uniforme em todo o esmalte – sendo maior na junção esmalte-dentina do que na região mais superficial do esmalte e a aplicação tópica de fluoretos conduz a uma menor solubilidade do esmalte dentário.

A dentina constitui a maior parte da estrutura dentária, sendo externamente delimitada pelo esmalte e limitando internamente as paredes da cavidade pulpar (Heymann *et al.*, 2013).

De acordo com Hilton e colaboradores (2013), a dentina é o elemento que confere cor e elasticidade ao esmalte e existe tanto na coroa (coronária – que dá suporte ao esmalte) como na raiz (radicular – coberta por cimento), dadas as suas importantes funções de suporte, pode dizer-se que a durabilidade e preservação de todas as estruturas coronárias dependem da integridade da dentina.

Segundo Heymann e colaboradores (2013), a dentina é uma estrutura menos mineralizada do que o esmalte, no entanto, é mais mineralizada do que o osso e que o cimento. Esta importante estrutura é composta por 45-50% de cristais de hidroxiapatite, 30% de matriz orgânica e 25% de água. De acordo com os mesmos autores, a matriz orgânica possui cerca de 90% de colagénio tipo I e 10% de proteínas não colagénicas. Mjör (2009) acrescenta ainda a presença de lípidos, ácido cítrico e proteínas, tais como glicosaminoglicanas.

Além das propriedades de suporte e proteção, a dentina tem a capacidade de responder a estímulos térmicos, químicos e mecânicos, embora não seja vascularizada nem inervada (Hilton *et al.*, 2013).

Na composição da dentina podemos encontrar cristais de hidroxiapatite, que se dispõem de uma forma aleatória na maioria das localizações mas em áreas sujeitas a maiores forças, como cúspides, observa-se um alinhamento paralelo e uma matriz proteica constituída por colagénio, que é segregada pelos odontoblastos, células que possuem o seu corpo na periferia da polpa e os seus prolongamentos dentro dos túbulos dentinários, estes últimos constituem 10% do volume da dentina (Hilton *et al.*, 2013). Heymann e colaboradores (2013) afirmam que os odontoblastos se podem considerar elementos constituintes tanto da polpa como da dentina.

Segundo Heymann e colaboradores (2013), a dentina forma-se antes do esmalte. Hilton e colaboradores (2013) afirmam que existem moléculas e fatores de crescimento provenientes do epitélio dentário interno que estimulam a transformação das células ectomesenquimatosas da papila dentária em odontoblastos e estes, têm a função de segregar a matriz orgânica da dentina que se transformará em dentina primária e secundária quando sofrer mineralização – a dentina primária é produzida pelos odontoblastos enquanto o ápex radicular está aberto. Cerca de 2-3 anos após a erupção dentária e encerramento do ápex, continua a haver produção de dentina, embora a uma velocidade inferior e que tende a diminuir com a idade, tendo esta o nome de dentina secundária. Mjör (2009) também considera que a dentina primária se forma durante o processo de formação dentária e que a dentina secundária inicia a sua formação ainda antes da erupção dentária, mas continua após a erupção. Este mesmo autor salienta que os túbulos dentinários se prolongam pelos dois tipos de dentina, de forma contínua.

A dentina secundária na câmara pulpar dos dentes multirradiculares é mais fina no pavimento e no teto do que nas paredes laterais (Heymann *et al.*, 2013). Pode ainda mencionar-se um terceiro tipo de dentina – a dentina terciária, que tem origem na

junção polpa-dentina quando existe uma agressão que promove a perda de dentina periféricamente, permitindo desta forma uma proteção da polpa (Hargreaves & Cohen, 2011; Hilton *et al.*, 2013; Mjör, 2009). Esta dentina reparadora forma-se imediatamente por baixo do local onde ocorreu a agressão (Heymann *et al.*, 2013; Mjör, 2009). Mjör (2009) destaca ainda que a dentina terciária não é formada pelos mesmos odontoblastos nos quais a dentina primária e secundária têm origem, mas sim por odontoblastos secundários que se formam a partir da polpa e Hargreaves e Cohen (2011) esclarecem que a dentina terciária é estruturalmente menos organizada do que a dentina primária e secundária.

Os túbulos dentinários, que se formam durante a dentinogénese a partir da deposição da matriz mineralizada de pré-dentina à volta dos odontoblastos, permitem que a dentina possua permeabilidade, no entanto, esta propriedade não é homogênea, uma vez que varia conforme o número e diâmetro de túbulos em cada região da coroa ou raiz: o número e diâmetro de túbulos aumentam perto da câmara pulpar (Mjör, 2009; Rodrigues, Vansan, Pécora & Marchesan, 2009). Hargreaves e Cohen (2011) afirmam que os túbulos dentinários ocupam cerca de 1% do volume de dentina nas regiões mais coronárias e 30% nas regiões mais próximas da polpa. Os túbulos dentinários normalmente permanecem abertos, mas podem fechar-se, tornando a dentina impermeável, situação que confere a esta estrutura uma elevada importância do ponto de vista de protecção da polpa (Hilton *et al.*, 2013).

Podem distinguir-se dois tipos de dentina – a intertubular e a peritubular, a primeira constitui a matriz onde estão depositados os cristais de hidroxiapatite, sendo o corpo da estrutura dentinária e a segunda constitui a dentina que delimita a parede dos túbulos dentinários, sendo composta maioritariamente por cristais de hidroxiapatite (Hargreaves & Cohen, 2011; Hilton *et al.*, 2013). De acordo com Carrasco-Guerisoli e colaboradores (2009) e Chng e colaboradores (2005), a dentina intertubular, dada a sua menor mineralização, é mais afetada pelo efeito de agentes oxidantes do que a dentina peritubular. Também Mjör (2009) afirma que a dentina peritubular é muito mais mineralizada do que a dentina intertubular, e assim, pensa-se ser esta característica que faz com que haja uma passagem muito mais reduzida de iões e moléculas dos túbulos para a matriz intertubular. As propriedades de microdureza e elasticidade da dentina são diferentes na dentina peritubular e na intertubular – enquanto a primeira tem um módulo de elasticidade de 29,8GPa, o módulo de elasticidade da segunda é de 17,7 GPa caso se localize numa região próxima da polpa ou 21,1 GPa caso esteja na região radicular –

assim, a diminuição da microdureza da dentina na região pulpar pode ser atribuída a alterações de dureza na dentina intertubular (Hargreaves & Cohen, 2011).

Quando há um aumento da dentina peritubular, há uma obliteração dos túbulos dentinários, situação que se observa com a idade e que pode ser provocada por fatores externos (Hargreaves & Cohen, 2011; Mjör, 2009). Quando os túbulos dentinários estão cheios de depósitos minerais considera-se que a dentina está esclerosada e esta esclerose faz com que a dentina fique menos permeável, assim, a esclerose dentinária permite proteger a polpa de estímulos nocivos (Hargreaves & Cohen, 2011).

É importante ainda fazer a diferenciação entre dentina externa e dentina interna – a primeira situa-se mais perto da junção esmalte-dentina e a segunda mais próxima da polpa (Hilton *et al.*, 2013). A dentina interna e a dentina externa não são totalmente iguais, sendo que existem diferenças na densidade e no diâmetro dos túbulos – há maior quantidade e densidade de túbulos perto da polpa (58000 túbulos por mm^2) e o diâmetro dos túbulos apresenta uma conicidade com o menor diâmetro na junção esmalte-dentina e o maior na cavidade pulpar, além disso, a quantidade de dentina peritubular é muito pouca ou mesmo nula, assim, a dentina interna é uma estrutura mais permeável e também cerca de 22 vezes mais húmida do que a externa, já que nesta última, os túbulos estão mais separados, existem cerca de 20000 túbulos por mm^2 , e tendem a ficar com um lúmen de menor diâmetro devido à mineralização que vai ocorrendo na dentina peritubular (Chng, Yap, Wattanapayungkul & Sim, 2004; Hilton *et al.*, 2013). Mjör (2009) afirma que o número de túbulos dentinários varia entre 5000 e 90000 conforme se localizem em regiões mais próximas da polpa ou mais próximas da junção esmalte-dentina.

Chng, Palamara e Messer (2002) e Oliveira, Teixeira, Ferraz e Teixeira (2007) consideram que a dentina interna, como tem maior densidade e diâmetro de túbulos, sofre mais intensamente com o efeito de produtos branqueadores. Também Heymann e colaboradores (2013) asseguram que a dentina interna constitui uma barreira de protecção pulpar muito menos eficaz do que a dentina externa. Hargreaves e Cohen (2011) e Pashley, Okabe e Parham (1985) afirmam que a microdureza da dentina diminui à medida que a polpa se aproxima, dada a muito maior densidade de túbulos nesta região do que numa região mais coronal.

De acordo com Heymann e colaboradores (2013), é necessário que a dentina tenha alguma flexibilidade para que possa servir de suporte ao esmalte, que é muito menos resiliente - a dentina possui um quinto da dureza do esmalte, sendo que é muito mais

dura na junção esmalte-dentina do que perto da polpa (cerca de três vezes mais). Também Hargreaves e Cohen (2011) enaltecem as propriedades elásticas da dentina, afirmando que estas são de extrema importância para suportar o impacto das forças mastigatórias sem que ocorra fratura do esmalte, mais frágil, que se encontra por cima.

A polpa dentária possui 75% de água e 25% de matéria orgânica e consiste num tecido conjuntivo com fibras de colagénio encerrando os elementos nervosos, vasculares e celulares do dente, como tal, possui quatro funções principais – formativa, uma vez que participa na dentinogénese; nutritiva – pela vascularização e fornecimento de substância fundamental que possibilita as atividades metabólicas das células; sensorial – responsável pela nociceção e por fim protetora – quando existem agressões à estrutura dentária, a polpa estimula a resposta inflamatória, antigénica, dentinária e neurogénica. Histologicamente é possível distinguir quatro zonas na polpa – camada periférica de odontoblastos, zona livre de células, zona rica em células e região central da polpa (Hilton *et al.*, 2013).

As células que se apresentam em maior número na polpa são os fibroblastos (Farmer, Burcham & Marin, 2006) e, de acordo com Hilton e colaboradores (2013), situam-se na região rica em células, estes elementos têm a função de produzir, manter e remodelar a matriz orgânica da polpa e o colagénio.

Do ponto de vista anatómico, pode separar-se a polpa em polpa coronária e polpa radicular – a polpa coronária situa-se na câmara pulpar, na coroa do dente e inclui os cornos pulpares e a polpa radicular fica na raiz, nos canais radiculares e comunica com os tecidos periapicais através do ápex radicular (Heymann *et al.*, 2013).

O cimento consiste num tecido duro fino e avascular que se localiza adjacente às raízes dentárias e a sua produção está a cargo dos cimentoblastos. Este elemento é menos mineralizado do que a dentina, contendo 45-50% de hidroxiapatite e 50-55% de matéria orgânica e água, a porção orgânica possui essencialmente colagénio e polissacarídeos (Heymann *et al.*, 2013). De acordo com estes mesmos autores, podem observar-se inseridas no cimento as fibras de *Sharpey*, fibras de colagénio do ligamento periodontal com a função de ligar o osso alveolar ao dente, estando inseridas no cimento.

Heymann e colaboradores (2013) asseguram que a produção de cimento ao longo da vida é contínua, uma vez que quando há degradação de uma camada, tem que se depositar outra para que continue a haver ligação entre o dente e o alvéolo. Desta forma,

o cimento tem capacidade autorregeneradora até um certo limite sendo que em condições fisiológicas não é reabsorvido.

Podem distinguir-se dois tipos de cimento – o celular e o acelular, sendo que o primeiro se encontra na região apical da raiz o segundo fica na região coronária da raiz (Heymann *et al.*, 2013).

1.2. Etiologia das Pigmentações Dentárias

As pigmentações dentárias podem ter várias origens, e, da mesma forma, a velocidade a que conseguem ser removidas também é diferente. Assim, para que se possa dar um prognóstico mais fiável do resultado final do branqueamento ao paciente, é importante antes de qualquer procedimento perceber qual é a causa da pigmentação (Abbot, 1997; Alqahtani, 2014; Hilton *et al.*, 2013). Também Plotino e colaboradores (2008) afirmam que as pigmentações dentárias podem ter múltiplas etiologias, surgir em vários locais diferentes, ter aparências distintas, ser mais ou menos severas e ter maior ou menor afinidade para a estrutura dentária. Alterações na estrutura do esmalte, dentina ou polpa coronária provocam mudanças na coloração dos dentes, situação que interfere com a interação entre a luz e a superfície dentária. As mudanças de coloração podem resultar de causas intrínsecas ou extrínsecas (Barros-Matoso *et al.*, 2011).

As pigmentações extrínsecas podem ser provocadas por alguns alimentos e bebidas ou por produtos derivados do tabaco, mas também por uma má higiene oral ou por produtos de higiene (Carey, 2014; Joiner, 2006; Zimmerli *et al.*, 2010). Plotino e colaboradores (2008) enumeram alimentos tais como cenouras, laranjas, café, chá, vinho e chocolate como possíveis causadores de pigmentações. Segundo Alqahtani (2014) as pigmentações extrínsecas resultam da deposição de compostos cromatogénicos na superfície externa do dente, adquirindo uma localização preferencial na película adquirida: podem aparecer pela interação entre açúcares e aminoácidos ou por retenção de cromóforos exógenos. Este mesmo autor afirma que estas pigmentações podem ser eliminadas com a profilaxia habitual, mas se permanecerem por muito tempo poderão ficar mais escuras e ser mais persistentes, no entanto, a resposta ao branqueamento continua a ser boa.

Segundo Plotino e colaboradores (2008), as pigmentações intrínsecas estão relacionadas com a incorporação de moléculas de pigmento na dentina e esmalte durante ou após o desenvolvimento dentário, podendo ser provocadas por medicação

(tetraciclinas), por alterações no metabolismo (fluorose), pela genética (Hiperbilirrubinemia, Amelogênese Imperfeita e Fibrose Quística do pâncreas) ou por traumatismos dentários. Como causas intrínsecas Hilton e colaboradores (2013) ainda acrescentam fissuras na superfície do esmalte, Porfiria, cáries e restaurações.

As pigmentações intrínsecas incluem alterações de cor nos dentes endodonciados que surgem devido à decomposição dos tecidos, hemorragia intrapulpar, tecido pulpar remanescente na câmara após tratamento endodôntico e ainda a presença de material de obturação na câmara pulpar (Barros-Matoso *et al.*, 2011; Pobbe *et al.*, 2008; Valera *et al.*, 2009). Além destas causas, Zimmerli e colaboradores (2010) ainda acrescentam situações como necrose e calcificações, estas últimas provocam a obliteração dos túbulos dentinários por dentina terciária e ocorrem normalmente após trauma mas também podem ser provocadas por abrasão, erosão ou iatrogenia. Embora diversos autores considerem que a hemorragia pulpar seja a causa mais comum de alteração de cor após trauma – o sangue entra nos túbulos dentinários, decompondo-se e ficando na dentina os pigmentos resultantes desta decomposição (hemossiderina, hemina, hematina e hematóidina), também apontam os produtos de degradação das proteínas provenientes do tecido pulpar como elementos capazes de provocar alterações de cor (Abbott & Heah, 2009; Attin *et al.*, 2003; Zimmerli *et al.*, 2010).

Acerca do mecanismo precursor de pigmentações provocadas por hemorragia pulpar, diversos autores esclarecem que os grupos heme provenientes da decomposição do sangue libertam-se e combinam-se com restos necróticos pulpares, formando ferro, que, por sua vez, se transforma em sulfato de ferro devido à atividade bacteriana – este produto faz com que os dentes adquiram uma coloração acinzentada (Plotino *et al.*, 2008; Rotstein *et al.*, 1991; Valera *et al.*, 2009).

Existem alguns materiais que são capazes de alterar a coloração dentária, tais como material de preenchimento endodôntico, materiais restauradores e ainda soluções de irrigação, nomeadamente a mistura de hipoclorito de sódio com clorhexidina, que provoca a formação de um precipitado vermelho-acastanhado, esta situação pode ser prevenida aplicando água destilada ou solução de Ringer entre as irrigações dos dois compostos anteriores (Zimmerli *et al.*, 2010). Estes mesmos autores apontam como medicação potencialmente causadora de pigmentações as tetraciclinas e até o hidróxido de cálcio e o *mineral trioxide aggregate* (MTA), um material com uma biocompatibilidade excelente mas que leva a alterações de coloração indesejadas. Relativamente às tetraciclinas, Hilton e colaboradores (2013) afirmam que este fármaco

se incorpora na dentina agindo por quelação do cálcio e formando tetraciclina-ortofosfato, que origina as pigmentações, estas, podem adquirir várias formas e, aquando da exposição solar, sofrer um agravamento, ficando mais escuras, assim, os dentes que não sofrem exposição solar, tal como os molares, embora tenham sempre uma tonalidade mais amarela, não adquirem as cores cinzentas que surgem nos dentes anteriores.

Relativamente aos traumatismos dentários, Hilton e colaboradores (2013) apontam dois mecanismos subjacentes às alterações de cor: ou pela deposição de ferro que está presente na hemoglobina que se infiltra nos túbulos dentinários ou pela metamorfose calcificante, processo pelo qual há formação de dentina secundária mais escura que oblitera a câmara pulpar.

Alqahtani (2014) considera que uma das causas mais comuns de pigmentação é a idade, uma vez que com o passar dos anos a dentina adquire uma coloração mais escura e opaca e o esmalte, contrariamente, torna-se mais fino, deixando transparecer mais a cor da dentina, o que faz com que os dentes pareçam mais escuros. Plotino e colaboradores (2008) acrescentam o facto de, com a idade, haver uma maior formação de dentina secundária, terciária e cálculos pulpares.

Alqahtani (2014) e também Hilton e colaboradores (2013) apontam o excesso de flúor na água (acima de 1-2 ppm) como outra possível causa de alteração de coloração dentária, uma vez o flúor em demasia provoca distúrbios metabólicos nos ameloblastos resultando numa matriz defeituosa e, consequentemente, numa calcificação também ela inadequada.

A remoção de pigmentações intrínsecas pela profilaxia habitual não é possível, no entanto, conseguem-se resultados satisfatórios quando se recorre ao branqueamento, sendo que as pigmentações provocadas pela idade, genética, tabaco e café são as que melhor se eliminam, ao contrário das provocadas por tetraciclina, que têm uma resposta mais lenta aos produtos branqueadores (Alqahtani, 2014). Também Heymann e colaboradores (2013) e Hilton e colaboradores (2013) confirmam que as alterações de cor provocadas pela idade, que deixam os dentes amarelados, são mais fáceis de remover com o branqueamento dentário do que alterações de cor azul-acinzentada provocadas pela ingestão de tetraciclina, que são mais difíceis de remover: normalmente só se conseguem aclarar – enquanto as pigmentações por outros agentes são eliminadas em cerca de 2-6 semanas, as que são provocadas por tetraciclina

demoram 2-12 meses. Joiner (2006) aponta para 2-6 meses como o tempo necessário para remover pigmentações provocadas por tetraciclinas.

É frequente fazer o tratamento endodôntico intencional de dentes pigmentados por tetraciclinas para se poder efetuar o branqueamento interno, com o qual se obtém melhores resultados quando se compara com o branqueamento externo (Abbott & Heah, 2009; Attin *et al.*, 2003; Heymann *et al.*, 2013; Plotino *et al.*, 2008).

