

Tiago Alexandre Guedes Chaves

Influência dos sistemas de luz/*laser* no branqueamento dentário

Universidade Fernando Pessoa – Faculdade de Ciências da Saúde

Porto, 2014

Tiago Alexandre Guedes Chaves

Influência dos sistemas de luz/*laser* no branqueamento dentário

Universidade Fernando Pessoa – Faculdade de Ciências da Saúde

Porto, 2014

Tiago Alexandre Guedes Chaves

Influência dos sistemas de luz/*laser* no branqueamento dentário

Atesto a originalidade do trabalho

“Dissertação apresentada à Universidade Fernando Pessoa
como parte dos requisitos para obtenção do grau
de Mestre em Medicina Dentária.”

RESUMO

O branqueamento dentário é um dos procedimentos cosméticos menos invasivos, com efeitos relativamente imediatos e previsíveis. Perante uma procura crescente por parte dos pacientes e uma oferta muito variada das marcas disponíveis no mercado, existem ainda poucas evidências científicas da eficácia clínica das várias técnicas, sobretudo das que recorrem ao uso de aparelhos de luz.

O sucesso clínico de um branqueamento dentário depende de um correto diagnóstico da causa de alteração de cor dentária, e da maximização da eficiência da reação química dos agentes na estrutura dentária.

As recentes restrições impostas pela legislação em vigor, relativas às percentagens de peróxido de hidrogénio, obrigam a uma adaptação das diferentes técnicas e materiais disponíveis.

Reconhecendo todos os fatores intervenientes no branqueamento dentário, mais facilmente se poderão adaptar as técnicas executadas em consultório. Uma das opções passará pelo uso de agentes com pH mais alcalino, associada ao uso de determinadas luzes para acelerar e maximizar a reação química de branqueamento.

Existem diversas fontes de luz, com características diversas e com resultados de eficácia muito distintos. O uso destes dispositivos exige um conhecimento detalhado do seu funcionamento, bem como uma elevada responsabilidade do médico dentista em garantir a segurança de todo o processo.

O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão da bibliografia publicada sobre o papel dos diversos sistemas de luz ou de *laser* existentes no mercado e que podem ser usados pelo médico dentista como coadjuvantes na realização de branqueamentos dentários, descrevendo os seus mecanismos de ação, as vantagens e desvantagens do seu uso, bem como as várias indicações e contra-indicações apresentadas por este tipo de tratamento.

Para tal foi realizada uma pesquisa bibliográfica no período entre Novembro de 2013 e Fevereiro de 2014. A pesquisa foi baseada em informação científica devidamente publicada, realizada via *online*, recorrendo ao motor de busca *Google*, assim como às bases de dados *Medline/PubMed* e *b-On* e manualmente através de livros que

abordassem o tema. As palavras-chave utilizadas na pesquisa foram : *dental bleaching*, *teeth whitening*, *laser*, *LED*, branqueamento, clareamento e *peroxides*.

O uso de corantes, a utilização de dióxido de titânio no gel branqueador e a associação de luzes como o KTP, permitem a catalização da reação química de branqueamento, com conseqüente aumento da sua eficácia.

ABSTRACT

Tooth bleaching is one of the least invasive cosmetic procedures, with relatively immediate and foreseeable effects. Faced with a growing demand from patients and a very varied range of brands available in the market, there is little scientific evidence for the clinical effectiveness of the various techniques, particularly those who resort to the use of light equipment.

The clinical success of a dental bleaching depends on a correct diagnosis of the cause of change in tooth color, and maximizing the efficiency of the chemical reaction of the agents on tooth structure.

The recent restrictions imposed by legislation in force relating to percentages of hydrogen peroxide, require an adaptation of techniques and materials available.

Recognizing all the factors involved in tooth whitening, more easily can adapt the techniques implemented in practice. One of the options will be by the use of agents with more alkaline pH, associated with the use of certain lights to accelerate and maximize the bleaching chemical reaction.

There are several light sources with different characteristics and efficacy results very different. The use of these devices requires a detailed knowledge of its operation, as well as a high responsibility of the dentist to ensure the safety of the whole process.

The objective of this study was to review the published literature on the role of various light systems or existing laser on the market that can be used by the dentist as adjuncts in performing dental bleaching, describing their mechanisms of action, the advantages and disadvantages of their use, as well as the various indications and contraindications presented by this type of treatment.

For such a literature survey was conducted between November 2013 and February 2014. Research was based on published scientific information properly held online, using the Google search engine as well as the Medline / PubMed database and b- On and through books that addressed the topic. The keywords used in the search were: dental bleaching, teeth whitening, laser, LED, bleaching, bleaching and peroxides.

The use of dyes, the use of titanium dioxide in the bleaching gel and the combination of KTP as the light, allow the chemical reaction of the catalyzing bleaching, with a consequent increase of efficacy.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, com um agradecimento muito sentido, por todo o apoio emocional, financeiro e formação pessoal que sempre me deram e me continuam a transmitir ao longo da minha vida, sem os quais não seria possível concluir esta maravilhosa etapa da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Á minha família, especialmente aos meus pais e madrinha que sempre demonstraram interesse e dedicação na minha formação profissional, agradeço por todo o afeto e carinho que sempre tiveram para comigo.

Ao Sr. Castro e á D. Aninhas, que tal como a minha família sempre acreditaram que eu concluiria esta etapa com sucesso, sempre incentivando-me em todos os momentos, obrigado por todo o vosso carinho.

Á Mestre Liliana Teixeira, por todo o apoio, ajuda e conhecimento que me transmitiu no decorrer deste trabalho, cuja dedicada orientação foi crucial na sua concretização, um sincero agradecimento.

Aos meus amigos, em especial aos que mais me apoiaram ao longo de todo o curso, obrigado pelo vosso companheirismo.

Aos docentes de medicina dentária e restante comunidade da UFP, um agradecimento especial pelo empenho e dedicação ao longo do meu percurso académico, muitíssimo obrigado.