Em pacientes mais jovens os resultados do branqueamento interno são mais satisfatórios, pensa-se que seja devido ao diâmetro dos túbulos dentinários, que é muito maior em idades mais precoces do que com o avançar da idade, fazendo com que haja uma penetração muito mais eficaz do agente branqueador (Plotino *et al.*, 2008).

Rotstein e colaboradores (1991) afirmam que as pigmentações mais recentes são mais fáceis de eliminar do que as pigmentações com mais tempo.

Quando estamos perante uma *white spot* não a conseguimos remover com o branqueamento, no entanto, se realizarmos este tratamento, a mancha vai sobressair menos uma vez que toda a estrutura dentária está mais clara (Hilton *et al.*, 2013).

1.3. Branqueamentos Dentários

Os branqueamentos têm a grande vantagem de assegurar uma melhoria estética significativa, ao mesmo tempo que permitem conservar a estrutura dentária, além destas vantagens, há que acrescentar que têm um custo pouco elevado e são relativamente simples de efectuar (Abbott & Heah, 2009; Attin *et al.*, 2003; Carrasco-Guerisoli *et al.*, 2009; Demarco *et al.*, 2001; Ganesh *et al.*, 2013).

O branqueamento é, segundo Heymann e colaboradores (2013), o procedimento através do qual se aplica ao nível dentário um agente químico com a capacidade de oxidar pigmentos orgânicos.

1.3.1. Agentes de Branqueamento

Os produtos branqueadores atuais contêm substâncias ativas e inativas – as substâncias ativas podem ser o peróxido de hidrogénio ou o peróxido de carbamida (Alqahtani, 2014). Vários outros autores também apontam o peróxido de hidrogénio ou o peróxido de carbamida como os principais agentes ativos presentes nos produtos de branqueamento dentário (Chng *et al.*, 2005; Joiner, Thakker & Cooper, 2004; Sulieman,

Addy, Macdonald & Rees, 2004; Tam & Noroozi, 2005; Tredwin, Naik, Lewis & Scully, 2006; Valera *et al.*, 2009; Zalkind *et al.*, 1996). Os componentes inativos, de acordo com Alqahtani (2014) incluem:

- Agentes Espessantes: Carbopol (carboxipolimetileno), que pode estar presente em concentrações de 0,5% a 1,5%. É um polímero de ácido poliacrílico de alto peso molecular com a capacidade de melhorar a retenção do gel branqueador na goteira porque aumenta a sua viscosidade e, além disso, faz com que se liberte oxigénio ativo durante mais tempo – cerca de quatro vezes mais;
- Veículo: Preserva a humidade e permite que outros componentes se dissolvam;
- Surfactante: A eficácia dos géis com surfactante é superior à dos que não o têm. Este componente tem a capacidade de molhar a superfície permitindo ao agente branqueador difundir-se;
- Conservantes: Metil, propilparabeno e benzoato de sódio – têm a capacidade de prevenir a proliferação de bactérias dentro do material e além disso libertam ferro, cobre e magnésio, elementos que aceleram a cisão do peróxido de hidrogénio;
- Compostos que conferem sabor.

1.3.1.1. Peróxido de Hidrogénio

O peróxido de hidrogénio pode ser utilizado diretamente ou ser obtido a partir do perborato de sódio ou do peróxido de carbamida (Dahl & Pallesen, 2003; Eimar *et al.*, 2012; Plotino *et al.*, 2008).

Abbot (1997) e Pobbe e colaboradores (2008) consideram-no um ácido fraco com um elevado poder oxidante. E, dado o seu baixo peso molecular, incorpora-se na dentina libertando oxigénio, que tem a capacidade de destruir as duplas ligações dos pigmentos que se encontram no interior dos túbulos dentinários (Ganesh *et al.*, 2013; Plotino *et al.*, 2008; Pobbe *et al.*, 2008).

De acordo com Rodrigues e colaboradores (2009) e Pobbe e colaboradores (2008), o peróxido de hidrogénio altera as propriedades mecânicas e químicas da dentina uma vez

que tem um elevado poder oxidante, não se sabe com exatidão o mecanismo pelo qual atua, mas é certo que quando estão presentes sais ferrosos, este agente produz radicais hidroxilo ($\text{OH}^\cdot$), pensando-se ser este o principal mecanismo responsável pelo branqueamento. Também outros autores afirmam que o peróxido de hidrogénio tem um potente efeito oxidante, formando radicais livres (moléculas de oxigénio reativas) e aniões de peróxido de hidrogénio, estes agentes interferem com as moléculas de pigmento, fazendo com que fiquem mais curtas e claras (Dahl & Pallesen, 2003; Cavalli, Giannini & Carvalho, 2004; Eimar *et al.*, 2012).

A concentração de peróxido de hidrogénio usada nos branqueamentos não é sempre a mesma, uma vez que depende do protocolo de aplicação e da fonte de peróxido. (Tanaka, Shibata, Manabe & Miyazaki, 2010).

1.3.1.2. Peróxido de Carbamida

De acordo com Dahl e Pallesen (2003) os efeitos branqueadores do peróxido de carbamida foram descobertos em 1960, quando se prescreveu um antisséptico que continha 10% deste agente para tratamento da gengivite.

O peróxido de carbamida é uma fonte alternativa de peróxido de hidrogénio uma vez que, quando misturado com água, se dissocia em ureia e peróxido de hidrogénio (Carey, 2014; Ganesh *et al.*, 2013; Joiner, 2007; Plotino *et al.*, 2008; Tredwin *et al.*, 2006; Valera *et al.*, 2009; Zalkind *et al.*, 1996). A ureia, por sua vez, dissocia-se em dióxido de carbono e amónia, embora não se saiba ao certo qual a quantidade de amónia que é formada durante o branqueamento, sabe-se que a sua presença faz com que o procedimento seja mais eficiente, dado o seu pH básico que faz com que seja necessária menos energia de ativação para que o peróxido de hidrogénio forme radicais livres (Dahl & Pallesen, 2003).

Segundo Chen, Chang, Liu, Chuang e Yang (2008), o peróxido de carbamida é um composto de peridrol-ureia e peróxido de hidrogénio carbamida que se separa em ureia e peróxido de hidrogénio, assim, o efeito branqueador é conseguido pela conversão do peróxido de hidrogénio no anião peridroxil (HO_2^-) e radicais livres que destroem/oxidam as ligações duplas existentes nas cadeias do pigmento. Ainda estes autores afirmam que tanto o peróxido de hidrogénio como o peróxido de carbamida se podem difundir pelo esmalte e pela dentina, sendo ambos permeáveis a estes agentes. Feiz e colaboradores (2014) acrescentam que o peróxido de carbamida penetra a dentina

de forma mais lenta do que o peróxido de hidrogénio e, por este motivo, Tredwin e colaboradores (2006) afirmam que o peróxido de carbamida se mantém em contacto com o dente durante mais tempo.

Chng e colaboradores (2004) consideram que os produtos branqueadores que contêm peróxido de carbamida são muito utilizados nos branqueamentos externos: colocam-se numa moldeira que é aplicada durante a noite, mas também podem ser um produto alternativo para efetuar branqueamentos internos – numa concentração de 10%, o peróxido de carbamida parece ser tão eficaz como o perborato de sódio, afirmação também corroborada por Attin e colaboradores (2003) e Dahl e Pallesen (2003), e mais, Joiner (2006) afirma que o peróxido de carbamida é tão eficaz como o peróxido de hidrogénio.

Hilton e colaboradores (2013) acrescentam que o peróxido de carbamida promove a elevação dos níveis de pH no meio, o que é excelente para prevenir a reabsorção cervical externa. Também Çobankara, Ünlü, Altinöz e Özer (2004) asseguram que os agentes branqueadores que contêm peróxido de carbamida são considerados menos ácidos porque libertam amónia e dióxido de carbono, subprodutos da decomposição da ureia.

1.3.1.3. Perborato de Sódio

De acordo com Feiz e colaboradores (2014) o perborato de sódio é considerado um agente seguro quando utilizado para efetuar branqueamentos internos.

Muitos autores afirmam que este é um agente com capacidade branqueadora que normalmente se encontra sob a forma de pó, sendo estável em ambiente seco, mas que se dissocia em metaborato de sódio, peróxido de hidrogénio e oxigénio quando está na presença de ácidos, ar quente ou água (Ganesh *et al.*, 2013; Plotino *et al.*, 2008; Rotstein & Friedman, 1991). De acordo com Attin e colaboradores (2003), o peróxido de hidrogénio libertado pode originar diversos radicais e iões, dependendo do pH do meio, luz, temperatura e presença de iões metálicos.

O perborato de sódio existe na forma mono, tri ($\text{NaBO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) ou tetrahidratada, e, sabe-se que quando se adiciona água, há libertação de peróxido de hidrogénio (H_2O_2), sendo que o efeito branqueador não é enfraquecido caso se misture perborato de sódio com água em vez de peróxido de hidrogénio (Zimmerli *et al.*, 2010). Vários outros autores asseguram que a mistura de perborato de sódio com água não

enfraquece o seu efeito branqueador (Attin *et al.*, 2003; Carrasco, Fröner, Corona & Pécora, 2003; Feiz *et al.*, 2014; Macey-Dare & Williams, 1997; Plotino *et al.*, 2008)

As três formas sob as quais se pode apresentar o perborato de sódio têm características diferentes: a monohidratada possui 16% de oxigénio, no entanto, após uma hora deixa de ser eficaz, a trihidratada possui uma quantidade inferior de oxigénio (11,8%), no entanto, fica ativa durante mais tempo (um dia) e, por último, a tetrahidratada, apresenta a menor quantidade de oxigénio (10,4%) mas é também a que fica mais tempo ativa (sete dias) – a última forma é a que deve ser aplicada, uma vez que permanece sempre na sua forma ativa entre as aplicações (Valera *et al.*, 2009).

Heymann e colaboradores (2013) consideram o perborato de sódio o agente mais seguro, devendo ser manipulado numa placa de vidro com uma espátula – é colocada uma gota de anestésico/água e mistura-se a quantidade suficiente de perborato de sódio para que se forme uma pasta cremosa. Também Arikan, Sari e Sonmez (2009) realçam a segurança com que se pode utilizar perborato de sódio em branqueamentos internos, evitando-se os efeitos cáusticos a que outros agentes branqueadores conduzem. Carrasco e colaboradores (2003) ainda acrescentam que a utilização de perborato de sódio misturado com água é a que tem menos efeitos adversos.

1.3.2. Mecanismo de Acção

Hilton e colaboradores (2013) afirmam que não está claro o processo que faz com que o dente adquira geneticamente uma determinada cor, e, por isso também não é possível dizer cientificamente quais as alterações provocadas no dente pelos agentes branqueadores.

As alterações de cor são provocadas por pigmentos quimicamente estáveis, moléculas orgânicas de cadeias longas que no branqueamento são oxidadas, tornando-se mais pequenas e claras, nesta reação liberta-se carbono e água que, juntos com o oxigénio que se forma, são libertados (Zimmerli *et al.*, 2010).

Segundo Heymann e colaboradores (2013) e Yesilyurt, Sezer, Ayar, Alp e Tasdemir (2013), o mecanismo de ação subjacente ao branqueamento dentário não é claro mas sabe-se que envolve a oxidação de pigmentos pelo radical livre superóxido. Também Barros-Matoso e colaboradores (2011), consideram que durante a oxidação há libertação de radicais livres que atingem os tecidos escurecidos, levando a uma coloração mais clara. Carrasco-Guerisoli e colaboradores (2009) e Rodrigues e

colaboradores (2009), corroborando este facto, afirmam que, independentemente do agente, ocorre uma reação de oxirredução com o substrato, a qual modifica as moléculas escurecidas dentro da dentina obtendo-se de novo a cor original.

No branqueamento, a decomposição de peróxido de hidrogénio em radicais livres como oxigénio e peridroxil ocasiona uma reação de oxidação-redução: o oxigénio ($O^{\cdot}$) e o peridroxil ($HO_2^{\cdot}$) são radicais livres e, dada a ausência de um eletrão na última camada são bastante eletrofílicos e difundem-se através do esmalte e da dentina para atingir as macromoléculas de pigmentos (moléculas orgânicas) e ficarem mais estáveis, desta forma, as macromoléculas orgânicas altamente insaturadas presentes nos pigmentos intrínsecos transformam-se em moléculas menos complexas: mais pequenas, simples e claras do que inicialmente (Rodrigues, Oliveira & Amaral, 2007). Também Abouassi, Wolkewitz e Hahn (2011) e Freitas, Turssi, Hara e Serra (2004) afirmam que o efeito oxidante dos agentes branqueadores resulta na destruição das cadeias orgânicas longas em cadeias mais curtas e incolores.

Tredwin e colaboradores (2006) enumeram alguns dos vários radicais de oxigénio formados durante a reação de oxidação – superóxido, hidroxilo, peroxilo e alcóxilo. Segundo Joiner (2006), o radical que se forma dependerá da temperatura, luz, pH e presença de metais no meio.

Segundo Joiner e colaboradores (2004), o branqueamento dentário consiste no deslocamento de peróxido de hidrogénio para a junção esmalte-dentina e dentina, onde oxida os pigmentos, que ficam mais claros, desta forma, Rodrigues e colaboradores (2009) afirmam que os agentes branqueadores devem ser moléculas de baixo peso, de modo a conseguirem atingir em profundidade a dentina e o esmalte e remover os pigmentos, podendo desta forma concluir-se que o sucesso do branqueamento está diretamente relacionado com a penetração transdentinária destes agentes. Carrasco, Guerisoli, Pécora e Fröner (2007) também consideram que a eficácia do branqueamento depende da profundidade que o agente branqueador consegue alcançar no interior da dentina – quanto maior, mais eficaz o procedimento.

Pelo contrário, Eimar e colaboradores (2012) afirmam que a teoria de que o peróxido de hidrogénio atua pela oxidação de moléculas com duplas ligações em moléculas mais curtas e transparentes não é a mais correta, uma vez que consideram que não é possível provar a presença de moléculas de pigmento na estrutura do esmalte e, caso existam, será em concentrações tão baixas que não são detetáveis pelo espectrofotómetro.

A duração do branqueamento é um fator dependente de outros dois, como a técnica utilizada e também a concentração dos materiais aplicados (Abouassi *et al.*, 2011).

1.3.3. Tipos de Branqueamento

Antes de se proceder a qualquer tipo de branqueamento, é necessário remover toda a placa bacteriana de modo a conseguir distinguir entre pigmentos intrínsecos e extrínsecos e também para o agente branqueador contactar o dente na maior superfície possível (Attin *et al.*, 2003; Hilton *et al.*, 2013; Plotino *et al.*, 2008).

Quando existe placa bacteriana na superfície dentária, há uma menor atividade oxidativa do peróxido de hidrogénio, uma vez que a placa serve de substrato ao mesmo e também pode degradá-lo (Joiner, 2006).

1.3.3.1. Branqueamento Externo

A colocação de peróxido de hidrogénio ou peróxido de carbamida na superfície do esmalte é um método muito utilizado no branqueamento externo de dentes vitais (Lewinstein, Fuhrer, Churaru & Cardash, 2004).

1.3.3.1.1. Branqueamento em Ambulatório/ “At Home Bleaching”/ “Night-guard Vital Bleaching”

Rodrigues e colaboradores (2007) consideram que esta é a técnica a que os pacientes mais aderem, dado o seu baixo custo, facilidade de execução e segurança, uma vez que são utilizadas concentrações de peróxido mais baixas.

O agente de eleição para os branqueamentos em casa é o peróxido de carbamida a 10%, que se dissocia em 3,6% de peróxido de hidrogénio e 6,4% de carbamida após contacto com a água. O branqueamento em ambulatório requer o contacto direto de uma pequena concentração de peróxido de hidrogénio com a superfície dos dentes, levando a uma melhor aparência após a aplicação do agente durante algumas horas diariamente num período de semanas (Tanaka *et al.*, 2010). Também Chen e colaboradores (2008) consideram que o peróxido de carbamida é um agente de sucesso quando utilizado na técnica de branqueamento em ambulatório, proporcionando um efeito de branqueamento de longa duração.

A aplicação do gel nas superfícies dentárias é efetuada utilizando uma goteira individualizada, que deverá ser colocada durante a noite (Alqahtani, 2014; Joiner, 2007). Heymann e colaboradores (2013) afirmam que se o paciente não consegue tolerar a goteira toda a noite, então deverá aplicá-la durante o dia e ir aumentando o tempo de utilização gradualmente, até conseguir dormir com ela. Hilton e colaboradores (2013) consideram que este método pode ser praticado utilizando uma goteira que abranja todas as peças dentárias, ou uma moldeira para um único dente, que é fabricada a partir de uma goteira que contenha todos os dentes da arcada: estes serão posteriormente removidos, ficando apenas um único dente, que será o que será submetido ao tratamento – esta abordagem permite o branqueamento em maior escala de um dente que está mais escurecido antes de branquear os dentes adjacentes ou, caso o dente tratado não fique muito mais claro que os adjacentes, não há necessidade de os branquear posteriormente.

Heymann e colaboradores (2013) preconizam o branqueamento de uma arcada de cada vez, afirmando que a colaboração do paciente é muito maior, há menos sensibilidade dentária e os custos iniciais são menores. Estes mesmos autores recomendam a execução do branqueamento numa arcada de cada vez, este procedimento permite comparar a cor entre arcadas e reduzir os problemas oclusais que poderiam advir da colocação simultânea de duas goteiras.

Nesta técnica de branqueamento, Abouassi e colaboradores (2011) recomendam a utilização de peróxido de carbamida a 10% durante 6 horas por dia e por um período de 6 semanas.

Esta técnica tem várias vantagens: possibilidade de autoaplicação, consultas menos demoradas, é segura e por isso tem menos efeitos adversos e envolve também um menor gasto económico, desta forma, tornou-se o *gold standard*, pelo qual outras técnicas são avaliadas (Alqahtani, 2014; Heymann *et al*, 2013). Ünlü, Çobankara, Altinoz e Özer (2004) e Wandera, Feigal, Douglas e Pintado (1994) ainda acrescentam que este tipo de tratamento é o mais aceite pelos pacientes e consiste num método mais simples, sendo menos desconfortável para o paciente do que o branqueamento em consultório.

Alqahtani, (2014) e Heymann e colaboradores (2013) apontam algumas desvantagens, como a necessidade de colaboração do paciente – a alteração da cor depende da cuidadosa aplicação da goteira, e muitas vezes os resultados são menos bons porque muitos pacientes se esquecem de usar as goteiras todos os dias, no entanto, também existem pacientes demasiado zelosos, que ficam muitas vezes com

hipersensibilidade dentária, há ainda a acrescentar os possíveis efeitos adversos sistêmicos que são causados pela ingestão do gel – ardor no palato e na garganta bem como algumas queixas a nível do estômago e intestinos. Ünlü e colaboradores (2004) e Wandra e colaboradores (1994) acrescentam o traumatismo dos tecidos moles provocado pela sobre extensão das moldeiras, movimentos dentários, efeitos laxantes e problemas oclusais.

Hilton e colaboradores (2013) declaram que este tratamento não deve ser efetuado em mulheres grávidas/lactentes e em pacientes alérgicos ao peróxido de carbamida, no caso das mulheres grávidas, não há evidência de que seja prejudicial para o feto, no entanto, há uma maior predisposição para irritação gengival destas mulheres. Adicionalmente, estes autores apontam pacientes que sofrem de disfunções temporomandibulares como maus candidatos a esta técnica, sendo que para a poderem praticar terão que utilizar a goteira durante o dia e esta deverá apenas abranger as faces vestibulares dos dentes, o mesmo se aplica a pacientes bruxómanos, para os quais poderá ter que se fabricar várias goteiras dado o desgaste a que vão ser submetidas pelas forças oclusais.

1.3.3.1.2. Branqueamento no Consultório/ “In Office”

Os branqueamentos no consultório, segundo alguns autores, demoram apenas alguns minutos durante um certo número de consultas (Tanaka *et al.*, 2010). Outros autores, como Alqahtani (2014) consideram que a duração das sessões em consultório é de aproximadamente uma hora e após a primeira sessão o dente adquire uma cor mais clara, no entanto, para que o resultado desejado possa ser atingido serão necessárias várias sessões. Heymann e colaboradores (2013) afirmam que para esta técnica devem ser marcadas consultas semanalmente, que variam entre duas a seis.

Segundo Heymann e colaboradores (2013) e Hilton e colaboradores (2013), durante o procedimento não se deve anestesiá-lo o doente, para que este se possa manifestar quando sente algum desconforto, desta forma há a garantia de que não se estão a fazer aplicações excessivas do produto branqueador.

Heymann e colaboradores (2013), recomendam um bom selamento do dique para que não haja lesão dos tecidos moles – este selamento deve ser efetuado com fio dentário encerado.

Nos branqueamentos em consultório habitualmente usam-se concentrações mais altas de peróxido, uma vez que os excessos de material e o tempo de aplicação do agente podem ser mais facilmente controlados (Tanaka *et al.*, 2010).

De acordo com Heymann e colaboradores (2013) e Yesilyurt e colaboradores (2013) as vantagens do branqueamento no consultório sobre o branqueamento em ambulatório são o facto de o médico dentista conseguir controlar a técnica, evitando acidentes como a ingestão do produto branqueador e a lesão dos tecidos moles. Além disso, o tempo total de tratamento é menor e os resultados são imediatos, o que faz com que o paciente se mantenha motivado.

No entanto, Heymann e colaboradores (2013) consideram que nesta técnica existe uma maior redução da dureza do esmalte quando comparada com os tratamentos de branqueamento em ambulatório. Além desta desvantagem, Alqahtani (2014) acrescenta o possível surgimento de hipersensibilidade dentária, náuseas, irritação gengival e da garganta e de uma coloração esbranquiçada nos tecidos moles que é reversível com a paragem do tratamento ou com a aplicação de uma pomada antisséptica e reidratação. Heymann e colaboradores (2013) e Hilton e colaboradores (2013) ainda acrescentam o custo elevado desta técnica uma vez que o tempo de consultório é maior e, além disso, os resultados de uma única sessão de branqueamento em consultório são menos satisfatórios do que os que se obtêm com o branqueamento em ambulatório a um ritmo mais lento, obrigando a realizar mais sessões para que se atinja o resultado pretendido – é este o motivo pelo qual alguns fabricantes recomendam a execução da técnica de branqueamento em ambulatório após a sessão de branqueamento em consultório.

Hilton e colaboradores (2013) afirmam que esta técnica não deve ser aplicada em crianças, dada a amplitude da sua câmara pulpar, nem em dentes com fissuras no esmalte e com exposição radicular, uma vez que a concentração de peróxido é muito elevada e pode provocar episódios graves de hipersensibilidade. Estes mesmos autores defendem que esta é uma técnica a ser aplicada em pacientes que não têm a capacidade de cumprir o protocolo de branqueamento em ambulatório, que necessitam de resultados mais rápidos independentemente do custo, que não sofram de hipersensibilidade dentária ou que possam eventualmente ser medicados com um analgésico para prevenir esse problema e que não queiram branquear os dentes posteriores e estes não apareçam no sorriso.

1.3.3.1.4. Over the counter (OTC)

Os produtos OTC são manipulados apenas pelo paciente, desta forma, o médico dentista não tem nenhum controlo sobre esta técnica (Hilton *et al.*, 2013)

Os produtos de branqueamento OTC apareceram inicialmente nos Estados Unidos, cerca dos anos 90 e são caracterizados por terem peróxido de hidrogénio ou peróxido de carbamida em concentrações inferiores às prescritas pelo médico dentista para, desta forma, poderem ser vendidos de forma livre e sem supervisão médica (Alqahtani, 2014).

A sua aplicação é feita pelo próprio utilizador, duas vezes por dia durante cerca de duas semanas e a sua forma de apresentação varia: desde goteiras, tiras e dentífricos branqueadores (Alqahtani, 2014; Joiner, 2007). Hilton e colaboradores (2013) descrevem as tiras de branqueamento indicando que têm concentrações de peróxido de hidrogénio que variam entre 6 e 14% e devem ser aplicadas contra o dente, para que o agente penetre na estrutura dentária – deverá haver um contacto de meia hora duas vezes por dia para que se obtenha efeito branqueador. Carey (2014) afirma que podem observar-se resultados após alguns dias de aplicação, sendo que normalmente há subida de uma a duas posições na escala de cores.

Segundo Hilton e colaboradores (2013), existem mais produtos que afirmam ter efeito branqueador, tais como pastilhas elásticas e pastas dentífricas, no entanto não existem evidências da sua eficácia, sendo que a grande maioria atua pela remoção de pigmentos extrínsecos (pela presença de abrasivos ou peróxidos), prevenindo o aparecimento de pigmentos (com químicos) ou procedendo à mera remoção física de restos de placa bacteriana presentes em dentes que já são brancos (pastilhas elásticas).

Há ainda que salientar os géis de branqueamento, substâncias que contêm peróxido de hidrogénio e que devem ser colocadas na superfície dentária com o auxílio de uma escova, tal como as tiras de branqueamento, a sua aplicação deverá ser feita duas vezes por dia e durante 14 dias, sendo que a melhoria na escala de cor também ronda a subida de 1 a 2 posições (Carey, 2014).

Hilton e colaboradores (2013), afirmam que a venda de estes produtos tem aumentado muito quando comparada com outros produtos, no entanto é necessário ter precauções uma vez que existem vários produtos OTC que não são regulados pela *Food and Drug Administration* (FDA), tendo por isso uma segurança questionável.

Estes produtos têm as desvantagens de não haver supervisão pelo médico dentista, desta forma, o paciente pode utilizá-los de forma livre e por isso em excesso, além

disso, os efeitos branqueadores observados tendem a ser temporários (Wandera *et al.*, 1994).

1.3.3.2. Branqueamento Interno

Normalmente executam-se branqueamentos internos em dentes anteriores que sofreram tratamento endodôntico e possuem alterações de cor (Chng *et al.*, 2004). Este procedimento teve início no ano de 1848 (Heymann *et al.*, 2013). E consiste na aplicação do agente branqueador em contacto direto com a dentina (Chng *et al.*, 2005)

Segundo Attin e colaboradores (2003) e Oliveira e colaboradores (2007), o branqueamento interno é uma forma simples, conservadora e com uma boa relação custo-benefício, de remover a pigmentação de dentes submetidos a tratamento endodôntico.

De acordo com Hilton e colaboradores (2013) o branqueamento interno é uma escolha acertada para dentes que receberam tratamento endodôntico e cuja cavidade de acesso ainda não recebeu uma restauração definitiva. Estes mesmos autores apontam para uma taxa de sucesso de cerca de 83-91% dos casos, no entanto, o seu efeito não é muito duradouro – dentro do primeiro ao quinto anos após o branqueamento ser efetuado apenas 35-50% dos dentes continuam com resultados satisfatórios, por isso, este procedimento poderá ter que ser repetido, infelizmente as repetições do processo constituem um problema em dentes que já foram restaurados definitivamente, uma vez será necessário remover toda a restauração e isso acarreta mais perda de tecido dentário, o que enfraquece o dente, assim, o que estes autores e também Dahl e Pallesen (2003) e Heymann, e colaboradores (2013) preconizam é o branqueamento externo desses dentes.

Heymann e colaboradores (2013) apontam 1-3 anos como o tempo durante o qual o efeito do branqueamento permanece, sendo que existem casos em que pode permanecer indefinidamente. Eimar e colaboradores (2012) referem-se ao efeito do branqueamento interno como sendo temporário e imprevisível.

Os fatores que possivelmente estarão na base das recidivas são a redução química dos produtos de oxidação, o comprometimento das margens das restaurações e por fim, a permeabilidade do esmalte e da dentina a pigmentos extrínsecos (Abbott & Heah, 2009).

1.3.3.2.1. Técnica de Branqueamento Interno em Ambulatório/Walking Bleach

Esta técnica foi introduzida por Spasser e utilizava-se uma mistura de perborato de sódio com água, mais tarde a água foi substituída pelo peróxido de hidrogénio (Attin *et al.*, 2003; Chng *et al.*, 2002; Dahl & Pallesen, 2003; Demarco *et al.*, 2001; Ganesh *et al.*, 2013; Kawamoto & Tsujimoto, 2004; Lewinstein, Hirschfeld, Stabholz & Rotstein, 1994; Macey-Dare & Williams, 1997; Plotino *et al.*, 2008; Rotstein *et al.*, 1991; Tredwin *et al.*, 2006; Valera *et al.*, 2009; Zimmerli *et al.*, 2010).

Atualmente, de acordo com Hilton e colaboradores (2013), como o peróxido de hidrogénio em concentrações elevadas é cáustico e há a possibilidade de ocorrer reabsorções, abandonaram-se as técnicas que utilizam peróxido de hidrogénio em altas concentrações, optando-se antes pelo perborato de sódio misturado com água. Heymann e colaboradores (2013) aconselham remoção e reaplicação semanal do perborato de sódio.

Abbot (1997); Attin e colaboradores (2003) e Plotino e colaboradores (2008) defendem que inicialmente deve ser feita uma radiografia para confirmar que o tratamento endodôntico foi bem executado e, caso se confirme, efetuar um bom isolamento absoluto. De seguida, de acordo com Zimmerli e colaboradores (2010), esta técnica requer a execução de uma cavidade de acesso, que deverá ser conservadora mas permitir a visualização de toda a câmara pulpar para que seja possível a sua limpeza, após o tratamento endodôntico, o material de preenchimento deverá ser cortado a 2-3 mm da câmara pulpar, protegido com uma base impermeável como ionómero de vidro modificado por resina e, por fim, é colocado o gel branqueador selando-se a cavidade com uma restauração provisória. Estes autores afirmam que em vez de perborato de sódio, pode usar-se peróxido de carbamida ou peróxido de hidrogénio. Após se obterem os resultados desejados, pode aplicar-se hidróxido de cálcio que tem diversas funções: inibir o efeito do oxigénio, que tem influência negativa na polimerização da resina composta, diminuir a permeabilidade da dentina, que está aumentada devido ao agente branqueador e aumentar o pH da cavidade, que se encontra baixo. Segundo Attin e colaboradores (2003) e Heymann e colaboradores (2013) o hidróxido de cálcio também ajuda a prevenir o surgimento de reabsorções cervicais, devendo ser aplicado até ficar a 2 mm do ângulo cavosuperficial e permanecer durante 2 semanas.

Segundo Chng e colaboradores (2004), nesta técnica, o perborato de sódio misturado com água ou peróxido de hidrogénio é colocado na câmara pulpar e selado

por alguns dias com recurso a uma restauração provisória. Também Oliveira e colaboradores (2007); Maleknejad e colaboradores (2012) e Ganesh e colaboradores (2013) consideram que nesta técnica os materiais mais comumente utilizados são o peróxido de hidrogénio e o perborato de sódio, como único agente ou em combinação.

Heymann e colaboradores (2013) afirmam que após o selamento da cavidade com a restauração provisória, o dique deve permanecer colocado durante cinco minutos, para confirmar o correto selamento da cavidade – caso durante este tempo surjam bolhas nas suas margens, a restauração deverá ser removida.

Embora já existam muitas técnicas de branqueamento interno, a técnica de branqueamento interno em ambulatório é a preferida porque requer menos tempo de consulta e é mais confortável para o paciente (Chng *et al.*, 2004).

Zimmerli e colaboradores (2010) asseguram que o tempo de aplicação do gel branqueador é determinante para o sucesso do tratamento, assim, esta técnica é habitualmente mais eficaz do que a técnica de branqueamento no consultório.

O número de reaplicações do produto branqueador dependerá de quão pigmentada está a estrutura dentária, da idade do paciente – os pacientes mais novos requerem geralmente menos sessões, do diâmetro dos túbulos dentinários e, além destes fatores, da etiologia da pigmentação (Abbot, 1997).

1.3.3.2.2. Branqueamento Interno em Consultório

Este método no passado era efetuado colocando-se 35% de peróxido de hidrogénio na câmara pulpar seguido da aplicação de calor, que acelerava a ação do agente ativo – técnica termocatalítica, esta técnica já não se utiliza devido à grande probabilidade de ocorrer reabsorção cervical (Heymann *et al.*, 2013).

De acordo com Zimmerli e colaboradores (2010), o branqueamento em consultório é muito praticado quando se pretende fazer branqueamento externo, mas pode também ser aplicado no branqueamento interno, no entanto, a sua previsibilidade é baixa, uma vez que o efeito branqueador desejado é efêmero, dado que a cor clara que se consegue atingir deve-se em grande parte à desidratação dos dentes causada pelo dique de borracha. De acordo com estes autores, deve usar-se isolamento absoluto para executar a preparação da cavidade e efetuar todo o procedimento descrito na técnica de branqueamento interno em ambulatório, posteriormente coloca-se e agita-se o peróxido

de hidrogénio sobre e dentro do dente durante 15-20 minutos, lava-se e o procedimento deve ser repetido caso seja necessário, no final deve fazer-se uma restauração provisória uma vez que fica uma grande quantidade de gel na cavidade e isto poderá ter efeitos negativos sobre a restauração definitiva. Estes autores preconizam a utilização de catalase durante três minutos caso se queira eliminar completamente o efeito do peróxido de hidrogénio remanescente.

Heymann e colaboradores (2013) aconselham que se aplique o agente na região coronária – a um nível superior ao do ligamento periodontal para não entrar em contacto com este através de canais laterais.

Hilton e colaboradores (2013) defendem que após terminadas as sessões de branqueamento, deverá aguardar-se um período de duas semanas para efetuar a restauração definitiva, assim, consegue-se a estabilização da cor e a capacidade de adesão à estrutura dentária é retomada – após esse período deve comparar-se a cor obtida com a cor dos dentes e restaurações adjacentes para confirmar se há necessidade de fazer ajustes.

1.3.3.3. Branqueamento Interno/Externo

Esta técnica é recomendada para pacientes muito cuidadosos e que conseguem aplicar a solução intraoralmente (Hilton *et al.*, 2013).

De acordo com Zimmerli e colaboradores (2010), esta técnica, indicada quando se pretende fazer o branqueamento simultâneo interno e externo, que foi descrita inicialmente por Settembrini e colaboradores e mais tarde modificada, consiste na aplicação do produto branqueador tanto na superfície interna como na superfície externa do dente, e, para que tal seja possível, há a necessidade de manter a cavidade de acesso aberta. Deste modo, é necessário fabricar uma moldeira que possua um espaço tanto em vestibular como em lingual, que servirá para depositar o agente branqueador nos dentes a branquear, os dentes que não sofrerão branqueamento, devem ser desgastados no modelo de gesso, para que a moldeira fique justa e não haja contacto com o produto branqueador que se encontra nos espaços adjacentes.

Clinicamente procede-se à execução de uma cavidade de acesso e ao corte e proteção do material de preenchimento, tal como na técnica anterior, posteriormente, usando uma seringa, a cavidade de acesso e a localização correspondente da goteira são preenchidas com peróxido de carbamida, coloca-se a moldeira e o excesso de gel é

removido (Zimmerli *et al.*, 2010). Estes autores preconizam a utilização da goteira à noite, para proteção do dente aberto, quando remove a goteira, o paciente deve lavar a cavidade de acesso e protegê-la com uma bola de algodão, sendo aconselhável fazer-se consultas de controlo com intervalos de dois ou três dias para que se possam observar as alterações de cor – quando se alcançar o resultado desejado deve proceder-se à lavagem e selamento da cavidade de acesso com uma restauração provisória, sendo recomendada a execução da definitiva uma semana mais tarde.

Uma das vantagens desta técnica é que uma pequena concentração de gel branqueador é suficiente para obter o efeito desejado e uma das desvantagens é que o paciente não é capaz de fazer um correto controlo da placa bacteriana durante o tratamento – o que permite aos microrganismos colonizar os túbulos de dentina, podendo comprometer-se a longo prazo o sucesso do tratamento endodôntico (Zimmerli *et al.*, 2010). Plotino e colaboradores (2008) também sublinham os riscos que decorrem da permanência da cavidade aberta – a penetração bacteriana e de pigmentos na dentina ocorre muito mais facilmente, e o atingimento dos canais pelas bactérias não consegue ser travado pela obturação.

Hilton e colaboradores (2013) descrevem uma técnica alternativa a esta, que denominam técnica interna-externa fechada, na qual o médico dentista faz a aplicação do agente branqueador na cavidade de acesso, encerrando-o com uma restauração provisória, sendo que o paciente em casa em vez de trocar o gel branqueador na cavidade de acesso, aplica mais agente branqueador mas apenas numa goteira individualizada – de um único dente, que pode ser aproveitada mais tarde para se efetuarem retoques caso haja recidiva.

1.3.4. Indicações e Contraindicações

Quando o paciente não está satisfeito com a cor dos seus dentes o branqueamento dentário está indicado. Com este tratamento podemos evitar procedimentos mais invasivos como a colocação de coroas ou facetas. No entanto, mesmo que haja necessidade de praticar estes tratamentos, o branqueamento está também indicado para que a coloração escurecida do dente não influencie a coloração do trabalho final (Abbott & Heah, 2009; Hilton *et al.*, 2013).

Quando os pacientes possuem reabilitações fixas, como coroas, e estas estão mais claras do que os dentes adjacentes, estes têm indicação para branqueamento, de forma a

harmonizar todo o conjunto (Heymann *et al.*, 2012; Hilton *et al.*, 2013). Estes mesmos autores afirmam que em pacientes adolescentes que têm pigmentações dentárias há vantagem do ponto de vista psicológico em fazer branqueamento dentário, para melhorar a sua autoestima.

Como contraindicações para este tratamento temos as pigmentações extrínsecas que se podem remover com os procedimentos profiláticos de rotina, pacientes com expectativas irreais, não colaborantes e/ou com restaurações extensas que não necessitam de ser substituídas (Hilton *et al.*, 2013). Além destas situações, estes mesmos autores acrescentam pacientes com hipersensibilidade dentária, no entanto, se esta conseguir ser controlada, não constitui uma contraindicação.

Dentes com pigmentações muito acentuadas na região cervical e recessões gengivais têm pior prognóstico, ficando sempre com uma coloração mais amarelada, uma vez que a dentina mais profunda e a dentina radicular têm propriedades diferentes da dentina próxima da junção esmalte-dentina, embora também possam ser branqueados (Hilton *et al.*, 2013).

Os pigmentos provocados por iões metálicos (cones de prata, restaurações com amálgama) não são branqueáveis, mas todas as outras alterações de cor podem ser revertidas (Abbott & Heah, 2009; Attin *et al.*, 2003; Zimmerli *et al.*, 2010).