ÍNDICE

I. INTRODUÇÃO	1
II. MATERIAIS E MÉTODOS.....	4
III. DESENVOLVIMENTO	5
1. ETIOLOGIA DAS DESCOLORAÇÕES DENTÁRIAS.....	5
2. CONSIDERAÇÕES RELATIVAS AO BRANQUEAMENTO DE DENTES VITAIS	6
3. <i>LASER</i> EM MEDICINA DENTÁRIA	11
i. Laser no branqueamento	12
ii. Princípios de fotoativação no branqueamento externo.....	14
iii. Fontes de luz	15
iv. Influência do pH do gel.....	17
4. EFEITOS ADVERSOS DA LUZ/ <i>LASER</i> SOBRE OS TECIDOS DENTÁRIOS	18
i. Câmara pulpar	18
ii. Sensibilidade pós branqueamento	20
iii. Desidratação pós branqueamento.....	21
5. AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DO BRANQUEAMENTO	22
6. SISTEMAS LED.....	23
7. SISTEMAS LED <i>VERSUS</i> OUTROS SISTEMAS DE LUZ	25
8. <i>LASER</i> KTP <i>VERSUS</i> DIODO.....	28
10. TÉCNICAS ESPETROFOTOMÉTRICAS BASEADAS EM <i>LASER</i>	31
11. EFEITOS ADVERSOS NO BRANQUEAMENTO DENTÁRIO	33
i. Sensibilidade dentária	34
ii. Insucesso da técnica branqueadora.....	35
iii. Substituição das restaurações após branqueamento	36
IV. CONCLUSÃO	38
V. BIBLIOGRAFIA.....	40

I. INTRODUÇÃO

O sorriso é considerado por muitos, hoje em dia, o “cartão-de-visita” de cada indivíduo. De todas as espécies animais, o ser humano é a única dotada da capacidade de sorrir, sendo o sorriso um dos maiores atrativos das pessoas. (Dunn, 1998, *cit. in* Martinelli, 2004)

A alteração da cor dentária natural, independentemente da sua causa, é talvez o fator mais importante na estética do sorriso e aquele que mais preocupa os pacientes. Isto verifica-se pelo facto de o escurecimento/pigmentação da estrutura dentária ser mais rapidamente percebida pelo próprio indivíduo e pela sociedade em geral, do que outros tipos de anomalias. (Aragão, 2011)

O escurecimento de um ou mais dentes, sobretudo dentes anteriores, exerce uma influência pouco positiva nas pessoas, podendo desta forma afetar o bem-estar psicológico do indivíduo pela sua fácil percepção. (Aragão, 2011)

Numa sociedade com padrões sociais cada vez mais exigentes, a procura da medicina dentária estética tem vindo a revelar-se cada vez mais frequente e significativa, pelo que a popularidade dos branqueamentos dentários tem vindo a aumentar. (Conceição *et al.*, 2000)

No campo da medicina dentária conservadora, o branqueamento dentário deve ser, sempre que possível, a alternativa aos tratamentos restauradores, (Conceição *et al.*, 2000, *cit. in* Martinelli, 2004) pois tem-se revelado bastante viável dentro dos tratamentos conservadores atuais. (Martinelli, 2004)

É um procedimento minimamente invasivo, fácil de realizar, tem um custo relativamente baixo e pode proporcionar resultados suscetíveis de satisfazer as expectativas dos pacientes e dos profissionais de medicina dentária. (Roberto *et al.*, 2011)

Apesar da constante evolução que têm vindo a sofrer nos últimos anos, os branqueamentos dentários já são realizados desde o século XIX com recurso a diferentes materiais e técnicas. (Aragão, 2011)

Embora se trate de um procedimento bastante conservador e relativamente simples, o branqueamento dentário também possui limitações e riscos. Por este motivo, é imperativo que o médico dentista tenha conhecimento dos mecanismos dos agentes branqueadores de modo a poder manipulá-los com segurança, mantendo sempre o paciente informado em relação a todos os riscos, (Conceição *et al.*, 2000, *cit. in* Martinelli, 2004) embora existam ainda algumas dúvidas em relação à eficácia e segurança destes agentes. (Martinelli, 2004)

O branqueamento dentário pode provocar alterações da rugosidade superficial, composição química e morfologia do esmalte bem como diminuir a sua microdureza. (Araújo *et al.*, 2009)

Com os recentes desenvolvimentos nas técnicas de branqueamento, aparelhos auxiliares que utilizam luz/*laser* têm entrado no mercado com a promessa de tornar o branqueamento mais rápido e eficaz. (Araújo *et al.*, 2009)

A palavra “*laser*” exerce influência sobre os pacientes, pois transmite-lhes uma maior confiança na tecnologia avançada que os médicos dentistas lhes podem oferecer. (Gupta e Kumar, 2011)

O objetivo do uso de fontes de luz no branqueamento dentário é conseguir a máxima eficácia com o mínimo de efeitos adversos possível. (Pare e Loganathan, 2012)

A eficácia de um agente de branqueamento é diretamente proporcional à velocidade da reação química resultante. Isto é, a sua eficácia é limitada pela concentração do agente branqueador, o tempo de contato, a reatividade e a capacidade de penetração do agente nos tecidos dentários. A utilização de métodos que aumentem a taxa de reação química, como a fotoativação, pode permitir o desenvolvimento mais rápido, mais eficiente e mais confortável destas técnicas. (Bortolatto *et al.*, 2013)

No branqueamento dentário usam-se, atualmente, fontes de luz como a lâmpada de halogénio, luz LED, *laser* de díodo, *laser* KTP, *laser* de argónio e aparelhos de arco de plasma. (Araújo *et al.*, 2009)

No entanto, ainda existem dúvidas entre os profissionais sobre a necessidade e a finalidade do uso destes aparelhos para ativação dos agentes branqueadores, e, ainda mais controversia no que toca ao aumento da eficácia do processo com o mínimo de dano pulpar, periodontal e ao nível dos tecidos duros dentários. (Araújo *et al.*, 2009)

O efeito da luz/*laser* no branqueamento dentário é ainda controverso. A contribuição real da luz na catálise da reação de decomposição do peróxido de hidrogénio, responsável pelo processo de branqueamento, ainda não está totalmente compreendida. (Roberto *et al.*, 2011)

O futuro dos *lasers* em medicina dentária é promissor e estão em constante desenvolvimento novos procedimentos e novas aplicações. (Gupta e Kumar., 2011)

Este trabalho tem como objetivo a exposição de diversos sistemas de luz ou de *laser* existentes no mercado e que podem ser usados pelo médico dentista como coadjuvantes na realização de branqueamentos dentários; descrevendo os seus mecanismos de ação, as vantagens e desvantagens do seu uso, bem como as várias indicações e contra-indicações apresentadas por este tipo de tratamento.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a concretização da presente dissertação, com carácter de revisão bibliográfica, foi realizada uma pesquisa no período entre Novembro de 2013 e Fevereiro de 2014. A pesquisa bibliográfica foi baseada em informação científica devidamente publicada, realizada via *online*, recorrendo ao motor de busca *Google*, assim como às bases de dados *Medline/PubMed* e *b-On* e manualmente através de livros que abordassem o tema.

As palavras-chave utilizadas na pesquisa foram : *dental bleaching*, *teeth whitening*, *laser*, *LED*, branqueamento, clareamento e *peroxides*.