Hilton e colaboradores (2013) defendem que os pacientes que vão ser submetidos a branqueamentos dentários não devem fumar, uma vez que existem provas de que os agentes branqueadores podem estimular o efeito de carcinogéneos.

1.3.5. Efeitos Adversos

Segundo Tam, Kuo e Noroozi (2007) e Tanaka e colaboradores (2010), os branqueamentos, quer feitos em consultório quer feitos em ambulatório são muitas vezes considerados tratamentos cosméticos, e por isso não existe nenhum procedimento que assegure a segurança e eficácia deste procedimento, assim, as questões de segurança relacionadas com os produtos branqueadores são controversas. O branqueamento pode provocar diminuição da capacidade de adesão, modificações na morfologia de superfície do esmalte e diminuição da dureza de superfície.

Lewinstein e colaboradores (2004) consideram que os branqueamentos em consultório, dado o seu baixo pH e as altas concentrações utilizadas, provocam alterações no conteúdo mineral e estrutura da superfície dos tecidos dentários.

Yesilyurt e colaboradores (2013) e Tredwin e colaboradores (2006) mencionam possíveis alterações na morfologia de superfície e na mineralização da superfície e subsuperfície do esmalte e também hipersensibilidade dentária. Estes mesmos autores consideram que estas alterações estão relacionadas com a eliminação do conteúdo mineral do esmalte e da dentina. Também Alqahtani (2014) afirma que os agentes branqueadores podem ter alguma influência negativa nas propriedades do esmalte dentário, uma vez que fazem aumentar a sua porosidade, estimulam a sua desmineralização e ainda a diminuição da quantidade de proteínas presentes, além disso também destroem a matriz orgânica e alteram o rácio cálcio/fosfato com diminuição do cálcio.

Maleknejad e colaboradores (2012) afirmam que podem não existir alterações significativas na morfologia de superfície de dentes que foram sujeitos a branqueamento, mas garantem que ocorrem alterações no conteúdo mineral, tal como a diminuição do conteúdo em cálcio.

Cerca de dois terços dos pacientes sujeitos a branqueamentos dentários sofreram de hipersensibilidade dentária transitória durante e após o tratamento, nestes casos, é aconselhada a aplicação tópica de flúor para aumentar a dureza e resistência aos ácidos e também para diminuir a hipersensibilidade dentária nas regiões periféricas, pela oclusão dos túbulos dentinários e redução do fluxo do fluido dentinário (Chen *et al.*, 2008). O flúor tem um papel importante no tratamento da hipersensibilidade, uma vez que permite a formação de uma camada de fluoreto de cálcio no esmalte, que o protege da desmineralização, podendo ainda ter a capacidade de promover a remineralização do esmalte desmineralizado (Costa & Mazur, 2007). Heymann e colaboradores (2013) também apontam a hipersensibilidade dentária como um efeito adverso da aplicação de agentes branqueadores na superfície dentária, especialmente quando se trata do peróxido de hidrogénio, que tem um peso molecular muito baixo, difundindo-se facilmente entre o esmalte e a dentina, no entanto, este efeito é considerado transitório e não se encontraram danos na polpa a longo-prazo. Dahl e Pallesen (2003) e Tredwin e colaboradores (2006), afirmam que normalmente esta hipersensibilidade mantém-se durante quatro dias após o tratamento.

Segundo Hilton e colaboradores (2013) a rapidez de obtenção da cor desejada é diretamente proporcional à concentração de peróxido utilizado, no entanto, esta relação deixa de ser proporcional a partir de um certo patamar – a velocidade a que o dente consegue mudar de cor é o fator limitante – quando se atingiu o limite de velocidade de

alteração de cor, toda a concentração em excesso de peróxido de hidrogénio provocará apenas hipersensibilidade dentária.

As restaurações que contenham polimetilmetacrilato adquirem uma coloração amarelo-alaranjada quando em contacto com o peróxido de carbamida, assim, devem usar-se resinas bis-acrílicas na confecção de coroas provisórias quando se sabe de antemão que se procederá ao branqueamento dentário com peróxido de carbamida (Heymann *et al.*, 2013). Dahl e Pallesen (2003) ainda associam a utilização de peróxido de carbamida a uma libertação aumentada de mercúrio pelas restaurações feitas com amálgama e consideram que os agentes branqueadores podem provocar a dissolução das restaurações feitas com ionómero de vidro e de outros cimentos. Tredwin e colaboradores (2006) salientam igualmente o aumento da solubilidade do ionómero de vidro e outros cimentos.

De acordo com Potocnik, Kosec e Gaspersic (2000) e Rodrigues e colaboradores (2007), existem estudos que mostram ocorrer alterações de superfície do esmalte exposto ao peróxido de carbamida: fissuras, erosões, porosidades, ondulações, rugosidade de superfície e dissoluções – é de notar que estes efeitos estão relacionados com o tempo de exposição e concentração do agente ativo, uma vez que quanto mais prolongada a exposição e maior a concentração, maior a oxidação dos pigmentos, a alteração de cor e também os efeitos secundários. Também Lewinstein e colaboradores (2004) e Cavalli e colaboradores (2004) consideram existir as alterações de esmalte acima descritas após branqueamento. Existem autores que também associam o peróxido de carbamida a 10% a alterações no conteúdo em cálcio, fosfato e flúor presentes no esmalte (Cavalli *et al.*, 2004; Costa & Mazur, 2007; Demarco *et al.*, 2001).

Abouassi e colaboradores (2011) consideram que, dada a ausência de especificidade do efeito oxidativo há possibilidade de, além dos pigmentos, oxidar matéria orgânica do dente. Também estes autores afirmam que o pH reduzido de alguns materiais de branqueamento pode provocar erosão do esmalte e que existem estudos que demonstram que só o facto de se escovar os dentes durante o período no qual se está a realizar o branqueamento pode aumentar significativamente a rugosidade da superfície do esmalte. Hilton e colaboradores (2013) também apontam o pH do agente branqueador como um fator determinante tanto na alteração da estrutura dentária como no aparecimento de cáries – estes autores fazem referência a estudos que demonstram que produtos branqueadores com pH baixo podem provocar perda de cálcio e diminuição da dureza de superfície do esmalte a uma profundidade de cerca de 25µ.

Chng e colaboradores (2004) e Rotstein e colaboradores (1996), afirmam que os agentes branqueadores, tal como o peróxido de hidrogénio e o perborato de sódio, embora sejam muito eficazes no branqueamento dentário, especialmente o primeiro, têm sido reportadas após a sua utilização complicações como reabsorção cervical, aumento da permeabilidade da dentina, alteração da sua estrutura química e também das suas propriedades biomecânicas. Segundo os mesmos autores, dadas estas complicações, alguns investigadores recomendaram o abandono do uso do peróxido de hidrogénio e outros têm sugerido agentes alternativos, que incluem quelantes de ferro, enzimas e peróxido de carbamida, no entanto, a eficácia da maior parte destes agentes não é tão grande como a dos agentes branqueadores tradicionais (peróxido de hidrogénio e perborato de sódio), contudo, um estudo recente reportou que o peróxido de carbamida a 10% é tão eficaz como o perborato de sódio como agente branqueador interno. Além disso tem a vantagem de, segundo Abouassi e colaboradores (2011), quando se decompõe produzir ureia que por sua vez se decompõe em dióxido de carbono e amónia, esta última pode aumentar o valor de pH dos materiais de branqueamento e diminuir os efeitos adversos devido à sua alcalinidade. No entanto, Cavalli e colaboradores (2004) afirmam que a ureia pode ter efeitos negativos na superfície do esmalte, como a eliminação das suas proteínas e destruição do núcleo dos prismas ou da região interprismática.

Um dos efeitos adversos mais temidos é a reabsorção cervical externa, que quando detectada deve ser tratada rápida e agressivamente – devem efetuar-se radiografias de controlo após o branqueamento interno para detetar precocemente esta situação que surge 1 a 7 anos após o procedimento (Heymann *et al.*, 2013).

A reabsorção cervical externa surge a partir de um mecanismo que não é ainda totalmente conhecido, pensa-se que seja pelo contacto do agente branqueador com o ligamento periodontal provocando uma reação inflamatória (Abbott & Heah, 2009; Attin *et al.*, 2003; Dahl & Pallesen, 2003; Fuss, Szajkis & Tagger, 1989; Heling, Parson & Rotstein, 1995; Kehoe, 1987; Lambrianidis, Kapalas & Mazinis, 2002; Maleknejad *et al.*, 2012; Rotstein & Friedman, 1991; Tredwin *et al.*, 2006). Além disto, vários autores ainda acrescentam a hipótese de o peróxido de hidrogénio desnaturar a dentina, que se torna um corpo estranho uma vez que imunologicamente sofre alterações, sendo por isso atacada pelas defesas do organismo (Attin *et al.*, 2003; Dahl & Pallesen, 2003; Fuss *et al.*, 1989; Lambrianidis *et al.*, 2002; Macey-Dare e Williams, 1997; Plotino *et al.*, 2008; Rotstein, Lehr & Gedalia, 1992).

Rahimi, Shahi, Kimyai, Khayyam e Abdolrahimi (2010) consideram que a reabsorção radicular externa é maioritariamente provocada pelo peróxido de hidrogénio, este facto deve-se ao seu baixo pH e, consequentemente, produção de um ambiente acídico que, segundo Plotino e colaboradores (2008), é um ambiente propício à atividade dos osteoclastos, que conduzirão à reabsorção óssea. Além disso, após o branqueamento, há um aumento da permeabilidade da dentina aos microrganismos, o que pode ter influência na reabsorção radicular externa (Rahimi *et al.*, 2010). Assim, Heling e colaboradores (1995) e Rotstein e colaboradores (1991) defendem que deve preferir-se o perborato de sódio em vez de peróxido de hidrogénio nos branqueamentos internos.

Heymann e colaboradores (2013) e também Zimmerli e colaboradores (2010) aconselham a utilização de um agente branqueador de baixa concentração ou de perborato de sódio misturado com água nos locais onde as paredes de dentina são muito finas, desta forma evita-se que o agente branqueador entre no periodonto através de microperfurações, caso isso acontecesse ocorreria uma reação inflamatória, o que poderia facilitar a reabsorção radicular. Estes autores e Pobbe e colaboradores (2008) preconizam a aplicação de uma base para recobrir o material de preenchimento e consideram que as reabsorções cervicais ocorrem mais frequentemente quando se aplicam branqueadores de concentrações mais elevadas, quando ocorreu traumatismo dentário no passado, quando se faz aplicação de calor na técnica de branqueamento e na presença de defeitos na junção amelo-cementária. Também Dahl e Pallesen (2003) afirmam que a aplicação de calor faz com que o peróxido de hidrogénio se introduza mais nos túbulos dentinários, situação que se agrava quando os dentes têm defeitos no cimento, assim, o uso da técnica termocatalítica em dentes com esta patologia é considerado um fator de risco para o aparecimento de reabsorções. Farmer e colaboradores (2006) acrescentam que a aplicação de calor faz com que o peróxido de hidrogénio se transforme nos seus radicais livres, moléculas instáveis, mais rapidamente e também fornece energia ao agente branqueador, que desta forma, entra com mais facilidade nos túbulos dentinários. Lambrianidis e colaboradores (2002) e Plotino e colaboradores (2008) juntam o facto de o calor estimular o aumento do diâmetro dos túbulos dentinários, tornando possível a passagem de maiores quantidades de agentes branqueadores.

Feiz e colaboradores (2014) recomendam a utilização de perborato de sódio misturado com água em vez de peróxido de hidrogénio, a preferência de branqueadores

que contenham peróxido de carbamida em vez de peróxido de hidrogénio ou perborato de sódio e ainda, caso se utilize perborato de sódio, que este seja tetra hidratado em vez de mono ou tri hidratado para prevenir situações de reabsorção cervical externa.

Hilton e colaboradores (2013) confirmam a presença de reabsorção cervical externa em cerca de 7% dos dentes tratados pela técnica de branqueamento interno em consultório com peróxido de hidrogénio, o que muitas vezes veio culminar na perda das peças dentárias. Estes mesmos autores apontam seis condições que isolada ou conjuntamente deverão estar presentes para que ocorra reabsorção externa: defeitos no cimento fazendo com que a dentina fique exposta ao meio oral; agressões ao ligamento periodontal, que faz com que se produza uma reação inflamatória; infeção; ausência de selamento do material de preenchimento canal; elevada aplicação de calor e ainda concentrações muito altas de peróxido de hidrogénio.

Nos estudos de Demarco e colaboradores (2001); Heymann e colaboradores (2012) e Rahimi e colaboradores (2010) ficou demonstrado que o branqueamento interno com peróxido de hidrogénio leva a um aumento da microinfiltração das restaurações com resina composta: a diminuição da força de adesão da restauração à estrutura dentária imediatamente após o branqueamento poderá estar na base deste acontecimento. Esta força de adesão diminuída pode ser consequência da diminuição do tamanho e da abundância de *resin tags*, uma vez que a qualidade e quantidade de *resin tags* influenciam as forças de adesão ao compósito. Pode também atribuir-se este fenómeno à presença de remanescentes de material branqueador bem como de radicais livres de oxigénio na estrutura dentária, que podem ter uma influência negativa na penetração da resina na estrutura dentária e também na sua polimerização, há ainda a acrescentar as alterações nos componentes orgânicos e minerais, a desnaturação proteica e a diminuição da concentração de cálcio como possíveis fatores precipitantes da menor força de adesão das resinas compostas ao dente. Ainda sobre esta temática, Hilton e colaboradores (2013) confirmam que a presença de oxigénio numa alta concentração após o branqueamento diminui a força de adesão em cerca de 25-50%. Desta forma, Abbot (1997) aconselha a execução da restauração definitiva cerca de duas semanas após remover o agente branqueador.

Alqahtani (2014) e Plotino e colaboradores (2008) afirmam que para anular o efeito do agente branqueador na capacidade de adesão das restaurações à estrutura dentária basta aplicar ascorbato sódico, um antioxidante. Alqahtani (2014) acrescenta que para eliminar os radicais livres de oxigénio remanescentes pode usar-se catalase, no entanto

este agente não é prático para utilização na clínica dado o seu curto tempo de vida, necessidade de refrigeração e sensibilidade ao ar. Attin e colaboradores (2003) referem-se ainda ao hipoclorito de sódio como um agente capaz de eliminar os radicais livres de oxigénio.

Cavalli e colaboradores (2004) colocam a hipótese de a adesão diminuída ao esmalte branqueado poder ser provocada pela fratura microscópica do esmalte, que está enfraquecido pelo agente branqueador, em vez de pelo efeito oxidante deste mesmo agente.

Alqahtani (2014) aponta ainda a possibilidade de haver diminuição da dureza das resinas compostas como um efeito adverso dos agentes branqueadores aplicados em ambulatório como é o caso do peróxido de carbamida a 10% e 16%.

Yesilyurt e colaboradores (2013) afirmam que a composição, o pH e a concentração dos agentes branqueadores são os fatores que mais influenciam o aparecimento de efeitos adversos. A estes fatores, Alqahtani (2014) acrescenta o tempo de contacto da estrutura dentária com o agente branqueador e Carey (2014) ainda menciona outros componentes da substância branqueadora que não estão diretamente envolvidos no branqueamento como potenciais causadores de efeitos adversos.

Contrariamente aos autores supracitados, Zimmerman e colaboradores (2010) consideram existir poucas investigações acerca do efeito dos agentes branqueadores que indiquem alterações mecânicas com este tratamento. Também Hilton e colaboradores (2013) asseguram que a aplicação de baixas concentrações de peróxido de hidrogénio nos branqueamentos dentários é um procedimento seguro e acrescenta até que o peróxido de carbamida é usado no tratamento de candidíase em recém-nascidos.

Analizando o estudo de Azevedo e colaboradores (2011), pode concluir-se que, caso se sigam protocolos seguros, o branqueamento interno não é um tratamento prejudicial, no entanto é necessário ter atenção a produtos de branqueamento com concentrações muito elevadas de peróxido de hidrogénio que sejam aplicados durante muito tempo.

1.4. Efeito dos Agentes Branqueadores na Microdureza da Dentina

Vários autores alertam para o fato de que embora se pratiquem branqueamentos dentários muito frequentemente, não existe acordo no que respeita ao efeito dos agentes branqueadores no esmalte e dentina (Abouassi *et al.*, 2011; Alqahtani, 2014; Costa &

Mazur, 2007; Lewinstein *et al.*, 2004). Este facto é confirmado por Carrasco-Guerisoli e colaboradores (2009) quando assegura existirem estudos que demonstram que a aplicação de produtos à base de peróxido de hidrogénio provoca efeitos adversos na ultraestrutura da dentina e outros que não apontam quaisquer alterações.

Segundo Alqahtani (2014) existem muito menos estudos relativos à influência dos agentes branqueadores na dentina quando comparado com os que existem sobre o esmalte.

Embora com o branqueamento interno se consigam resultados estéticos muito favoráveis, há investigações que concluíram que este procedimento pode ter influências negativas nos tecidos duros dentários, entre as quais: redução do conteúdo mineral do esmalte e do conteúdo orgânico da dentina bem como alterações químicas e subsequentes alterações biomecânicas, desta forma, a redução da microdureza da dentina foi apontada como uma das consequências do branqueamento (Barros-Matoso *et al.*, 2011). Também Chng e colaboradores (2005) e Heling e colaboradores (1995), se referem à diminuição da microdureza da dentina como um efeito adverso decorrente do branqueamento interno.

Segundo Chen e colaboradores (2008), alguns estudos demonstraram que ocorrem alterações na morfologia de superfície, diminuição da microdureza e perda de tecido duro dentário associadas aos tratamentos de branqueamento dentário. No entanto, os mesmos autores afirmam que há a possibilidade de reverter esta situação espontaneamente após um período de remineralização.

Alqahtani (2014) bem como Lewinstein e colaboradores (2004) consideram que o cariz ácido do agente branqueador pode ser o agente causal da redução da microdureza, além desse fator, o contacto prolongado entre este e a superfície dentária e a presença de carbol e/ou glicerina no produto também podem provocar alterações na microdureza. Estes mesmos autores afirmam que a dureza do esmalte e da dentina é afetada pela perda de conteúdo mineral, no entanto a saliva, fluoretos ou outras soluções remineralizantes podem manter o equilíbrio entre a desmineralização e a remineralização. Ainda assim, a remineralização que se consegue através da saliva poderá não ser completa, existindo zonas com maior suscetibilidade para problemas como retenção de placa bacteriana e descalcificações.

Segundo Oliveira e colaboradores (2007) a redução da dureza dos tecidos duros dentários pode conduzir à sua dissolução e degradação, aumentar a permeabilidade da dentina e ser um potencial problema caso se pretendam realizar procedimentos

restauradores. Também Lewinstein e colaboradores (2004) consideram que a presença de alterações na dureza dos tecidos duros dentários reflete mudanças nas suas camadas mais superiores – porosidades e erosões que podem observar-se tanto no esmalte como na dentina.