III. DESENVOLVIMENTO

1. ETIOLOGIA DAS DESCOLORAÇÕES DENTÁRIAS

A descoloração dentária é o diagnóstico mais comum que é passível de ser tratado com recurso ao branqueamento externo. A etiologia das alterações cromáticas das peças dentárias é multifatorial. (Haywood *et al.*, 2003, *cit. in* Aragão, 2011). A pigmentação e descoloração dentária são achados comuns numa consulta de medicina dentária, quer pelo envelhecimento natural da dentição, quer por diversos agentes que danificam e pigmentam o esmalte. (Aragão *et al.*, 2011)

No conteúdo do esmalte estão presentes cadeias de moléculas longas e complexas que permitem a longo prazo uma maior absorção de luz por parte dos dentes, o que lhes confere uma coloração mais escura. (Haywood *et al.*, 2003, *cit. in* Aragão, 2011). Quanto menor for a capacidade de absorção da luz pelo dente, maior a sua capacidade de reflexão, pelo que há uma perceção de que o dente é mais claro. (Joiner, 2004, *cit. in* Joiner, 2006)

A coloração escura da pigmentação dentária é constituída normalmente por conteúdo orgânico. (Haywood *et al.*, 2003, *cit. in* Aragão, 2011) Esta matéria orgânica quando conjugada com iões metálicos forma ligações químicas complexas, com zonas de elevada densidade e grande capacidade de absorção luminosa, o que justifica a sua tonalidade escura. (Joiner, 2004, *cit. in* Joiner, 2006)

A cor dos dentes é influenciada pela combinação da sua cor intrínseca com a presença de moléculas extrínsecas. A cor intrínseca está associada á dispersão da luz (Joiner, 2006) e aos pigmentos incorporados no esmalte e na dentina, quer durante a sua formação (cor intrínseca pré-eruptiva), quer após a mesma (cor intrínseca pós-eruptiva). (Walsh *et al.*, 2004)

A coloração extrínseca das peças dentárias forma-se sob a superfície do dente em áreas menos acessíveis durante a escovagem, quer por ação alimentar, quer por outros fatores relacionados com o estilo de vida do paciente (Walsh *et al.*, 2004) tais como hábitos tabágicos, consumo de vinho tinto, alguns chás, café, agentes catiónicos (clorhexidina) ou uso de sais de metais como o estanho. (Joiner, 2006)

A determinação da etiologia da coloração, como sendo intrínseca pré-eruptiva, constitui um diagnóstico difícil para o médico dentista. Esta condição deve-se a distúrbios nas matrizes dos tecidos duros e na sua mineralização, durante a odontogênese. Ao contrário do tecido ósseo, tecidos duros como o esmalte e a dentina não são instáveis, ou seja, são marcadores permanentes de defeitos de desenvolvimento. (Walsh *et al.*, 2004)

Fazem parte dos defeitos de desenvolvimento do esmalte, o trauma ocorrido no nascimento, o parto prematuro, o baixo peso ao nascer, a icterícia neonatal *gravis* (caracterizada por altos níveis de bilirrubina circulante no bebê que podem ser incorporados nos dentes em formação conferindo-lhes uma coloração verde amarelada apenas na dentição decídua), as infecções bacterianas febris em crianças (pelo déficit de vitaminas), a hipoplasia de esmalte, a porfiria eritropoiética congénita (coloração vermelha-acastanhada da dentina em ambas as dentições), a alcaptonúria e fenilcetonúria (coloração castanho-escura), a amelogênese imperfecta e a dentinogênese imperfecta. (Walsh *et al.*, 2004)

O uso de tetraciclina, o consumo excessivo de flúor na infância e doenças como a fibrose cística do pâncreas, podem ser também causas pré eruptivas intrínsecas de descolorações. (Pare e Loganathan, 2012)

Já a coloração intrínseca pós-eruptiva, pode ser causada por traumatismo dentário, associado ou não a necrose pulpar, pelo uso de materiais restauradores ou alterações intra-canalares ou ainda pelo desgaste fisiológico que decorre ao longo dos anos. (Conceição, 2002, *cit. in* Filho, 2011)

A estratégia básica do tratamento das descolorações dentárias consiste em identificar a etiologia da mesma, procurando reduzir ou eliminar o fator etiológico. (Walsh *et al.*, 2004)

O tipo de mancha intrínseca e a cor inicial do dente podem desempenhar um papel significativo no resultado final do tratamento. (Joiner, 2004)

2. CONSIDERAÇÕES RELATIVAS AO BRANQUEAMENTO DE DENTES VITAIS

Segundo a *American Dental Association* (ADA), desde o final dos anos 80, o mercado do branqueamento dentário têm vindo a sofrer uma constante evolução.

Joiner (2006) organizou os métodos de branqueamento em três categorias: branqueamento ambulatorio (realizado pelo paciente e supervisionado pelo médico dentista, com peróxidos de baixa concentração), branqueamento em consultório (realizado pelo médico dentista utilizando peróxidos de diversas concentrações) e branqueamento não-odontológico (realizado pelo paciente, sem qualquer orientação profissional e com produtos de baixa concentração).

O branqueamento em consultório permite um maior controle da técnica e dos locais de aplicação por parte do médico dentista, um tempo de tratamento mais curto e altamente conservador. (Conceição *et al.*, 2002, *cit. in* Filho, 2011) O procedimento evita ainda a exposição dos tecidos gengivais, a ingestão acidental de material branqueador, para além de possuir um maior potencial de resultados imediatos que podem contribuir para o aumento da satisfação do paciente e da sua motivação para o tratamento. (Joiner, 2006)

O branqueamento em ambulatorio é uma técnica simples, de fácil aplicação, baixo custo e que requer pouco tempo de atendimento clínico. Pode ser aplicado em vários dentes simultaneamente sem provocar aquecimento excessivo e sem necessidade de condicionamento ácido. (Baratieri *et al.*, 2011)

O branqueamento em ambulatorio possui algumas desvantagens tais como: sabor desagradável, desconforto, tempo de aplicação prolongado, duração do tratamento significativa, possível inadaptação às goteiras e possibilidade de irritação gengival e/ou gástrica. (Dostalova *et al.*, 2004)

Os agentes branqueadores mais utilizados atualmente têm como produto principal o peróxido de hidrogénio. (Fornaini *et al.*, 2011) O peróxido de hidrogénio pode ser usado na sua forma pura ou como produto final da degradação de outras substâncias como o perborato de sódio ou o peróxido de carbamida. (Suliman, 2008, *cit. in* Fornaini *et al.*, 2011) O peróxido de carbamida é o agente branqueador mais frequentemente usado no branqueamento em ambulatorio. Este composto é constituído essencialmente por ureia e peróxido de hidrogénio. A ureia dissocia-se em contato com os tecidos orais e com a saliva, permitindo a degradação do peróxido de hidrogénio. Um gel de peróxido de carbamida a 10%, degrada-se em 3% de peróxido de hidrogénio e em 7% de ureia, sendo o peróxido de hidrogénio a substância ativa fundamental para que ocorra o efeito branqueador. (Conceição, 2002)

Em geral, a eficácia dos produtos que contêm peróxido de hidrogénio é aproximadamente igual á dos produtos que contêm uma concentração de peróxido de hidrogénio similar á que se liberta na degradação do peróxido de carbamida. (Joiner, 2006) O mesmo autor citou um estudo realizado por Nathoo *et al.* (2003) no qual foi demonstrado que a aplicação diária de um gel de peróxido de carbamida a 25% num grupo de pacientes e de um gel de peróxido de hidrogénio a 8,7% nouro grupo de pacientes, produziu um resultado bastante semelhante, no qual não se verificaram diferenças significativas.

Existem ainda outros produtos como o clorito de sódio, o perborato de sódio e o peroximonossulfato, cuja aceitabilidade e eficácia carecem de maior investigação científica. (Joiner, 2006)

Os produtos à base de peróxido de hidrogénio podem ser de dois tipos diferentes, de acordo com a presença ou ausência de carbopol, um polímero de carbopolimetileno que torna o gel mais espesso e aderente às superfícies dentárias e que permite uma libertação lenta de oxigénio (Reichert, 2003) A presença de carbopol permite uma libertação lenta do oxigénio, o que confere segurança ao tratamento ambulatorio. O peróxido de carbamida, sem o carbopol, proporciona uma libertação de oxigénio mais rápida, não sendo tão segura para o paciente. (Conceição, 2002)

Os pigmentos que conferem uma coloração indesejada ao dente são na sua maioria compostos orgânicos, que possuem cadeias conjugadas ligadas entre si através de ligações simples ou complexas, as quais podem incluir heterónomos, carbonilo e anéis fenilo, que constituem um cromóforo. (Joiner, 2006)

Os agentes branqueadores baseados em peróxido de hidrogénio possuem baixo peso molecular e são suscetíveis de desnaturar proteínas, aumentando assim a agitação iónica ao nível das estruturas dentárias. (Conceição, 2002) Os mecanismos de branqueamento por peróxido ocorrem pela difusão do peróxido através do esmalte (Joiner, 2006) e pela consequente ocorrência de uma reação oxidação-redução em que os radicais livres de oxigénio, resultantes da degradação do agente branqueador presente no gel, atacam os cromóforos de cor escura e de cadeias longas e os dissociam em moléculas mais simples e mais claras. (Fornaini *et al.*, 2011) Pela sua forte capacidade oxidativa, estes agentes

convertem a matéria orgânica pigmentada em dióxido de carbono e água, e, conseqüentemente, removendo-a dos tecidos dentários por difusão. (Conceição, 2002)

O mecanismo pelo qual as reações de oxidação do peróxido de hidrogénio e do peróxido de carbamida potenciam o branqueamento dentário ainda não foi totalmente compreendido. (Heymann, 2005, *cit. in* Joiner, 2006)

Estas reações dependem do substrato e das condições sob as quais a reação ocorre, tais como a temperatura, o pH, a luz e a presença de metais de transição. (Joiner, 2006)

Os principais fatores que condicionam a eficácia do branqueamento são a concentração e o tempo. Quanto maior a concentração do agente branqueador, menos será o número de aplicações necessárias para a obtenção de um branqueamento uniforme, (Sulliaman *et al.*, 2004, *cit in*, Joiner, 2006) porém as concentrações mais baixas podem proporcionar resultados similares num maior período de tempo. (Joiner, 2006) Outros fatores, como o formato do produto, o modo de aplicação ou a ativação por luz ou *laser* podem também influenciar a eficácia do branqueamento. (Joiner, 2006)

Numa análise de resultados clínicos de uma amostra de mais de 600 indivíduos, submetidos a branqueamento dentário, verificou-se uma correlação significativa entre a idade do paciente e a magnitude da resposta ao tratamento, pelo facto de indivíduos mais jovens experimentarem maior eficácia que indivíduos mais velhos para a mesma concentração de agente branqueador e tempo de aplicação. (Gerlach e Zhou, 2001, *cit. in* Joiner, 2006)

Os mesmos autores (Gerlach e Zhou, 2001) sugerem ainda que a escovagem realizada previamente ao branqueamento tem apenas um impacto positivo modesto sobre a eficácia geral do tratamento.

O peróxido de carbamida a 10% tem uma eficácia comprovada em branqueamentos realizados em ambulatório. (Haywood, 2000, *cit. in* Joiner, 2006)

Segundo a ADA, têm sido levantadas questões de segurança em relação aos efeitos do branqueamento a nível da estrutura do dente, das mucosas orais e á possível ingestão sistémica. Os radicais livres produzidos pelos peróxidos, utilizados nos produtos de branqueamento, têm capacidade de reagir com proteínas, lípidos e ácidos nucleicos como o ADN, o que pode causar danos celulares. Para além de irritante e citotóxico, o

peróxido de hidrogénio possui também um potencial corrosivo para pele e mucosas, em concentrações acima de 10%, pelo que, nestes casos, se torna imperativa a proteção gengival dos pacientes expostos a este agente branqueador.

A presença de placa nas superfícies dentárias tem o potencial teórico para diminuir a função do peróxido de hidrogénio, atuando como um substrato para o branqueamento. (Joiner, 2006) No entanto, o mesmo autor citou Wattanapayungkul *et al.* (1999), que mostraram, num estudo *in vivo*, que a taxa de degradação do peróxido não aumenta com a presença de placa, ao longo de uma hora, verificando que a placa não tem efeito significativo sobre a estabilidade do peróxido. Já a escovagem realizada imediatamente antes do branqueamento, tem apenas um impacto positivo modesto na eficácia geral do tratamento. (Gerlach *et al.*, 2002, *cit. in* Joiner, 2006) Portanto, de um modo geral a relação entre a placa dentária e a eficácia global do branqueamento parece ser pouco significativa. (Joiner, 2006)

O Comité Científico Europeu dos Produtos de Consumo (SCCP) concluiu, em Março de 2005, que o uso adequado de produtos de branqueamento dentário contendo uma percentagem igual ou inferior a 6% de peróxido de hidrogénio (ou equivalente para substâncias que libertem peróxido de hidrogénio) é considerado seguro após consulta.

Os tratamentos com produtos de branqueamento dentário são regulados pela Diretiva 76/768/EEC de 27 de Julho 1976, relativa à aproximação das legislações dos Estados-Membros respeitantes aos produtos cosméticos, alterada pela Diretiva 2011/84/EU do Conselho, de 20 de Setembro 2011 (a qual será referida adiante como Diretiva), e, ainda parcialmente regulados pelo Regulamento (CE) nº 1223/2009 (que está plenamente em vigor desde 11 de Julho de 2013).