Segundo Chng e colaboradores (2004), existem trabalhos de investigação acerca do efeito do peróxido de carbamida a 10% na dentina, sendo que o resultado num deles é a redução do rácio cálcio/fósforo nesta estrutura e no outro ocorreram alterações morfológicas moderadas após o tratamento com o mesmo agente. Também Oliveira e colaboradores (2007) se referem a estes estudos, salientando ainda que além destas alterações, ainda ocorre redução dos componentes orgânicos da dentina provocada pela oxidação de proteínas. Estes autores e também Chng e colaboradores (2002) defendem que as alterações na microdureza da dentina são muito influenciadas pela sua própria capacidade de tampão, pelo pH dos produtos branqueadores e também pelo aumento do diâmetro e da densidade dos túbulos dentinários que estão mais perto da polpa, adicionalmente, é necessário ter em conta a alteração da pressão que ocorre dentro da câmara pulpar, que também pode influenciar o efeito dos agentes branqueadores na dentina: quando se decompõem libertam oxigénio, o que poderá levar a um aumento da pressão dentro da câmara pulpar, forçando-os para os túbulos dentinários.

Chng e colaboradores (2002) apontam ainda como possível efeito adverso associado ao branqueamento a fragilidade da coroa dentária, que surge devido à dessecação do esmalte e da dentina.

Pobbe e colaboradores (2008) referem-se a estudos que indicam que os agentes branqueadores provocam uma diminuição da microdureza da dentina e aumento da sua permeabilidade o que, em conjunto com a perda de estrutura dentária que está sempre associada ao branqueamento interno, uma vez que há a necessidade de fazer tratamento endodôntico, levam a maior suscetibilidade e à fratura dos dentes.

Vários estudos mostraram que altas concentrações de peróxido de hidrogénio afetam as propriedades biomecânicas da dentina, mesmo fazendo aplicações num período de tempo reduzido (Chng *et al.*, 2004). Também Hilton e colaboradores (2013) afirmam que há evidência de que agentes branqueadores em concentrações elevadas provocam alterações na resistência à fratura da dentina.

De acordo com Azevedo e colaboradores (2011), o peróxido de hidrogénio tem uma influência negativa na microdureza dos tecidos dentários bem como no seu módulo de elasticidade, estas alterações podem ser atribuídas à redução do conteúdo orgânico da

dentina e a modificações morfológicas do tecido dentário, desta forma, poderá haver uma menor resistência à fratura dos dentes que foram sujeitos a branqueamento – quando se trata de dentes endodonciados o problema aumenta de gravidade, uma vez que são dentes já com algum grau de enfraquecimento. Chng e colaboradores (2005), acrescentam que os dentes sujeitos a branqueamento interno, ao verem alteradas as suas propriedades mecânicas, nomeadamente da dentina, podem ser menos resistentes à fratura e, por esse motivo, ter uma longevidade inferior.

Os agentes branqueadores provocam modificações da componente orgânica tanto da dentina intertubular como da dentina peritubular, uma vez que a reação de oxidação produzida pelos radicais de OH^- degrada as cadeias proteicas e componentes do tecido conjuntivo (especialmente colagénio e ácido hialurónico), estas alterações aumentam a permeabilidade dentinária e reduzem a sua dureza e elasticidade (Farmer *et al.*, 2006; Lambrianidis *et al.*, 2002; Pécora, Cruz-Filho, Sousa-Neto & Silva, 1994; Rodrigues *et al.*, 2009). Também Chng e colaboradores (2005) consideram que as alterações químicas que ocorrem na dentina são devidas à alteração do seu conteúdo orgânico, provocadas pelos agentes branqueadores.

Rodrigues e colaboradores (2009) apontam o baixo pH e o elevado potencial oxidativo do peróxido de hidrogénio como potenciais fatores precipitantes de alterações da estrutura da dentina. Já Chng e colaboradores (2005) admitem ser o efeito oxidante que o peróxido de hidrogénio tem na dentina intertubular e não o seu pH ácido que provoca estas alterações.

1.5. Efeito do Hidróxido de Cálcio após Aplicação de Branqueamento Interno

Quando se pretendem prevenir reabsorções radiculares externas após branqueamento muitas vezes aplica-se hidróxido de cálcio na câmara pulpar, este agente tem a capacidade de aumentar o pH do ambiente, fazendo com que os osteoclastos tenham uma menor atividade (Demarco *et al.*, 2001; Fuss *et al.*, 1989; Lambrianidis *et al.*, 2002; Montgomery, 1984; Rahimi *et al.*, 2010). Também Bearham (1999) e Chng e colaboradores (2004) corroboram este facto, afirmando que a aplicação de hidróxido de cálcio no interior da câmara pulpar tem-se revelado um tratamento de sucesso para as reabsorções radiculares induzidas pelo branqueamento. Este procedimento é efetuado porque, segundo Lambrianidis e colaboradores (2002), a dentina é permeável aos iões de cálcio, no entanto, estes mesmos autores referem-se a estudos que revelam não

existir alterações no pH dos tecidos periodontais aquando da aplicação de hidróxido de cálcio após branqueamento para tratamento de reabsorções cervicais, como é o caso do estudo de Fuss e colaboradores (1989), que demonstrou não haver passagem de hidróxido de cálcio através dos túbulos dentinários nem aumento do pH do periodonto nas áreas de reabsorção.

Tal como referido acima, Fuss e colaboradores (1989) e Tronstad, Andreasen, Hasselgren, Kristerson e Riis (1981) pensam que a utilização de hidróxido de cálcio no tratamento de reabsorções cervicais externas se baseie na difusão de iões através dos túbulos dentinários, promovendo um aumento do pH e parando o processo de reabsorção – o pH mais alcalino estimula as fosfatases alcalinas, enzimas que podem estar relacionadas com a formação de tecido duro.

Wang e Hume (1988) defendem que o hidróxido de cálcio, quando colocado na dentina, tem a capacidade de calcificar o tecido pulpar situado abaixo, por provocar alterações no seu pH.

Apesar de todas as vantagens atribuídas ao hidróxido de cálcio, o seu papel na microinfiltração das restaurações a compósito ainda não foi bem esclarecido e acredita-se que a presença de remanescentes deste agente nas paredes da cavidade de acesso leva a um aumento da microinfiltração das restaurações a compósito, que pode causar alterações de cor e penetração bacteriana (Rahimi *et al.*, 2010).

1.6. Medição da Microdureza

A dureza pode descrever-se como “a resistência à indentação/penetração permanentes de uma superfície” (Chng *et al.*, 2002). Anusavice, Shen e Rawls (2013) afirmam que esta definição se aplica à metalurgia, mas em mineralogia a dureza refere-se à resistência que um material oferece a ser riscado.

Fuentes, Toledano, Osorio e Carvalho (2003) esclarecem que esta propriedade pode ser classificada como a capacidade que um material tem de resistir à deformação local e pode ser estudada quando se provocam deformações que permanecem após remover a força.

Segundo Joiner e colaboradores (2004); Pinheiro e Cardoso (2011) e Ünlü e colaboradores (2004), alterações na microdureza associam-se a uma perda ou ganho de conteúdo mineral (desmineralização ou remineralização) pelo dente.

Quando se aplicam testes de dureza, que funcionam através da execução de micro indentações, não é possível detetar as alterações que acontecem no interior do esmalte e da dentina, no entanto, quando o objetivo é detetar alterações na sua superfície após sofrerem mineralizações e remineralizações, os testes de dureza são muito frequentemente utilizados (Costa & Mazur, 2007; Lewinstein *et al.*, 2004).

As indentações surgem na superfície dos materiais após sofrerem a ação de uma força, o seu aparecimento depende de múltiplas variáveis, tais como a força de compressão, o limite de proporcionalidade e a ductilidade, assim, pode dizer-se que estes fatores estão relacionados com a microdureza do material (Anusavice *et al.*, 2013). Fuentes e colaboradores (2003) acrescentam que a resistência à fratura e o módulo de elasticidade são também propriedades relacionadas com a microdureza.

Existem vários testes de dureza e a maioria baseia-se na aplicação de uma força através de uma ponta de diamante ou de uma bola de aço – os testes de Vickers e Knoop, quando comparados com outros, consideram-se testes de microdureza e baseiam-se na resistência do material à indentação (Anusavice *et al.*, 2013). Estes mesmos autores afirmam que o valor da microdureza é calculado a partir da profundidade de penetração da ponta no material.

A dureza de Vickers é medida com recurso a um diamante em forma de pirâmide quadrangular, que é aplicado com uma determinada força, de encontro à superfície que se pretende testar (Fuentes *et al.*, 2003).

II. OBJETIVOS

Os objetivos do presente trabalho são os seguintes:

1. Avaliar a influência na microdureza da dentina da aplicação de um branqueador interno contendo peróxido de carbamida a 16%;
2. Avaliar a influência na microdureza da dentina quando se aplica como branqueador interno uma mistura de perborato de sódio com água;
3. Avaliar a influência na microdureza da dentina da aplicação de uma pasta de hidróxido de cálcio após branqueamento interno com peróxido de carbamida a 16%.

As hipóteses nulas são:

1. A microdureza da dentina não é afetada pelo peróxido de carbamida a 16% quando utilizado como branqueador interno;
2. A microdureza da dentina não é afetada pela mistura de perborato de sódio com água quando utilizada como branqueador interno;
3. A aplicação de uma pasta de hidróxido de cálcio após branqueamento interno com peróxido de carbamida a 16% não influencia os valores de microdureza da dentina.

Hipóteses Alternativas:

1. A microdureza da dentina é afetada pelo peróxido de carbamida a 16% quando utilizado como branqueador interno;
2. A microdureza da dentina é afetada pela mistura de perborato de sódio com água quando utilizada como branqueador interno;
3. A aplicação de uma pasta de hidróxido de cálcio após branqueamento interno com peróxido de carbamida a 16% influencia os valores de microdureza da dentina.

III. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Material

- Dentes hígidos extraídos por motivos ortodônticos ou periodontais;
- Material para execução de tratamento endodôntico, nomeadamente:
 - Brocas esféricas diamantadas (Diatech, Coltène/Whaledent, Altstätten, Suíça);
 - Broca Endo-Z (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça);
 - Limas 10 manuais – K-File Colorinox® (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça);
 - Limas manuais K – Flexofile Colorinox® 1.ª e 2.ª série (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça);
 - Limas mecânicas – Mtwo® (VDW, Munique, Alemanha);
 - Motor de endodontia – VDW Silver® (VDW, Munique, Alemanha);
 - Régua endodôntica (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça);
 - Seringa e agulha de irrigação com saída lateral;
 - Hipoclorito de Sódio a 3% - NaOCl CanalPro® (Coltène/Whaledent, Cuyahoga Falls, Ohio, EUA);
 - Cones de papel (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça);
 - Cones de gutta de 1.ª e 2.ª série (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça);
 - Condensadores laterais (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça);
 - Cimento endodôntico – Sealapex® (Kerr, Scafati, Itália);
 - Transportadores de calor (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça);
 - Lamparina;
 - Películas de raio-X DF58 – Ultra-speed® (Kodak Dental Systems Carestream Health, Rochester, Nova Iorque, EUA).
- Base de ionómero de vidro modificado por resina – Vitrebond™ Plus® (3M ESPE, St. Paul, Minnesota, EUA) - Figura 1;
- Material de restauração provisória – Cavit™ G® (3M ESPE, Neuss, Alemanha) – Figura 2;
- Branqueador contendo Peróxido de Carbamida a 16% - polanight® (SDI Limited, Bayswater, Victoria, Austrália) - Figura 3;

- Perborato de Sódio tetrahidratado em pó (Labsolve, Odivelas, Portugal) - Figura 4;
- Hidróxido de Cálcio não *setting* Ultracal[®] XS (Ultradent Products, South Jordan, EUA) - Figura 5;
- Água destilada;
- Bases acrílicas para fixação de dentes;
- Cera colante;
- Micrótomo de tecidos duros Accutom-50[®] (Struers, Ballerup, Dinamarca);
- Aparelho de medição de microdureza de Vickers HSV-30[®] (Shimadzu Corporation, Quioto, Japão).



Figura 1 – Ionômero de Vidro Modificado por Resina



Figura 2 – Cavit[™] G[®] utilizado como material de restauração provisória



Figura 3 – Peróxido de Carbamida a 16%



Figura 4 – Perborato de Sódio em Pó



Figura 5 – Hidróxido de Cálcio não *setting*

3.2. Método

3.2.1. Recolha de Dentes

O pedido de parecer para levar a cabo o presente estudo foi alvo de apreciação pela Comissão de Ética da Egas Moniz, tendo sido aprovado por unanimidade (Anexo 1). Foram posteriormente recolhidos 32 dentes do Banco de Dentes Humanos da Clínica Dentária Universitária Egas Moniz, com o consentimento informado dos pacientes, sendo que os critérios de inclusão no estudo foram a exodontia ter ocorrido por motivos ortodônticos ou periodontais há menos de seis meses e os critérios de exclusão foram a existência de cáries ou fraturas.

Após a exodontia, os dentes foram mantidos em cloramina a 0,5% durante uma semana, sendo de seguida colocados em água destilada a 4°C até à data da sua utilização. Fizeram-se mudanças semanais da água destilada.

Posteriormente, os dentes foram divididos de forma aleatória por quatro grupos, com oito dentes cada, sendo que cada grupo continha cinco molares, um pré-molar e dois incisivos: Grupo 1 – Grupo de Controlo; Grupo 2 – Aplicação de perborato de sódio e água destilada; Grupo 3 – Aplicação de peróxido de carbamida a 16% e Grupo 4 – Aplicação de peróxido de carbamida a 16% seguido de hidróxido de cálcio.

3.2.2. Tratamento Endodôntico dos Dentes

Antes de iniciar o procedimento, removeram-se todos os restos de tecido periodontal e osso alveolar que estavam aderidos ao dente, com recurso a uma cureta. E executou-se o Rx inicial - Figura 6.



Figura 6 – Rx inicial de um dos dentes incluídos no estudo

Foi então efetuado o tratamento endodôntico dos dentes de todos os grupos, na Figura 7 podem ver-se as aberturas coronárias de um dos grupos.

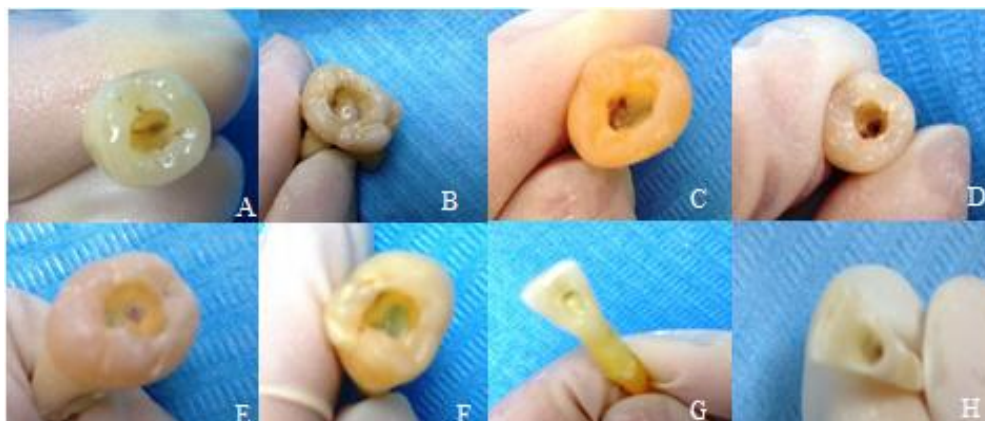


Figura 7 – Aberturas Coronárias:

A : 1.º Molar Inferior; B: 1.º Molar Superior; C: 2.º Molar Inferior; D: 2.º Molar Inferior; E: 2.º Molar Inferior; F: 1.º Pré-molar Inferior; G: Incisivo Central Inferior; H: Incisivo Central Inferior

Para execução do tratamento endodôntico foi utilizado o sistema de instrumentação mecânica (Sistema Mtwo[®] - VDW, Alemanha, Munique) e irrigação com Hipoclorito de Sódio a 1%. A técnica de obturação foi manual, por condensação lateral, com cones de gutta-percha (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) e cimento à base de hidróxido de cálcio (Sealapex[®] - Kerr, Scafati, Itália).

Após o preenchimento completo dos canais, foi efectuado o corte dos cones de gutta, recorrendo aos transportadores de calor (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) aquecidos com uma lamparina, de modo a deixar 2-3 mm entre o material obturador e o pavimento da câmara pulpar. Por fim, realizou-se um Rx final para controlo da localização da gutta - Figura 8.



Figura 8 – Rx final de um dos dentes incluídos no estudo

Após a realização do tratamento endodôntico, foi colocado ionómero de vidro modificado por resina sobre o material obturador. De seguida, colocou-se uma bola de

algodão esterilizada na câmara pulpar e efetuou-se uma restauração provisória com CavitTM G[®] (3M ESPE, Neuss, Alemanha) - Figura 9. Tendo-se procedido ao armazenamento dos dentes durante dois dias, em água destilada a 37°C.



Figura 9 – Restauração provisória efectuada num dos dentes incluídos no estudo

3.2.3. Aplicação dos Branqueadores

No Grupo 1 não foi aplicado qualquer agente branqueador, tendo os dentes permanecido com a bola de algodão esterilizada na câmara pulpar e armazenados a 37°C.

No Grupo 2 foi aplicado perborato de sódio misturado com água destilada – efetuou-se a remoção da restauração provisória com recurso a um destartarizador, removeu-se a bola de algodão esterilizada, irrigou-se a câmara pulpar com água destilada e secou-se a mesma com ar. De seguida, foi misturado o perborato de sódio com água, numa proporção de 2g/mL, obtendo-se uma consistência de areia molhada e a pasta foi aplicada na câmara pulpar - Figura 10. Voltou a colocar-se uma bola de algodão esterilizada por cima da mistura e encerrou-se a cavidade com uma restauração provisória, colocando-se de novo os dentes em água destilada a 37° C durante cinco dias, findos os quais se repetiu o procedimento, sendo que no dia de cada substituição a pasta era de novo preparada. Assim, foram feitas três aplicações de perborato de sódio misturado com água com intervalos de cinco dias entre cada uma.

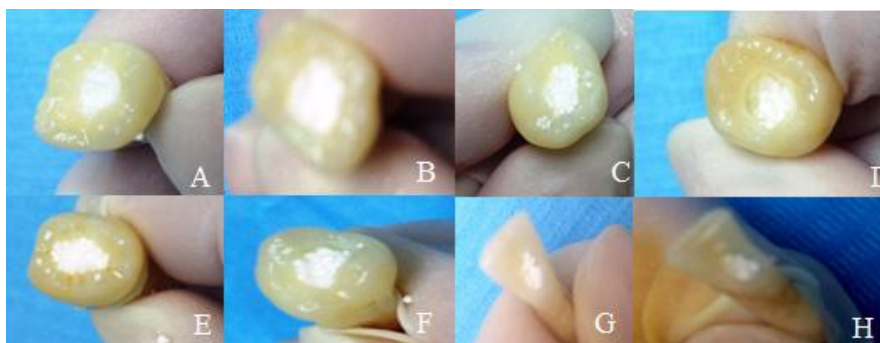


Figura 10 – Aplicação de Perborato de Sódio na Câmara Pulpar:

A: 2.º Molar Superior; B: 1.º Molar Superior; C: 1.º Molar Inferior; D: 2.º Molar Superior; E: 1.º Molar Superior; F: 1.º Pré-molar Inferior; G: Incisivo Central Inferior; H: Incisivo Central Inferior

No Grupo 3 foi aplicado peróxido de carbamida a 16% - efetuou-se a remoção da restauração provisória com recurso a um destartarizador, removeu-se a bola de algodão esterilizada, irrigou-se a câmara pulpar com água destilada e secou-se a mesma com ar. De seguida, foi aplicado o gel branqueador na câmara pulpar - Figura 11. Voltou a colocar-se uma bola de algodão esterilizada por cima do gel e encerrou-se a cavidade com uma restauração provisória, colocando-se de novo os dentes em água destilada a 37° C durante cinco dias, findos os quais se repetiu o procedimento. Assim, foram feitas três aplicações de peróxido de carbamida a 16% com intervalos de cinco dias entre cada uma.