De acordo com a Diretiva 2011/84/EU do Conselho, de 20 de Setembro 2011, com efeitos obrigatórios a partir de 31 de Outubro de 2012, a União Europeia aplica aos branqueamentos dentários uma nova legislação que tem por missão a revisão das legislações dos Estados-Membros respeitantes aos produtos cosméticos, visto que, estes são considerados como tal e não como dispositivos médicos. Nessa medida, Portugal encontra-se em fase de regulamentação nacional sobre o branqueamento dentário. (Ordem dos Médicos Dentistas. [Em linha]. Disponível em <<https://www.ond.pt/branqueamento/legislacao>>. [Consultado em 20/07/2014].)

Ao nível das substâncias envolvidas, foram impostas na Diretiva referida, novas condições para a utilização dos produtos que contêm peróxido de hidrogénio e outros compostos ou misturas que libertam peróxido de hidrogénio em produtos de branqueamento dentário.

A Diretiva estipula que os produtos que contenham concentrações de peróxido de hidrogénio entre 0,1 e 6% apenas podem ser vendidos a médicos dentistas ou médicos estomatologistas, sendo proibida a venda destes mesmos produtos aos pacientes/consumidores. A primeira aplicação dos agentes referidos deve ser sempre efetuada pelo médico dentista, em consultório, a pacientes maiores de idade. Durante o resto do tratamento, pode ser utilizado em casa pelos próprios pacientes/consumidores, desde que o produto seja disponibilizado por um médico dentista e com a devida monitorização da aplicação.

Quaisquer produtos que contenham uma concentração superior a 6% de peróxido de hidrogénio veem a sua comercialização absolutamente proibida à luz da Diretiva Comunitária referida nos parágrafos anteriores, mesmo aos profissionais de medicina dentária.

Os materiais branqueadores sem manipulação ou supervisão por profissionais de medicina dentária estão disponíveis no mercado ao consumidor como agentes oxidantes, com uma concentração máxima de 0,1%, de acordo com a Diretiva 2011/84/EU do Conselho, de 20 de Setembro de 2011, sob a supervisão do INFARMED, I.P. aplicável aos produtos cosméticos.

3. *LASER* EM MEDICINA DENTÁRIA

O *laser* argónio é um *laser* que possui como meio ativo o gás argónio. Possui uma corrente elétrica de alta descarga cuja luz é irradiada no espectro visível. Este *laser* emite uma luz azul, a um comprimento de onda de 488 nanómetros (nm), e tende a ficar mais esverdeada a um comprimento de onda igual ou superior a 514 nm. (Powell *et al.*, 1995, *cit. in* Gupta e Kumar, 2011)

Este *laser* é usado sobretudo em tecidos moles, estando indicado no tratamento de doenças periodontais e inflamações gengivais. (Finkbeiner, 2005, *cit. in* Gupta e Kumar, 2011)

Os seus fótons de alta energia têm também a capacidade para excitar as moléculas instáveis do peróxido de hidrogénio, aumentando a sua vibração. (Ball, 1994, *cit. in* Vanderstricht e Moor, 2009)

O *laser* diódo é fabricado a partir de cristais semicondutores que utilizam combinações de alumínio (800 nm), gálio, arsénio e índio (980 nm). (Coluzzi, 2002, *cit. in* Gupta e Kumar, 2011) É um *laser* muito bem absorvido pelo tecido pigmentado, penetrando profundamente neste, daí que tenha possível indicação no branqueamento dentário. É relativamente pouco absorvido pela estrutura dentária e possui potencial na formação de fibroblastos. (Tsuda, 2003, *cit. in* Gupta e Kumar, 2011)

O *laser* Nd: YAG é utilizado numa série de aplicações em tecidos moles, dada a sua boa homeostasia, tais como no contorno estético da gengiva e tratamento de úlceras orais. Também pode ser usado na remoção de cáries incipientes de esmalte, embora, neste caso, não se revele tão eficiente quanto o *laser* ER: YAG, da família do érbio. (Raffetto e Gutierrez, 2001, *cit. in* Gupta e Kumar, 2011)

Em tecidos duros dentários quando mal utilizado pode provocar danos pulpares, tais como, diminuição da função pulpar e até mesmo necrose. (White *et al.*, 1993, *cit. in* Gupta e Kumar, 2011)

i. Laser no branqueamento

O primeiro *laser* foi desenvolvido por Theodore Maiman em 1960, que conseguiu produzir um feixe de luz vermelha. (Gupta e Kumar, 2011) Os primeiros *lasers* utilizados no branqueamento dentário foram o *laser* de argónio e o de dióxido de carbono (CO₂), com comprimentos de onda de 480 e 10600 nm, respetivamente, embora hoje em dia seja mais comum o uso dos *lasers* Nd:YAG (1064 nm), diódo (810 e 980 nm) e KTP (532 nm). (Fornaini *et al.*, 2011)

Algumas das características do *laser* de CO₂, como a sua fácil absorção pela água e pela hidroxiapatite, componentes principais do esmalte dentário, e o seu poder térmico suscetível de lesar a polpa, levaram a que, atualmente, o seu uso em branqueamentos dentários não seja recomendado. (Sun, 2000, *cit. in* Moor e Vanderstricht, 2009)

O médico dentista deve considerar uma série de fatores aquando uma tomada de decisão em utilizar *lasers* em tratamentos dentários, devendo ter em conta a existência de

determinados tipos de luz, alguns específicos para tecidos moles e outros para tecidos duros. (Gupta e Kumar, 2011)

O paciente, os assistentes e o médico dentista devem usar óculos de proteção específicos em tratamentos com *laser*, pois o olho humano é extremamente sensível a alguns tipos de luz, sobretudo à luz verde visível. (Walsh *et al.*, 2004)

O uso de fontes de luz de alta intensidade para elevar a temperatura do peróxido de hidrogénio e acelerar o branqueamento dentário foi relatado por Abbot em 1918, sendo que o aquecimento excessivo é suscetível de provocar danos pulpares. (Zach e Cohen, 1965, *cit. in* Buchalla e Attin, 2006) De acordo com Buchalla e Attin (2006), a ativação dos agentes de branqueamento por calor, luz ou *laser* pode ter um efeito adverso sobre o tecido pulpar, caso o aumento da temperatura pulpar seja superior a 5,5 °C.

A velocidade das reações químicas pode ser acelerada pelo aumento da temperatura sendo que um aumento de 10°C pode duplicar a velocidade das reações. (Goldstein e Gaber, 1995, *cit. in* Joiner, 2006)

As fontes de luz/*laser* são utilizadas na catálise da reação química de libertação de radicais livres. (Araújo *et al.*, 2009) Já desde o início da década de 80 que o uso de lâmpadas e espátulas aquecidas se verifica como fonte de calor, a fim de acelerar o processo de branqueamento. (Dostalova *et al.*, 2004)

A interação da luz com o pigmento catalisa a reação de libertação dos radicais livres de oxigénio, aumenta a liberdade molecular do sistema e a probabilidade de reunião dos radicais livres com as moléculas pigmentadas. (Nash, 1999, *cit. in* Roberto *et al.*, 2011)

Existem autores que afirmam que os agente branqueadores são mais eficientes quando fotoativados, enquanto outros negam os efeitos da luz/*laser* sobre a eficácia do branqueamento dentário, quer por não valorizarem o aumento da mesma, quer alegando um aumento da sensibilidade dentária e desconforto para os pacientes. (Bortolatto *et al.*, 2013)

O branqueamento em consultório com peróxido de hidrogénio, com ou sem ativação por luz/*laser*, é utilizado para redução do período do tratamento, com base na conversão de energia luminosa em energia térmica (Tavares *et al.*, 2003, *cit. in* Roberto *et al.*, 2011), cujo processo aumenta as vibrações moleculares do sistema (Nash *et al.*, 1999, *cit. in*

Roberto *et al.*, 2011) embora tal facto seja ainda controverso. (Tavares *et al.*, 2003, *cit. in* Roberto *et al.*, 2011) Alguns autores, como por exemplo Hein *et al.* (2003), consideram que a energia da luz não tem efeito clínico no branqueamento dentário. (Roberto *et al.*, 2011)

Um dos fatores que influenciam a interação da luz com a estrutura cristalina do dente é a presença e a cor do gel. (Roberto *et al.*, 2011) Atualmente, existem agentes clareadores mais fáceis de manipular e mais seguros para a polpa, com peróxido de hidrogénio associado ou não a agentes corantes que atuam como catalisadores da reação. (Dostalova *et al.*, 2004)

Várias fontes de radiação eletromagnética têm sido propostas para melhorar a eficácia do gel de branqueamento, tais como lâmpadas de halogénio e LED's (*light emitting diode*). (Luk *et al.*, 2004, *cit. in* Araújo *et al.*, 2009) No entanto, a contribuição real da luz/laser na aceleração do processo de branqueamento ainda não está totalmente compreendida. (Tavares *et al.*, 2003, *cit. in* Roberto *et al.*, 2011)

De acordo com o estudo de Nathanson e Parra (1987), citado por Buchalla e Attin (2006), a ativação do gel branqueador deve ser limitada a curtos períodos de tempo. Estes autores concluíram num estudo que 70% dos pacientes que nele participaram relataram sensibilidade pós-operatória após branqueamento com recurso a fotoativação.

ii. Princípios de fotoativação no branqueamento externo

Num ponto de vista científico, os dados sobre os mecanismos de ação e eficácia da fotoativação no branqueamento dentário são ainda limitados. (Buchalla e Attin, 2006) Segundo os mesmos autores, a libertação de radicais hidroxilo a partir do peróxido de hidrogénio é acelerada por aumento da temperatura do gel, de acordo com a seguinte equação:



O principal mecanismo de ação de todos os procedimentos de branqueamento externo ativados por luz consiste na conversão em calor de uma pequena fração da luz projetada sobre o gel branqueador. (Buchalla e Attin, 2006)

Dado que apenas uma pequena parte da luz projetada no gel é absorvida e convertida

em calor, o que possibilita a aceleração da reação, torna-se necessário aumentar a absorção de luz. Isto é possível, misturando o gel com corantes, como por exemplo o caroteno. Este corante é alaranjado, e a sua cor permite um aumento da absorção da luz azul. (Buchalla e Attin, 2006)

Ainda assim, nem todos os procedimentos de fotoativação utilizam luz azul. Para potenciar o efeito de absorção no uso de luz vermelha ou infravermelha podem adicionar-se pequenas partículas de sílica, o que vai conferir ao gel um tom mais azulado, que facilita a absorção de luz vermelha ou infravermelha e consequente produção de energia sob a forma de calor. (Buchalla e Attin, 2006)

A quantidade de energia absorvida pelo tecido depende de determinadas características, tais como a pigmentação, o teor de água, o comprimento de onda do *laser* e o modo de emissão. (Gupta e Kumar, 2011)

Quanto mais curtos forem os comprimentos de onda, geralmente entre 500 e 1000 nm, mais facilmente são absorvidos pelo tecido pigmentado e por elementos sanguíneos. Os comprimentos de onda mais longos, como é o caso do *laser* de CO₂, interagem mais facilmente com a água e com a hidroxiapatite. Dependendo do tecido alvo, o mesmo *laser* pode penetrar com maior ou menor profundidade. Quanto mais profunda for a penetração do *laser*, mais se dispersa e se distribui pelo tecido. (Gupta e Kumar, 2011)

A libertação de radicais livres de hidroxilo também é possível através da excitação direta do peróxido pela luz, processo chamado de fotólise. A fissão do peróxido em dois radicais livres de hidroxilo é possível apenas com recurso a luz de alta frequência, com comprimento de onda igual ou inferior a 248 nanómetros, o que torna a sua utilização na cavidade oral impossível. A segurança do branqueamento dentário com recurso a fotoativação depende, indiscutivelmente, do tipo de fonte de luz utilizada, pelo que o conhecimento de algumas propriedades de absorção da luz pelo tecido dentário se revela importante na avaliação dos riscos associados. (Buchalla e Attin, 2006)

iii. Fontes de luz

As fontes de luz utilizadas com mais frequência no branqueamento dentário são as lâmpadas incandescentes de quartzo-tungsténio-halogénio (QTH), as lâmpadas de arco

de plasma (xenônio), as fontes de *laser* (com variados comprimentos de onda) e os LED (diodos emissores de luz). (Buchalla e Attin, 2006)

As lâmpadas de QTH são policromáticas, estando, portanto, dotadas de uma ampla gama de comprimentos de onda de luz ultravioleta (inferior a 380 nm), luz visível (entre 380 e 750 nm) ou luz infra-vermelha (superior a 750 nm). Normalmente, quando usadas em branqueamentos dentários, estas lâmpadas emitem luz com comprimentos de onda reduzidos a uma margem entre 400 e 580 nm (espectro de luz visível), de modo a reduzir o risco de efeitos colaterais da radiação ultravioleta e infravermelha sobre os tecidos. (Buchalla e Attin, 2006)

A supressão de radiação infravermelha por um filtro de infravermelhos em lâmpadas de QTH e arcos de plasma não é completamente efetiva, pelo que uma parte de radiação infravermelha ainda é emitida aumentando a absorção e conversão de calor, o que pode levar a uma elevação exagerada da temperatura pulpar. (Baik, 2001, *cit. in* Buchalla e Attin, 2006)

Os *lasers* possuem uma estrutura definida monocromática, com apenas um único comprimento de onda. Excepcionalmente, alguns *lasers* podem emitir dois ou três comprimentos de onda diferentes, mas estes são emitidos individualmente e ao mesmo tempo. (Buchalla e Attin, 2006)