Figura 11 – Aplicação de Peróxido de Carbamida na Câmara Pulpar

No Grupo 4 foi aplicado peróxido de carbamida a 16%, tendo-se efetuado o mesmo procedimento do que no grupo anterior. Passados cinco dias da terceira aplicação de peróxido de carbamida a 16%, foi removida a restauração provisória e a bola de algodão esterilizada, efetuou-se a lavagem da câmara pulpar com água destilada e secou-se a mesma com ar, sendo de seguida colocado hidróxido de cálcio não *setting* na câmara pulpar - Figura 12 -, com uma bola de algodão esterilizada por cima. A cavidade foi encerrada com uma restauração provisória. A permanência do hidróxido de cálcio na

câmara pulpar foi de quinze dias e os dentes voltaram a ser armazenados nas condições anteriormente descritas.



Figura 12 – Aplicação de hidróxido de cálcio na câmara pulpar

3.2.4. Medição da Microdureza da Dentina

Após terminados os dias de tratamento nos grupos de estudo, o grupo de controlo (grupo 1) foi submetido aos testes de medição da microdureza. Os dentes foram fixados com cera colante em suportes de acrílico (Figura 13) e foram então colocados no micrótomo de tecidos duros (Figura 14) e, nos molares e pré-molares, foram efetuados quatro cortes (Figura 15): o primeiro na região interproximal mais periférica do dente, o segundo alinhado com a cavidade de acesso – junto à parede pulpar interna mesial/distal, o terceiro alinhado com a cavidade de acesso – junto à parede pulpar interna oposta à anterior e o quarto na região mais periférica interproximal oposta.

Nos incisivos foram efetuados dois cortes (Figura 16) – um na região vestibular mais periférica e outro alinhado com a cavidade de acesso, junto à parede pulpar interna vestibular.

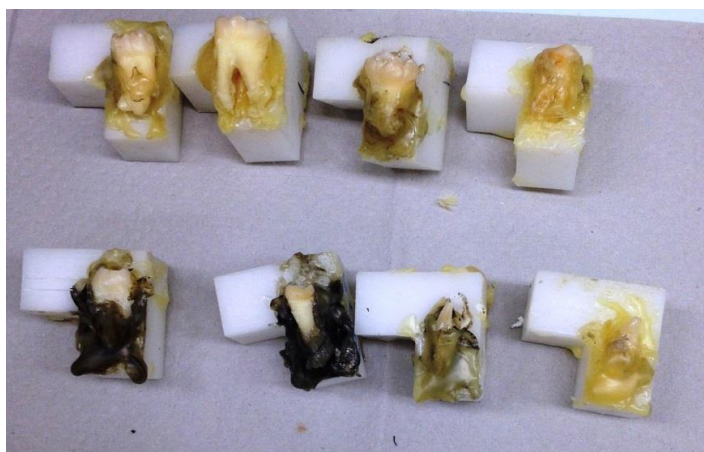


Figura 13 – Colagem dos dentes com cera colante nos suportes de acrílico

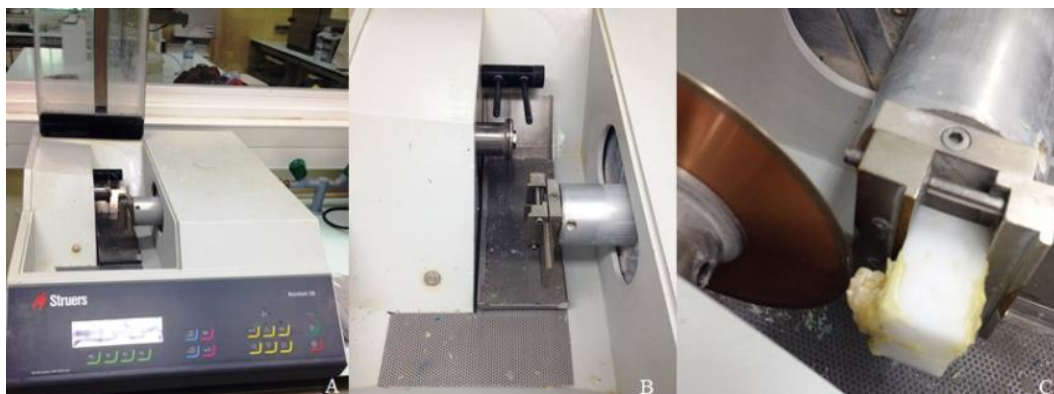


Figura 14 – Máquina de Corte:

A: Aspecto Exterior da Máquina; B: Aspecto Interior (local onde se aplica o suporte de acrílico); C: Suporte de Acrílico no local de fixação com o dente pronto a ser seccionado.

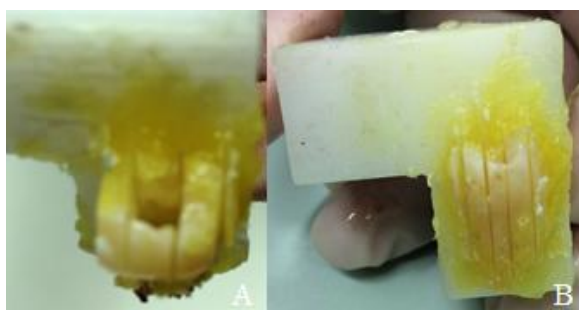


Figura 15 – Quatro Cortes efectuados:

A: Molar; B: Pré-molar



Figura 16 – Dois cortes efectuados nos Incisivos

Após a obtenção das catorze amostras (Figura 17 a 20) – duas por cada molar e pré-molar e uma por cada incisivo, foi efetuada a medição da microdureza da dentina, com recurso ao aparelho de Vickers HSV-30[®] (Shimadzu Corporation, Quioto, Japão) - Figura 21 -, tendo sido efetuadas cinco indentações por amostra, aplicando-se uma força de 5 N durante 15 segundos - Figura 22. A primeira indentação foi efetuada no

centro da amostra, sendo que serviu de guia para a execução das restantes quatro, de acordo com os pontos cardeais. As quatro indentações que se seguiram à primeira foram efetuadas deslocando a imagem até a primeira indentação já não ser visível.

Para obtenção do valor de microdureza, foram colocadas as linhas da escala do aparelho sobrepostas numa das extremidades do losango, e nesse momento assinalou-se o zero, de seguida, com recurso ao parafuso micrométrico, deslocou-se uma das linhas da escala, mantendo a outra na posição inicial, até à extremidade oposta do losango, sendo por fim possível dar a indicação de que se pretende saber qual o valor dessa distância, a qual servirá para determinar a microdureza da dentina.

Os cinco valores obtidos, correspondentes a cada uma das cinco indentações, foram somados e foi feita a média dos cinco, chegando-se deste modo a um valor médio para cada amostra.

Nos Grupos 2 e 3, após terminado o tratamento branqueador, foi removida a restauração provisória e a bola de algodão esterilizada e efetuada a lavagem da câmara pulpar com água destilada para remoção do produto branqueador, sendo que de seguida o procedimento foi o mesmo que o utilizado para o grupo de controlo, tanto para obtenção das amostras de dentina como para medição da microdureza.

No grupo 4, após terminado o tratamento branqueador, foi colocada a pasta de hidróxido de cálcio durante quinze dias. Findo esse período, efetuou-se a remoção da restauração provisória e da bola de algodão esterilizada e foi efetuada a lavagem da câmara pulpar com água destilada para remoção do hidróxido de cálcio, sendo que de seguida o procedimento foi o mesmo que o utilizado para os grupos anteriores, tanto para obtenção das amostras de dentina como para medição da microdureza.

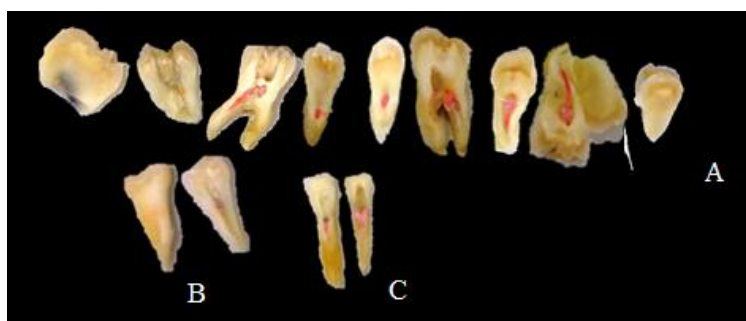


Figura 17 – Amostras do Grupo 1 após os cortes:
A: Molares; B: Pré-Molar; C: Incisivos

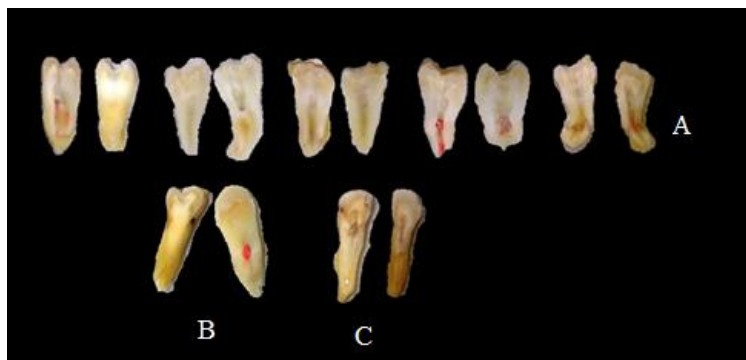


Figura 18 - Amostras do Grupo 2 após os cortes:
A: Molares; B: Pré-Molar; C: Incisivos



Figura 19 - Amostras do Grupo 3 após os cortes:
A: Molares; B: Pré-Molar; C: Incisivos

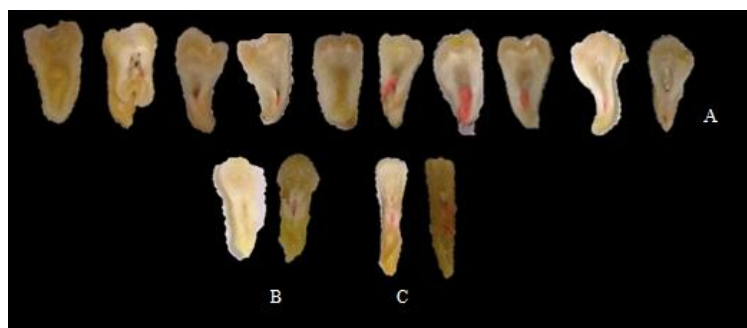


Figura 20 - Amostras do Grupo 4 após os cortes:
A: Molares; B: Pré-Molar; C: Incisivos



Figura 21 – Máquina de Teste Universal HSV-30® (Shimadzu Corporation, Quioto, Japão)

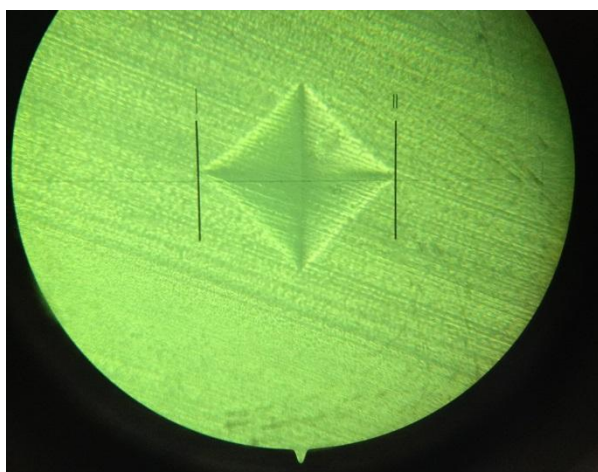


Figura 22 – Indentação efectuada pela máquina de teste na amostra

3.2.5. Análise Estatística

Foi efetuada a análise estatística quantitativa dos valores obtidos em cada uma das catorze amostras de cada grupo utilizando programa informático IBM SPSS Statistics v. 21®.

Aplicou-se o teste *one-way* ANOVA para fazer a relação entre as variáveis e estabeleceu-se como referência um nível de confiança de 95%, deste modo, as diferenças consideram-se estatisticamente significativas quando (p), valor correspondente à probabilidade associada à estatística do teste aplicado é inferior a 0,05.

Houve necessidade de eliminar uma amostra do grupo de controlo para garantir uma distribuição normal dos resultados e assim poder utilizar o teste *one-way* ANOVA para análise dos mesmos.

IV. RESULTADOS

Na tabela 1 podemos observar a média, desvio-padrão e intervalos de confiança dos valores de microdureza dos quatro grupos analisados.

No Grupo 1, ou Grupo de Controlo, o valor médio de microdureza observado foi de 56,9646 VHN sendo que o desvio-padrão foi de $\pm 8,47251$ e os intervalos de confiança encontram-se entre 51,8447 (limite inferior) e 62,0845 (limite superior).

No Grupo 2, ou das amostras nas quais se aplicou perborato de sódio misturado com água, o valor médio de microdureza observado foi de 61,2600 VHN sendo que o desvio-padrão foi de $\pm 12,77911$ e os intervalos de confiança encontram-se entre 53,8816 (limite inferior) e 68,6348 (limite superior).

No Grupo 3, ou das amostras nas quais se aplicou peróxido de carbamida a 16%, o valor médio de microdureza observado foi de 68,9400 VHN sendo que o desvio-padrão foi de $\pm 28,58062$ e os intervalos de confiança encontram-se entre 52,4380 (limite inferior) e 85,4420 (limite superior).

No Grupo 4, ou das amostras nas quais se aplicou peróxido de carbamida da 16% seguida de hidróxido de cálcio, o valor médio de microdureza observado foi de 56,2186 VHN sendo que o desvio-padrão foi de $\pm 10,34014$ e os intervalos de confiança encontram-se entre 50,2484-62,1888.

	Amostra (N)	Média	Desvio Padrão	Intervalos de Confiança	
				Limite Inferior	Limite Superior
Grupo de Controlo	13	56,9646	8,47251	51,8447	62,0845
Grupo Perborato de Sódio	14	61,2600	12,77911	53,8816	68,6348
Grupo Peróxido de Carbamida a 16%	14	68,9400	28,58062	52,4380	85,4420
Grupo Peróxido de Carbamida + Hidróxido de Cálcio	14	56,2186	10,34014	50,2484	62,1888

Tabela 1 – Valores médios, desvio-padrão e intervalos de confiança para cada um dos grupos estudados

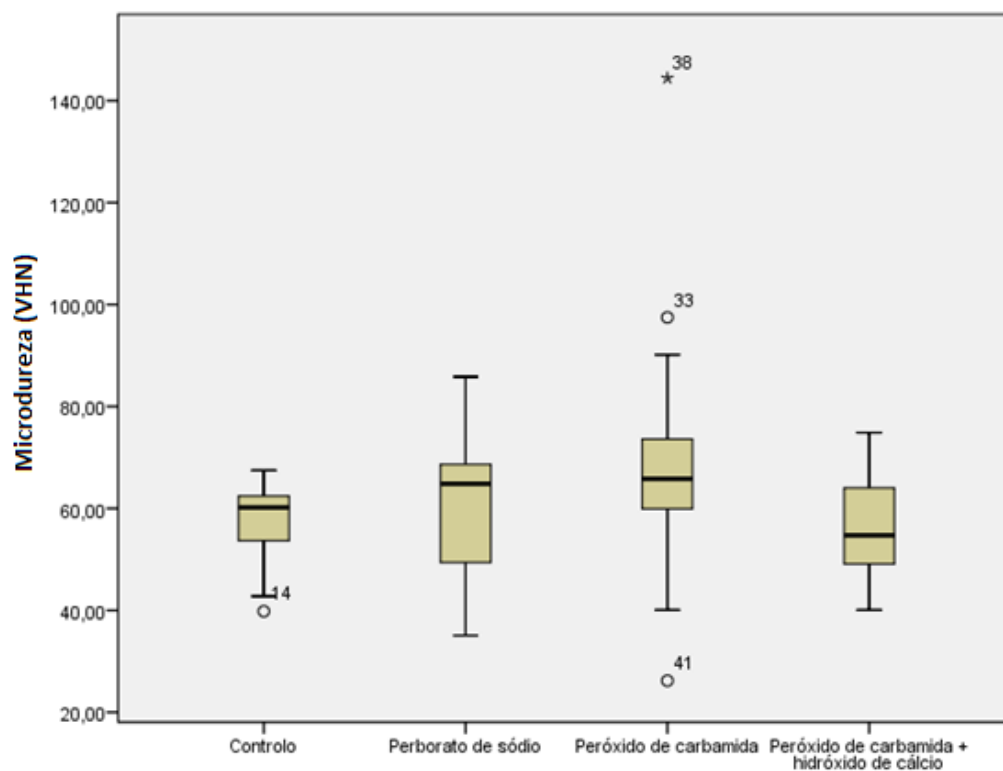


Figura 23 – Distribuição dos resultados de microdureza (VHN) dos quatro grupos

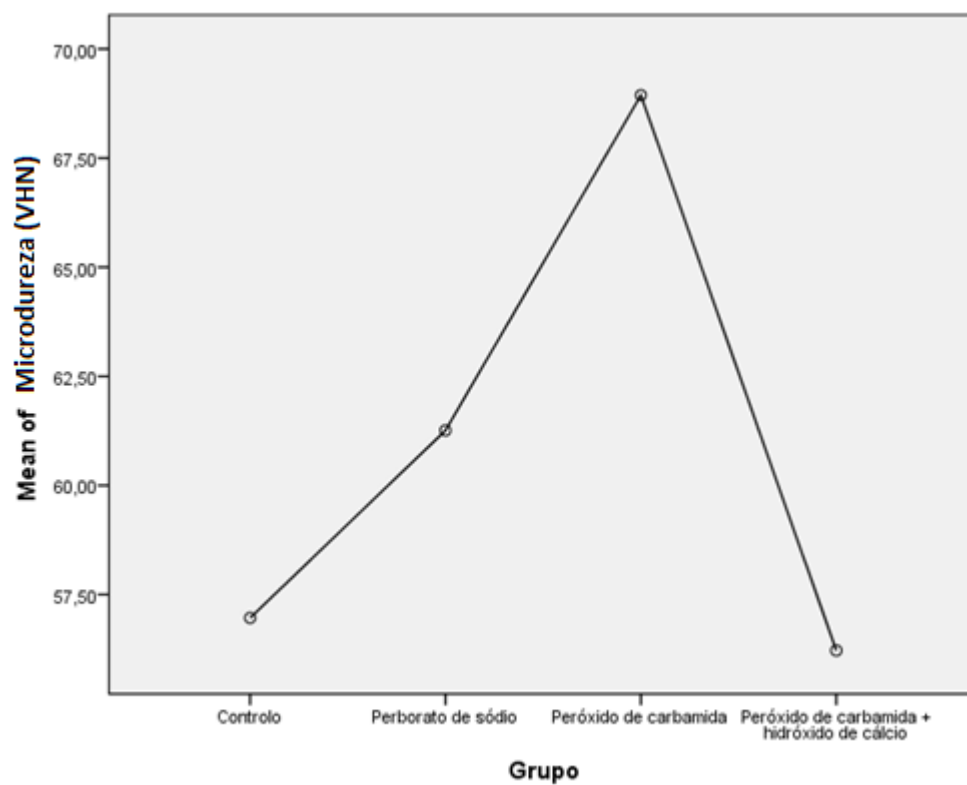


Figura 24 – Valores médios de microdureza dos quatro grupos

Na tabela 2 pode observar-se o resultado do teste estatístico *one-way* ANOVA, a partir da análise do qual se pode verificar que as diferenças de microdureza observadas entre os quatro grupos não são estatisticamente significativas ($p > 0,05$).