Os sistemas LED emitem luz com comprimento de onda entre 20 e 80 nanômetros, dentro da faixa azul. Não se estendem ao espectro infravermelho como as lâmpadas de QTH e arcos de plasma, porém pode existir uma parcela de emissão infravermelha dado que os LED's não possuem filtro infravermelho, pelo que os danos pulpares causados por esta tecnologia não podem ser absolutamente excluídos. É necessário considerar as elevadas potências e o tempo de aplicação. (Buchalla e Attin, 2006)

Existem ainda os sistemas de *laser* pulsado (Hz e kHz), que são tecnologias capazes de gerar altas densidades de energia num curto espaço de tempo e necessitam de uma escolha adequada do tempo de aplicação, de modo a evitar lesões pulpares. (Miserandino *et al.*, 1993, *cit. in* Buchalla e Attin, 2006)

Os mecanismos de ação dos sistemas de *laser* dependem do comprimento de onda e da energia da radiação. Nos branqueamentos, os sistemas normalmente expandem o feixe de *laser*, de modo a que este não seja usado num ponto concentrado, podendo se

expandir sobre a superfície de alguns dentes. Com esta expansão, algumas propriedades típicas do *laser* são perdidas, mas o risco de dano tecidual é substancialmente reduzido. (Buchalla e Attin, 2006)

Os comprimentos de onda com elevado coeficiente de absorção em água e minerais dentários são rapidamente absorvidos na superfície do dente, pelo que dificilmente conseguem penetrar nos tecidos dentários duros, não constituindo portanto uma ameaça para a polpa e para a vitalidade dos dentes. Estes comprimentos de onda rondam os 3000 nm e situam-se espectralmente na fronteira entre a luz infravermelha B e C. (Buchalla e Attin, 2006)

Já os comprimentos de onda na faixa espectral do vermelho visível e do infravermelho A, penetram os tecidos biológicos com muito maior facilidade, o que torna a ocorrência de danos pulpares mais provável. (Buchalla e Attin, 2006)

A profundidade de penetração da luz visível nos tecidos duros aumenta no sentido violeta-vermelho, devido a diminuição gradual do coeficiente de dispersão. A luz violeta tem um maior coeficiente de dispersão, pelo que é mais rapidamente absorvida, enquanto a luz vermelha tem um coeficiente de dispersão menos elevado, o que não facilita tanto a sua absorção por parte dos tecidos dentários. A absorção depende diretamente do comprimento de onda da luz e do tecido ou substância a irradiar, constituindo um fator determinante no aumento da temperatura da mesma. (Buchalla e Attin, 2006)

iv. Influência do pH do gel

Um estudo levado a cabo por Hein *et al.* (2003) concluiu que a taxa de decomposição do peróxido em radicais livres hidroxilo aumenta quanto maior for o pH do gel.

Segundo os mesmos autores, o componente do gel que contém peróxido de hidrogénio possui normalmente um pH ácido, o que o torna estável durante o armazenamento.

De acordo com Sulieman *et al.* (2004) existe uma preocupação por parte dos fabricantes quanto à acidez dos agentes branqueadores, pois um pH abaixo do ponto crítico pode ocasionar a dissolução do esmalte (pH entre 5,5 e 6,5). (Soares, 2013)

Estes valores são ainda suscetíveis de provocar aumento de sensibilidade dentária, do desgaste e da rugosidade superficial do esmalte. Valores superiores dificilmente provocam alterações significativas nos tecidos. (Trentino, 2011 *cit. in* Soares, 2013)

Num estudo realizado por Soares (2013), em que foi analisado o pH de peróxidos de hidrogénio a diferentes concentrações, a autora concluiu que houve uma tendência de diminuição dos valores médios do pH entre o início e o fim da aplicação em esmalte bovino. Também se observou, neste mesmo estudo, que quanto maior foi a concentração de peróxido de hidrogénio, mais ácido se apresentou o pH dos agentes branqueadores.

4. EFEITOS ADVERSOS DA LUZ/*LASER* SOBRE OS TECIDOS DENTÁRIOS

i. Câmara pulpar

As alterações nos tecidos dentários variam de acordo com o tipo de *laser* utilizado. (Dostalova *et al.*, 2004)

A ativação do gel branqueador por luz ou *laser* pode aumentar não só a temperatura da superfície dos dentes, como também a da câmara pulpar. Contudo, quando o gel branqueador é aplicado corretamente pode atuar como um isolador, reduzindo o aumento da temperatura intrapulpar comparativamente à aplicação de luz/*laser* sem a presença de gel. (Buchalla e Attin, 2006)

Num estudo levado a cabo por Sulieman *et al.* (2005), citado por Buchalla e Attin (2006), a aplicação de *laser* díodo com comprimento de onda 830 nm e 3 volts de potência durante 30 segundos, sem aplicação de gel branqueador levou a um aumento de temperatura intrapulpar de 16^aC, enquanto para o mesmo *laser* e para o mesmo tempo de aplicação, quando aplicado um gel branqueador se verificou um aumento de temperatura apenas de 8,7^aC.

Num estudo animal antigo realizado por Zach e Cohen (1965), também citado por Buchalla e Attin (2006), verificou-se que 15% dos animais sofreram necrose pulpar com um aumento da temperatura da polpa de 5,5^aC, 60% com um aumento de 11,1^aC e todos os animais participantes no estudo aquando um aumento de 16,6^aC.

Ainda hoje se considera que um aumento de temperatura intrapulpar superior a 5,5°C leva à perda irreversível da vitalidade dentária. (Buchalla e Attin, 2006)

Para além do aumento da temperatura intrapulpar, o sobreaquecimento do gel branqueador pode levar ao *stress* oxidativo da polpa, por difusão pulpar do peróxido de hidrogénio, o que pode afetar negativamente o metabolismo celular, aumentar a sensibilidade e provocar alterações micromorfológicas. (Buchalla *et al.*, 2006) A síntese da enzima hemioxigenase 1, proporciona uma defesa inicial da polpa contra o peróxido de hidrogénio que se possa vir a infiltrar, tornando-o inofensivo. (Anderson *et al.*, 1999, *cit. in* Buchalla e Attin, 2006)

Porém, em contraste com este estudo, foi mostrado que a enzima que fabrica fibroblastos pulpares (desidrogenase de succinilo) é inibida quando o peróxido de hidrogénio penetra 0,5 milímetros de espessura de dentina em menos de uma hora. (Hanks *et al.*, 1993, *cit. in* Buchalla e Attin, 2006)

A utilização de dióxido de titânio no gel de peróxido de hidrogénio limita a transmissão térmica à polpa e, conseqüentemente, o aumento da sua temperatura. Este composto atua ainda como catalisador na produção de radicais livres hidroxilo. (Goharkhay *et al.*, 2009, *cit. in* Fornaini *et al.*, 2011)

A alteração de temperatura do tecido pulpar é diferente consoante o tipo de dente. Segundo Niklaus *et al.* (2004), citado por Klunboot *et al.* (2011), a variação de temperatura é mais elevada em incisivos que em dentes posteriores após tratamento com *laser* díodo com igual potência e tempo de irradiação.