Desta forma, confirmam-se as hipóteses nulas propostas: a microdureza da dentina não é afetada pelo peróxido de carbamida a 16% contido no branqueador interno aplicado na câmara pulpar; a microdureza da dentina não é afetada pela mistura de perborato de sódio com água aplicada na câmara pulpar e a aplicação de hidróxido de cálcio após branqueamento interno com peróxido de carbamida a 16% também não provoca alterações significativas na microdureza da dentina.

	Amostra (N)	Média	p
Grupo 1	13	56,9646	0,200*
Grupo 2	14	61,2600	0,200*
Grupo 3	14	68,9400	0,200*
Grupo 4	14	56,2186	0,200*

* $p > 0,05$ e como tal, as diferenças não são estatisticamente significativas

Tabela 2 – Resultados do teste estatístico *one-way* ANOVA

V. DISCUSSÃO

Antes de proceder à discussão dos resultados obtidos é importante ressaltar alguns aspetos relacionados com o procedimento efetuado.

Foram recolhidos 32 dentes hígidos do banco de dentes humanos da Clínica Universitária Egas Moniz. A necessidade de serem hígidos prende-se com o facto de a presença de cáries/fraturas trazer alterações importantes na composição da estrutura dentária, como a produção de dentina terciária, que levaria à obliteração e desorganização dos túbulos dentinários, afetando deste modo a permeabilidade da dentina, o que poderia conduzir a uma alteração de resultados, uma vez que os agentes branqueadores teriam mais dificuldade de penetração na dentina (Rodrigues *et al.*, 2009). Assim, como condição obrigatória, os dentes recolhidos teriam que ser extraídos ou por motivos ortodônticos ou por motivos periodontais.

O armazenamento dos dentes em cloramina a 0,5% durante uma semana após a sua recolha e a posterior colocação em água destilada, é um procedimento concordante com o que está descrito na norma ISO/TS 11405:2003. Também esta norma estabelece o limite máximo de seis meses de armazenamento dos dentes para que não decorram alterações significativas na sua composição, prazo que também foi respeitado.

A execução do tratamento endodôntico dos dentes de todos os grupos, prende-se com a necessidade de tornar esta investigação *in vitro* o mais aproximada possível do que sucede clinicamente – o branqueamento interno apenas se realiza em dentes previamente endodonciados (Heymann *et al.*, 2013; Hilton *et al.*, 2013). No grupo de controlo, embora não se tenha efetuado nenhum tratamento branqueador, a execução do tratamento endodôntico prende-se com o facto de haver necessidade de executar um tratamento idêntico em todos os grupos, variando apenas o tipo de branqueador aplicado, permitindo, desta forma, uma comparação entre os resultados.

Há a necessidade de deixar 2-3 mm de espaço entre o material obturador e o pavimento da câmara pulpar para que se possa fazer a posterior colocação do ionómero de vidro modificado por resina (Abbot, 1997; Heymann, *et al.*, 2012; Plotino *et al.*, 2008; Rahimi *et al.*, 2010; Zimmerli *et al.*, 2010).

A aplicação do ionómero de vidro modificado por resina foi efetuada porque este material, que funciona como base, impede a penetração do branqueador e a sua progressão em direção apical (Abbot, 1997; Heymann *et al.*, 2013; Hilton *et al.*, 2013;

Macey-Dare & Williams, 1997) – tratando-se de um estudo *in vitro* não há o risco de o branqueador passar através do ápex e provocar danos no ligamento periodontal, no entanto, para fazer uma aproximação o mais possível à realidade, foi colocado o ionómero de vidro modificado por resina dado que este é o procedimento habitual em ambiente clínico.

No que respeita à escolha dos agentes branqueadores utilizados, esta foi feita com base na Circular de Bruxelas (31/08/2012) acerca de Produtos de Branqueamento Dentário - diretiva 2011/84/EU do Conselho de 20 de Setembro de 2011 que declara no ponto 3: “A Diretiva proíbe a comercialização de produtos que contenham mais que 6% de peróxido de hidrogénio e estabelece novas condições para a utilização dos produtos que contenham entre 0,1% e 6% de peróxido de hidrogénio, independentemente do local onde essa utilização decorre – no consultório de medicina dentária ou em casa”.

Deste modo, foi escolhido peróxido de carbamida a 16%, a concentração mais elevada que é permitido utilizar (corresponde a cerca de 5,7% de peróxido de hidrogénio) e perborato de sódio, que não deveria exceder a percentagem máxima de 3% (corresponde a cerca de 6% de peróxido de hidrogénio). Recentemente, a Ordem dos Médicos Dentistas tornou pública a proibição na UE relativa à utilização de boratos, produtos como ácido perbórico e perborato de sódio, alegando que são mutagénicos e cancerígenos. À data de início deste estudo, esta informação era desconhecida e, mesmo atualmente, a utilização deste agente continua a ser permitida fora da UE, pelo que o trabalho desenvolvido continua a poder constituir informação relevante para os utilizadores desta substância que não sejam médicos dentistas na UE.

Para a aplicação do perborato de sódio, foi feita a sua mistura com água, nas proporções de 2g de perborato de sódio para 1 mL de água, procedimento preconizado por vários autores (Macey-Dare & Williams, 1997; Rotstein *et al.*; 1991; Zalkind *et al.*, 1996) – foi adotado este procedimento uma vez que havia necessidade de uniformizar o método e garantir que a mesma concentração de perborato de sódio seria utilizada em todos os dentes. Sabe-se que as proporções utilizadas não vão de encontro à concentração máxima de peróxido de hidrogénio permitida na UE. Uma concentração de 6% de peróxido de hidrogénio apenas corresponde a 3% de perborato de sódio. Na literatura não foi possível encontrar referência à utilização de perborato de sódio a 3% e a descrição de múltiplos autores acerca da manipulação deste agente apenas menciona a mistura de ambas as partes até se obter uma consistência manipulável (Fuss *et al.*, 1989;

Heyman *et al.*, 2013; Hilton *et al.*, 2013; Maleknejad *et al.*, 2012; Rotstein *et al.*, 1991) ou a execução da mistura até se obter uma consistência de areia molhada (Chng *et al.*, 2002) para que seja possível transportá-la até à câmara pulpar. Não se encontraram referências relativamente às proporções que devem ser utilizadas.

Relativamente ao peróxido de carbamida a 16%, a sua aplicação foi efetuada de acordo com as indicações do fabricante, embora o mesmo tenha sido produzido para efetuar branqueamentos na técnica de branqueamento em ambulatório, a única alteração efetuada foi aplicá-lo na câmara pulpar em vez de na superfície externa do esmalte, dado que, com as normas atuais existem muito poucos produtos de branqueamento interno no mercado com concentrações tão baixas.

Optou-se por fazer três aplicações de branqueador com cinco dias de intervalo, pois é o número médio de sessões e intervalo de tempo descritos na literatura (Abbot, 1997; Carrasco-Guerisoli *et al.*, 2009; Maleknejad *et al.*, 2012; Plotino *et al.*, 2008; Rotstein *et al.*, 1992; Tredwin *et al.*, 2006).

O armazenamento dos dentes em água destilada foi efetuado para que mais nenhuma variável influenciasse os resultados, uma vez que a utilização de saliva artificial ou de outra solução poderia conduzir processos de incorporação iónica na estrutura dentária, situação que faria com que o estudo efetuado não fosse única e exclusivamente ao encontro do efeito dos agentes branqueadores escolhidos na microdureza da dentina. Outras variáveis teriam que ser tidas em consideração.

Optou-se por colocar as amostras a uma temperatura de 37°C uma vez que esta é a temperatura média da cavidade oral, mimetizando-se desta forma o que se passa *in vivo*, vários outros autores também procederam do mesmo modo nos seus trabalhos experimentais (Attin, Vollmer, Wiegand, Attin & Betke, 2005; Freitas *et al.*, 2004; Kozak, Duschner, Götz, White & Zoladz, 2001; Tam, Abdool & El-Badrawy, 2005; Tam, Lim & Khanna, 2005; White, Kozak, Duschner, Götz & Zoladz, 2001; White, Kozak, Zoladz, Duschner & Götz, 2004).

A aplicação do hidróxido de cálcio durante quinze dias no Grupo 4 prende-se com as propriedades alcalinas que lhe são atribuídas e com a possibilidade de este agente ter influência nas propriedades da dentina após esta última ter estado em contacto com agentes oxidantes (Attin *et al.*, 2003; Carrasco *et al.*, 2007; Demarco *et al.*, 2001; Lambrianidis *et al.*, 2002; Plotino *et al.*, 2008; Rahimi *et al.*, 2010). Pretende-se avaliar se realmente há alguma influência quando se efetua a aplicação de hidróxido de cálcio

por comparação com os resultados do Grupo 3, em que apenas se utilizou peróxido de carbamida.

Na obtenção das amostras, foram efetuados cortes nas extremidades proximais mais periféricas dos dentes de modo a obter uma superfície estável, que pudesse ser colocada no aparelho de medição de dureza sem que houvesse báscula aquando da aplicação da força com a ponta diamantada, situação que, a ocorrer, condicionaria os resultados.

A escolha do teste de microdureza de Vickers para determinar a dureza da dentina prende-se com o facto de este ser considerado um teste de microdureza que permite medições em regiões pequenas de amostras finas (Anusavice *et al.*, 2013) como é o caso das amostras obtidas neste procedimento experimental. Este é um teste que permite determinar a dureza de amostras frágeis, como a estrutura dentária (Fuentes *et al.*, 2003).

As cinco indentações efectuadas por cada amostra permitem fazer a média para a amostra respectiva, desta forma os resultados para cada amostra são mais consistentes, já que quase toda a dentina da amostra é abrangida nas medições – também Joiner e colaboradores (2004) e Sulieman e colaboradores (2004) advogam a execução de cinco indentações por amostra e de seguida a média das cinco.

A força aplicada (500g ou 5N) foi seleccionada com base na literatura, dado que, a maioria dos autores, nos seus trabalhos de investigação que envolviam efetuar testes de microdureza à dentina, aplicaram esta força (White *et al.*, 2004; White *et al.*, 2001; Fuentes *et al.*, 2003). O tempo de aplicação da força – 15 segundos – foi o adotado por Fuentes e colaboradores (2003).

Relativamente aos resultados obtidos, a média de valores de microdureza da dentina para o grupo 1, que constituía o grupo de controlo, foi de $56,9646 \pm 8,47251$ VHN, valor compatível com o valor médio de dureza encontrado por Gutiérrez-Salazar e Reyes-Gasga (2003), que obtiveram valores médios de microdureza da dentina entre 50 a 60 VHN. Também Fuentes e colaboradores (2003) e White e colaboradores (2004) encontraram valores de microdureza da dentina dentro deste intervalo: 62,32 VHN e 55-61 VHN, respetivamente.

Nos grupos onde foram aplicados agentes branqueadores, nomeadamente perborato de sódio, peróxido de carbamida a 16% e peróxido de carbamida a 16% seguida de hidróxido de cálcio, obtiveram-se valores médios de microdureza de $61,2600 \pm$

12,77911 VHN, $68,9400 \pm 28,58062$ VHN e $56,2186 \pm 10,34014$ VHN, respectivamente e, embora se verifiquem valores diferentes, não se pode considerar que estas diferenças sejam estatisticamente significativas ($p > 0,05$).

Pela análise dos resultados, comparando os valores de microdureza obtidos nos grupos de teste e de controlo, não se pode considerar que haja um efeito negativo dos agentes branqueadores na microdureza da dentina, uma vez que as diferenças de valores médios de microdureza não se consideram estatisticamente significativas.

Relativamente ao grupo no qual se aplicou peróxido de carbamida a 16% seguido de hidróxido de cálcio, também não se pode afirmar que a aplicação de hidróxido de cálcio após o branqueamento interno traga benefícios à microdureza da dentina, uma vez que, também aqui, as diferenças entre os valores médios de microdureza obtidos neste grupo e no grupo de controlo não são estatisticamente significativas.

Existem muito poucos estudos atuais acerca do efeito de branqueadores como o peróxido de carbamida a 16% e o perborato de sódio na microdureza da dentina e não foram encontrados estudos em que as amostras tivessem sido sujeitas exatamente às mesmas condições que as utilizadas neste estudo.

Relativamente ao perborato de sódio, agente branqueador aplicado no grupo 2, Rotstein e colaboradores (1992) testaram o efeito deste agente no conteúdo inorgânico da dentina e do cimento, e, relativamente à dentina, chegaram à conclusão de que não ocorrem alterações significativas no seu conteúdo inorgânico, devendo a sua utilização ser encorajada – embora não se trate diretamente da microdureza, o conteúdo mineral está relacionado com esta propriedade, como está descrito por Gutiérrez-Salazar e Reyes-Gasga (2003) e Pashley e colaboradores (1985) e, desta forma, não havendo alterações no conteúdo mineral, é também provável que não ocorram na microdureza, sendo o resultado concordante com os resultados que se obtiveram neste estudo. Também Zalkind e colaboradores (1996), embora não tenham testado diretamente a microdureza, concluíram que a aplicação de perborato de sódio misturado com água na dentina não provoca alterações na morfologia de superfície desta estrutura. Pelo contrário, Pécora e colaboradores (1994) encontraram valores de microdureza da dentina diminuídos após o branqueamento com perborato de sódio.

Relativamente aos resultados obtidos no grupo 3, onde se aplicou peróxido de carbamida a 16%, estes são semelhantes aos de Ünlü e colaboradores (2004), que também não observaram diminuições na microdureza da dentina após aplicação de peróxido de carbamida a 15% na superfície dentinária – embora estes resultados sejam

semelhantes há que realçar que estes autores apenas aplicaram o agente branqueador durante 28h e que a percentagem do agente branqueador não era exatamente a mesma, tendo uma diferença de 1%.

Kozak e colaboradores (2001) e White e colaboradores (2004), ao analisarem o efeito do peróxido de hidrogénio a 5,3% (concentração muito equivalente à utilizada neste estudo – uma vez que 16% de peróxido de carbamida equivale a cerca de 5,7% de peróxido de hidrogénio) também obtiveram resultados semelhantes aos da presente investigação, concluindo que não ocorrem alterações na microdureza da dentina após a exposição ao peróxido de carbamida a 16%.

Attin e colaboradores (2005) também verificaram a influência de branqueadores contendo peróxido de carbamida a 15%, uma concentração apenas 1% inferior à utilizada no presente estudo, e chegaram à mesma conclusão – a microdureza da dentina não foi significativamente afetada. Embora os resultados tenham sido os mesmos, há que realçar que este estudo foi feito em dentes bovinos. No entanto, os autores justificam a sua opção com o facto de os dentes bovinos terem propriedades muito semelhantes às dos humanos.

Joiner (2007) afirma que a maioria dos estudos não reporta alterações na estrutura química e morfológica do esmalte ou da dentina, sendo que os estudos com resultados contrários geralmente possuem limitações, não reproduzindo todas as condições que sucedem *in vivo* ou usando produtos demasiadamente ácidos.

Sulieman e colaboradores (2004), embora efetuando um estudo com uma percentagem muito mais elevada de peróxido de hidrogénio (35%) também concluíram que este agente não provoca alterações na microdureza da dentina, obtendo valores médios semelhantes aos do grupo 3 – é bom lembrar que há uma relação direta entre o peróxido de hidrogénio e os agentes branqueadores utilizados no presente estudo, sendo que 16% de peróxido de carbamida corresponde a cerca de 5,7% de peróxido de hidrogénio, valor muito inferior ao utilizado no estudo de Sulieman e colaboradores (2004), que, ainda assim, obtiveram resultados semelhantes.

Tam e Noroozi (2007), pelo contrário, após aplicarem peróxido de carbamida a 16% na superfície da dentina chegaram à conclusão que este agente provocava a diminuição da resistência à fratura e afirmam que isto se pode dever a mudanças na estrutura interna da dentina no que concerne ao conteúdo em água, mineralização, colagénio e proteínas não colagénicas. Assim, à redução do conteúdo mineral poderá estar associada

uma diminuição da microdureza, embora estes autores não consigam mostrar qual das propriedades é afetada.

Rotstein e colaboradores (1996) após a análise histoquímica da dentina e do esmalte após branqueamento com peróxido de carbamida a 15% concluíram que na dentina ocorre uma diminuição do rácio cálcio/fosfato, desta forma, uma diminuição do conteúdo mineral pode estar associada a uma diminuição da microdureza, uma vez que, segundo vários autores existe uma relação direta entre o conteúdo mineral e a microdureza (Gutiérrez-Salazar & Reyes-Gasga, 2003; Pashley *et al.*, 1985; Pinheiro & Cardoso, 2011). Assim, este resultado não vai de encontro ao obtido nesta investigação.

No grupo onde se aplicou hidróxido de cálcio após a aplicação de peróxido de carbamida a 16%, também não se verificaram alterações significativas na microdureza da dentina quando comparado com o grupo de controlo. Este resultado não vai de encontro às afirmações de Mjör (2009), que afirma ocorrer um aumento da dureza da dentina quando se aplica hidróxido de cálcio na sua superfície, devido à deposição de cristais.

A aplicação de hidróxido de cálcio na câmara pulpar não trouxe diferenças significativas na microdureza da dentina, desta forma, é possível concluir, dentro das limitações deste estudo, que a sua utilização, embora não traga benefícios a esta propriedade, também não traz consequências e constitui uma mais-valia, uma vez que este agente tem propriedades antibacterianas conhecidas, sendo amplamente utilizado como medicação intracanal. Por este motivo, a sua colocação na câmara pulpar em vez de apenas uma bola de algodão esterilizada, é um procedimento que se poderá revelar válido e vantajoso para o doente.

VI. CONCLUSÕES

Pela análise dos resultados obtidos, e dentro das limitações deste estudo, pôde concluir-se que:

1. A microdureza da dentina não é afectada pelo peróxido de carbamida a 16% quando utilizado como branqueador interno;
2. A microdureza da dentina não é afectada pelo perborato de sódio quando utilizado como branqueador interno;
3. A aplicação de uma pasta de hidróxido de cálcio após o branqueamento interno com peróxido de carbamida a 16% não influencia os valores de microdureza da dentina.

Desta forma, confirmam-se as hipóteses nulas.

O presente trabalho de investigação tem algumas limitações, entre as quais:

- Apesar da distribuição equitativa dos dentes, não houve uma uniformização no tipo de dente dentro de cada grupo;
- Apesar da obtenção de significação estatística, uma amostra maior talvez pudesse revelar alguma diferença entre os resultados obtidos;
- Só se aplicou hidróxido de cálcio após o branqueamento interno no grupo em que se colocou peróxido de carbamida a 16%, não tendo sido possível avaliar o seu efeito quando aplicado após branqueamento interno com perborato de sódio.

Deste modo, sugere-se que mais investigações sejam efetuadas no campo da influência dos produtos branqueadores na microdureza da dentina, uma vez que a literatura a este respeito continua a ser escassa e a dentina é uma estrutura de importância extrema para a manutenção de toda a estrutura dentária.

Os estudos a efetuar no futuro poderão colmatar as limitações inerentes a este estudo e assim, quiçá, chegar a resultados diferentes.

VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbot, P. (1997). Aesthetic Considerations in Endodontics: Internal Bleaching. *Practical Periodontics and Aesthetic Dentistry*, 9(7), 833-840.
- Abbott, P., & Heah, S. (2009). Internal bleaching of teeth: an analysis of 255 teeth. *Australian Dental Journal*, 54(4), 326-333.
- Abouassi, T., Wolkewitz, M., & Hahn, P. (2011). Effect of carbamide peroxide and hydrogen peroxide on enamel surface: an in vitro study. *Clinical Oral Investigations*, 15(5), 673-680.
- Alqahtani, M. (2014). Tooth-bleaching procedures and their controversial effects: A literature review. *The Saudi Dental Journal*, 26(2), 33-46.
- Anusavice, K., Shen, C., & Rawls, R. (2013). *Phillips' Science of Dental Materials* (12.^a ed.). St. Louis, Missouri: Elsevier/Saunders.
- Arikan, V., Sari, S., & Sonmez, H. (2009). Bleaching a devital primary tooth using sodium perborate with walking bleach technique: A case report. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 107(5), e80-e84.
- Attin, T., Paqué, F., Ajam, F., & Lennon, M. (2003). Review of the current status of tooth whitening with the walking bleach technique. *International Endodontic Journal*, 36(5), 313-329.
- Attin, T., Vollmer, D., Wiegand, A., Attin, R., & Betke, H. (2005). Subsurface microhardness of enamel and dentin after different external bleaching procedures. *American Journal of Dentistry*, 18(1), 8-12.
- Azevedo, R., Silva-Sousa, Y., Souza-Gabriel, A., Messias, D., Alfredo, E., & Silva, R. (2011). Fracture Resistance of Teeth Subjected to Internal Bleaching and Restored with Different Procedures. *Brazilian Dental Journal*, 22(2), 117-121.

- Barros-Matoso, F., Souza-Gabriel, A., Furtado-Messias, D., Sousa-Neto, M., & Alfredo, E. (2011). Microhardness of intracoronar dentin exposed to bleaching and fluoride treatment. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*, 112(5), e1-e5.
- Bearham, A. (1999). The Consequences Of Internal Tooth Bleaching. *Australian Endodontic Journal*, 25(3), 136-139.
- Carey, C. (2014). Tooth Whitening: What We Now Know. *Journal of Evidence-Based Dental Practice*, 14(1), 70-76.
- Carrasco, L., Fröner, I., Corona, S., & Pécora, J. (2003). Effect of internal bleaching agents on dentinal permeability of non-vital teeth: quantitative assessment. *Dental Traumatology*, 19(2), 85-89.
- Carrasco, L., Guerisoli, D., Pécora, J., & Fröner, I. (2007). Evaluation of dentin permeability after light activated internal dental bleaching. *Dental Traumatology*, 23(1), 30-34.
- Carrasco-Guerisoli, L., Schiavoni, R., Barroso, J., Guerisoli, D., Pécora, J., & Fröner, I. (2009). Effect of different bleaching systems on the ultrastructure of bovine dentin. *Dental Traumatology*, 25(2), 176-180.
- Cavalli, V., Giannini, M., & Carvalho, R. (2004). Effect of carbamide peroxide bleaching agents on tensile strength of human enamel. *Dental Materials*, 20(8), 733-739.
- Chen, H., Chang, C., Liu, J., Chuang, S., & Yang, J. (2008). Effect of fluoride containing bleaching agents on enamel surface properties. *Journal of Dentistry*, 36(9), 718-725.
- Chng, H., Palamara, J., & Messer, H. (2002). Effect of Hydrogen Peroxide and Sodium Perborate on Biomechanical Properties of Human Dentin. *Journal of Endodontics*, 28(2), 62-67.
- Chng, H., Ramli, H., Yap, A., & Lim, C. (2005). Effect of hydrogen peroxide on intertubular dentine. *Journal of Dentistry*, 33(5), 363-369.

- Chng, H., Yap, A., Wattanapayungkul, P., & Sim, C. (2004). Effect of traditional and alternative intracoronal bleaching agents on microhardness of human dentine. *Journal of Oral Rehabilitation*, 31(8), 811-816.
- Çobankara, F., Ünlü, N., Altinöz, H., & Özer, F. (2004). Effect of home bleaching agents on the roughness and surface morphology of human enamel and dentine. *International Dental Journal*, 54(4), 211-218.
- Costa, J., & Mazur, R. (2007). Effects of New Formulas of Bleaching Gel and Fluoride Application on Enamel Microhardness: An In Vitro Study. *Operative Dentistry*, 32(6), 589-594.
- Council of European Dentists. (2012). *Circular - Produtos de Branqueamento Dentário - Diretiva 2011/84/EU do Conselho*. Bruxelas.
- Dahl, J., & Pallesen, U. (2003). Tooth Bleaching - a Critical Review of the Biological Aspects. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*, 14(4), 292-304.
- Demarco, F., Freitas, J., Silva, M., & Justino, L. (2001). Microleakage in endodontically treated teeth: influence of calcium hydroxide dressing following bleaching. *International Endodontic Journal*, 34(7), 495-500.
- Eimar, H., Siciliano, R., Abdallah, M., Nader, S., Amin, W., Martinez, P., . . . Tamimi, F. (2012). Hydrogen peroxide whitens teeth by oxidizing the organic structure. *Journal of Dentistry*, 40(2), e25-e33.
- Farmer, D., Burcham, P., & Marin, P. (2006). The ability of thiourea to scavenge hydrogen peroxide and hydroxyl radicals during the intra-coronal bleaching of bloodstained root-filled teeth. *Australian Dental Journal*, 51(2), 146-152.
- Feiz, A., Barekatin, B., Khalesi, S., Khalighinejad, N., Badrian, H., & Swift, E. (2014). Effect of several bleaching agents on teeth stained with a resin-based sealer. *International Endodontic Journal*, 47(1), 3-9.
- Freitas, P., Turssi, C., Hara, A., & Serra, M. (2004). Monitoring of demineralized dentin microhardness throughout and after bleaching. *American Journal of Dentistry*, 17(5), 342-346.

- Fuentes, V., Toledano, M., Osorio, R., & Carvalho, R. (2003). Microhardness of superficial and deep sound human dentin. *Journal of Biomedical Materials Research Part A*, 66(4), 850-853.
- Fuss, Z., Szajkis, S., & Tagger, M. (1989). Tubular Permeability to Calcium Hydroxide and to Bleaching Agents. *Journal of Endodontics*, 15(8), 362-364.
- Ganesh, R., Aruna, S., Joyson, M., Manikandan, & Deepa. (2013). Comparison of the bleaching efficacy of three different agents used for intracoronary bleaching of discolored primary teeth: An in vitro study. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 31(1), 17-21.
- Gutiérrez-Salazar, M., & Reyes-Gasga, J. (2003). Microhardness and Chemical Composition of Human Tooth. *Materials Research*, 6(3), 367-373.
- Hargreaves, K., & Cohen, S. (2011). *Cohen's Pathways of the Pulp* (10.^a ed.). St. Louis, Missouri: Mosby/Elsevier.
- Heling, I., Parson, A., & Rotstein, I. (1995). Effect of Bleaching Agents on Dentin Permeability to *Streptococcus faecalis*. *Journal of Endodontics*, 21(11), 540-542.
- Heymann, H., Swift Jr, E., & Ritter, A. (2013). *Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry* (6.^a ed.). St. Louis, Missouri: Elsevier/Mosby.
- Hilton, T., Ferracane, J., & Broome, J. (2013). *Summitt's Fundamentals of Operative Dentistry: A Contemporary Approach* (4.^a ed.). Hanover Park, Illinois: Quintessence Publishing Company.
- ISO/TS 11405:2003(E). Dental Materials - Testing of Adhesion to Tooth Structure. (2003). Genebra, Suíça.
- Joiner, A. (2006). The bleaching of teeth: A review of the literature. *Journal of Dentistry*, 34(7), 412-419.
- Joiner, A. (2007). Review of the effects of peroxide on enamel and dentine properties. *Journal of Dentistry*, 35(12), 889-896.

- Joiner, A., Thakker, G., & Cooper, Y. (2004). Evaluation of a 6% hydrogen peroxide tooth whitening gel on enamel and dentine microhardness in vitro. *Journal of Dentistry*, 32(1), 27-34.
- Kawamoto, K., & Tsujimoto, Y. (2004). Effects of the Hydroxyl Radical and Hydrogen Peroxide on Tooth Bleaching. *Journal of Endodontics*, 30(1), 45-50.
- Kehoe, J. (1987). pH Reversal Following In Vitro Bleaching of Pulpless Teeth. *Journal of Endodontics*, 13(1), 6-9.
- Kozak, K., Duschner, H., Götz, H., White, D., & Zoladz, J. (2001, Março). *Effects of Peroxide Gels on Enamel and Dentin In Vitro*. Comunicação apresentada no 30.º Congresso da American Association for Dental Research. Chicago.
- Lambrianidis, T., Kapalas, A., & Mazinis, M. (2002). Effect of calcium hydroxide as a supplementary barrier in the radicular penetration of hydrogen peroxide during intracoronar bleaching in vitro. *International Endodontic Journal*, 35(12), 985-990.
- Lewinstein, I., Fuhrer, N., Churaru, N., & Cardash, H. (2004). Effect of different peroxide bleaching regimens and subsequent fluoridation on the hardness of human enamel and dentin. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 92(4), 337-342.
- Lewinstein, I., Hirschfeld, Z., Stabholz, A., & Rotstein, I. (1994). Effect of Hydrogen Peroxide and Sodium Perborate on the Microhardness of Human Enamel and Dentin. *Journal of Endodontics*, 20(2), 61-63.
- Macey-Dare, L., & Williams, B. (1997). Bleaching of a discoloured non-vital tooth: use of a sodium perborate/water paste as the bleaching agent. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 7(1), 35-38.
- Maleknejad, F., Ameri, H., & Kianfar, I. (2012). Effect of intracoronar bleaching agents on ultrastructure and mineral content of dentin. *Journal of Conservative Dentistry*, 15(2), 174-177.
- Mjör, I. (2009). Dentin Permeability: The Basis for Understanding Pulp Reactions and Adhesive Technology. *Brazilian Dental Journal*, 20(1), 3-16.

- Montgomery, S. (1984). External cervical resorption after bleaching a pulpless tooth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology*, 57(2), 203-206.
- Oliveira, D., Teixeira, E., Ferraz, C., & Teixeira, F. (2007). Effect of Intracoronal Bleaching Agents on Dentin Microhardness. *Journal of Endodontics*, 33(4), 460-462.
- Ordem dos Médicos Dentistas. (7 de Maio de 2015). *Ordem dos Médicos Dentistas*. Obtido de Ordem dos Médicos Dentistas: <https://www.ond.pt/noticias/2015/05/boratos-proibicao-europa>
- Pashley, D., Okabe, A., & Parham, P. (1985). The relationship between dentin microhardness and tubule density. *Endodontics & Dental Traumatology*, 1(5), 176-179.
- Pécora, J., Cruz-Filho, A., Sousa-Neto, M., & Silva, R. (1994). In Vitro Action of Various Bleaching Agents on the Microhardness of Human Dentin. *Brazilian Dental Journal*, 5(2), 129-134.
- Pinheiro, H., & Cardoso, P. (2011). Influence of five home whitening gels and a remineralizing gel on the enamel and dentin ultrastructure and hardness. *American Journal of Dentistry*, 24(3), 131-137.
- Plotino, G., Buono, L., Grande, N., Pameijer, C., & Somma, F. (2008). Nonvital Tooth Bleaching: A Review of the Literature and Clinical Procedures. *Journal of Endodontics*, 34(4), 394-407.
- Pobbe, P., Viapiana, R., Souza-Gabriel, A., Marchesan, M., Sousa-Neto, M., Silva-Sousa, Y., & Silva, R. (2008). Coronal resistance to fracture of endodontically treated teeth submitted to light-activated bleaching. *Journal of Dentistry*, 36(11), 935-939.
- Potočnik, I., Kosec, L., & Gašperšič, D. (2000). Effect of 10% Carbamide Peroxide Bleaching Gel on Enamel Microhardness, Microstructure, and Mineral Content. *Journal of Endodontics*, 26(4), 203-206.

- Rahimi, S., Shahi, S., Kimyai, S., Khayyam, L., & Abdolrahimi, M. (2010). Effect of calcium hydroxide dressing on microleakage of composite restorations in endodontically treated teeth subsequent to bleaching. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, 15(2), 413-416.
- Rodrigues, J., Oliveira, G., & Amaral, C. (2007). Effect of thickener agents on dental enamel microhardness submitted to at-home bleaching. *Brazilian Oral Research*, 21(2), 170-175.
- Rodrigues, L., Vansan, L., Pécora, J., & Marchesan, M. (2009). Permeability of Different Groups of Maxillary Teeth after 38% Hydrogen Peroxide Internal Bleaching. *Brazilian Dental Journal*, 20(4), 303-306.
- Rotstein, I., & Friedman, S. (1991). pH Variation among Materials Used for Intracoronar Bleaching. *Journal of Endodontics*, 17(8), 376-379.
- Rotstein, I., Danker, E., Goldman, A., Heling, I., Stabholz, A., & Zalkind, M. (1996). Histochemical Analysis of Dental Hard Tissues following Bleaching. *Journal of Endodontics*, 22(1), 23-26.
- Rotstein, I., Lehr, Z., & Gedalia, I. (1992). Effect of Bleaching Agents on Inorganic Components of Human Dentin and Cementum. *Journal of Endodontics*, 18(6), 290-293.
- Rotstein, I., Zalkind, M., Mor, C., Tarabeah, A., & Friedman, S. (1991). In vitro efficacy of sodium perborate preparations used for intracoronar bleaching of discolored non-vital teeth. *Endodontics & Dental Traumatology*, 7(4), 177-180.
- Sulieman, M., Addy, M., Macdonald, E., & Rees, J. (2004). A safety study in vitro for the effects of an in-office bleaching system on the integrity of enamel and dentine. *Journal of Dentistry*, 32(7), 581-590.
- Tam, L., & Noroozi, A. (2007). Effects of Direct and Indirect Bleach on Dentin Fracture Toughness. *Journal of Dental Research*, 86(12), 1193-1197.
- Tam, L., Abdool, R., & El-Badrawy, W. (2005). Flexural Strength and Modulus Properties of Carbamide Peroxide-Treated Bovine Dentin. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 17(6), 359-368.

- Tam, L., Kuo, V., & Noroozi, A. (2007). Effect of Prolonged Direct and Indirect Peroxide Bleaching on Fracture Toughness of Human Dentin. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 19(2), 100-109.
- Tam, L., Lim, M., & Khanna, S. (2005). Effect of direct peroxide bleach application to bovine dentin on flexural strength and modulus in vitro. *Journal of Dentistry*, 33(6), 451-458.
- Tanaka, R., Shibata, Y., Manabe, A., & Miyazaki, T. (2010). Micro-structural integrity of dental enamel subjected to two tooth whitening regimes. *Archives of Oral Biology*, 55(4), 300-308.
- Tredwin, C., Naik, S., Lewis, N., & Scully, C. (2006). Hydrogen peroxide tooth-whitening (bleaching) products: Review of adverse effects and safety issues. *British Dental Journal*, 200(7), 371-376.
- Tronstad, L., Andreasen, J., Hasselgren, G., Kristerson, L., & Riis, I. (1981). pH changes in dental tissues after root canal filling with calcium hydroxide. *Journal of Endodontics*, 7(1), 17-21.
- Ünlü, N., Çobankara, F., Altinöz, C., & Özer, F. (2004). Effect of home bleaching agents on the microhardness of human enamel and dentin. *Journal of Oral Rehabilitation*, 31(1), 57-61.
- Valera, M., Camargo, C., Carvalho, C., Oliveira, L., Camargo, S., & Rodrigues, C. (2009). Effectiveness of Carbamide Peroxide and Sodium Perborate in Non-Vital Discolored Teeth. *Journal of Applied Oral Science*, 17(3), 254-261.
- Wandera, A., Feigal, R., Douglas, W., & Pintado, M. (1994). Home-use tooth bleaching agents: An in vitro study on quantitative effects on enamel, dentin, and cementum. *Quintessence International*, 25(8), 541-546.
- Wang, J., & Hume, W. (1988). Diffusion of hydrogen ion and hydroxyl ion from various sources through dentine. *International Endodontic Journal*, 21(1), 17-26.
- White, D., Kozak, K., Duschner, H., Gotz, H., & Zoladz, J. (2001, Março). *Effects of Whitening Peroxide Gels on Exposed Surface Dentin In Vitro*. Comunicação

apresentada no 30.º Congresso da American Association for Dental Research. Chicago.

White, D., Kozak, K., Zoladz, J., Duschner, H., & Götz, H. (2004). Effects of Crest Whitestrips bleaching on subsurface microhardness and ultrastructure of tooth enamel and coronal dentin. *American Journal of Dentistry*, 17(1), 5-11.

Yesilyurt, C., Sezer, U., Ayar, M., Alp, C., & Tasdemir, T. (2013). The effect of a new calcium-based agent, Pro-Argin, on the microhardness of bleached enamel surface. *Australian Dental Journal*, 58(2), 207-212.

Zalkind, M., Arwaz, J., Goldman, A., & Rotstein, I. (1996). Surface morphology changes in human enamel, dentin and cementum following bleaching: a scanning electron microscopy study. *Endodontics Dental Traumatology*, 12(2), 82-88.

Zimmerli, B., Jeger, F., & Lussi, A. (2010). Bleaching of Nonvital Teeth. A Clinically Relevant Literature Review. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*, 120(4), 306-313.

Zimmerman, B., Datko, L., Cupelli, M., Alapati, S., Dean, D., & Kennedy, M. (2010). Alteration of dentin-enamel mechanical properties due to dental whitening treatments. *Journal of the Mechanical Behaviour of Biomedical Materials*, 3(4), 339-346.

ANEXOS

Anexo 1 – Aprovação do tema da investigação pela Comissão de Ética da Egas Moniz

30



Ex.ma Senhora

Ana Catarina Pires Fernandes

Monte de Caparica, 29 de janeiro de 2015

Ex.ma Senhora,

Venho comunicar-lhe que o Pedido de Parecer que submeteu à apreciação da Comissão de Ética da Egas Moniz, com o tema denominado *"Avaliação in vitro do efeito da aplicação de Braqueamentos Internos na Microdureza da Dentina e do Efeito da Aplicação de Hidróxido de Cálcio na Microdureza da Dentina após Branqueamento Interno"*, foi aprovado por unanimidade.

Com os melhores cumprimentos,

A Presidente da Comissão de Ética da Egas Moniz

Prof.ª Doutora Maria Fernanda de Mesquita

c.c. – Prof. Doutor Pedro Melo e Moura