Num estudo realizado por Klunboot *et al.* (2011) verificou-se que as densidades de 10,9 e 16,1 W/cm² para o *laser* díodo são adequadas no branqueamento dentário, pois provocaram um aumento de temperatura de 5,0 e 5,2°C, respetivamente, valores abaixo do valor limite de 5,5°C, estabelecido por Zach e Cohen (1965). No mesmo estudo, os autores utilizaram *laser* díodo com densidade de 36,7 W/cm², que levou a um aumento da temperatura pulpar de 10,9°C, valor suscetível de provocar necrose pulpar.

A alta densidade de potência do *laser* díodo conduz a um aumento elevado da temperatura pulpar, podendo lesá-la. Cabe ao médico dentista selecionar a densidade adequada à segurança do tratamento. (Klunboot *et al.*, 2011)

Aquando da aplicação de fotoativação no branqueamento, os médicos dentistas devem seguir as instruções dos fabricantes com uma duração limitada a um curto espaço de tempo, a fim de se evitarem respostas pulpares indesejáveis. (Buchalla e Attin, 2006)

ii. Sensibilidade pós branqueamento

É frequente a existência de queixas de sensibilidade dentária em pacientes tratados com branqueamento fotoativado. Contudo, os branqueamentos efetuados sem recurso a luz/*laser* também podem conduzir a sensibilidade pós-operatória. (Buchalla e Attin, 2006)

Geralmente, o branqueamento é acompanhado por algum aumento de sensibilidade dentária, a qual se tem vindo a revelar um efeito secundário comum do peróxido de hidrogénio. (Auschill *et al.*, 2005, cit, in Gurgan *et al.*, 2009) Quanto maior for a concentração de peróxido de hidrogénio utilizada maior será o risco de sensibilidade dentária. (Mason *et al.*, 2008, cit. in Gurgan *et al.*, 2009)

Gurgan *et al.* (2010), citado por Ajaj *et al.* (2012) avaliaram a eficiência de diferentes fontes de luz na alteração de cor e possíveis efeitos colaterais, como sensibilidade dentária e irritação gengival e não observaram diferenças significativas de cor entre os grupos que estudaram. Contudo, as leituras espectrofotométricas revelaram diferenças, o que os levou a concluir que o branqueamento com recurso a *laser* de díodo resultou em menor sensibilidade dentária e menor irritação gengival que os restantes sistemas que utilizaram.

No estudo referido no parágrafo anterior, os autores observaram 40 pacientes divididos em 4 grupos com recurso a fontes de luz diferentes. No grupo I realizaram branqueamento sem recurso a fotoativação. O grupo II foi fotoativado com *laser* díodo com comprimento de onda 810 nm e 10W de potência. O grupo III foi irradiado com uma lâmpada de arco de plasma com comprimento de onda entre 400 e 490 nm e o último grupo foi ativado por um LED.

A cor foi medida através de um espectrofotómetro e os efeitos colaterais (sensibilidade dentária e irritação gengival) foram avaliados com base numa escala visual analógica (VAS) que varia de 0 a 10, desde “nenhum desconforto” a “desconforto grave”.

Os valores de ΔL (diferença de luminosidade), de Δa (diferença entre tom vermelho e verde) e de ΔE (diferença geral de cor) para o grupo II (*laser* diodo) foram significativamente maiores que o dos restantes grupos. Os valores de Δb (diferença da cor amarela) dos grupos 2 e 4 foram também significativamente maiores e o grupo II foi também o grupo que revelou uma sensibilidade significativamente mais baixa que os restantes grupos, cuja diferença entre si não foi relevante.

Neste estudo, os pacientes referiram no geral muito pouca sensibilidade gengival durante o branqueamento. A irradiação com *laser* infravermelho pode produzir alguns efeitos benéficos sobre a sensibilidade dentária. (Wetter *et al*, 2004) Daí que o grupo tratado com *laser* diodo tenha revelado pouca ou nenhuma sensibilidade no tratamento. Gurgan *et al*. (2009) concluíram que de entre os sistemas de *laser* que utilizaram, o *laser* diodo pode ser preferido pelo facto de necessitar de menos tempo de aplicação e provocar uma menor sensibilidade dentária e irritação gengival.

Não há nenhuma evidência científica clara em relação ao facto da aplicação de calor aumentar a frequência e a severidade da sensibilidade dentária. (Buchalla e Attin, 2006)

iii. Desidratação pós branqueamento

A desidratação dentária é potenciada pela irradiação das peças dentárias com *laser* e é tanto maior quanto maior for o aquecimento do dente. (Joiner, 2006)

O uso de fontes de luz na ativação do branqueamento dentário parece aumentar a eficácia do tratamento, num período imediatamente após o procedimento, mas não se verificam alterações significativas nos resultados a longo prazo, em comparação com tratamentos sem recurso a fontes de luz. (Almoari e El Dara, 2010, *cit. in* Ajaj *et al.*, 2012)

A terapia com recurso a gel branqueador pode causar uma leve desidratação da superfície dentária, e conseqüente aumento do brilho logo após o branqueamento. Contudo, segue-se uma reidratação das peças dentárias que reduzem o seu brilho. Por este motivo, tanto pacientes como médicos dentistas não devem esperar um resultado definitivo logo após a conclusão do tratamento. (Buchalla e Attin, 2006)

A luz ultravioleta por si só pode fazer com que os cromóforos fiquem com as suas ligações duplas conjugadas destruídas, levando à descoloração dos pigmentos mais

escuros. (Ziemba *et al.*, 2005, *cit. in* Ajaj *et al.*, 2012) Segundo os mesmos autores, esta descoberta significa que a fonte de luz pode agir diretamente, por conta própria, para branquear os dentes e não apenas através da ação do agente branqueador, tratando-se portanto num duplo mecanismo de aumento de branqueamento.

Isto foi confirmado num estudo realizado por Tavares *et al.* (2003), citado por Ajaj *et al.* (2012), no qual foi utilizado um gel placebo com ativação de uma lâmpada de arco de plasma, no espectro de luz azul-verde (400-500 nm) e que conduziu a uma mudança de cor para tons mais claros.

No entanto, este efeito de iluminação pode ser devido à desidratação dos dentes e uma posterior reidratação pode reduzir a luminosidade. (Hein *et al.*, 2003, *cit. in* Ajaj *et al.*, 2012) Porém, em relação ao estudo de Tavares *et al.* (2003), sem se conhecer a composição química exata do gel placebo, não é possível avaliar a sua contribuição para a desidratação.

5. AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DO BRANQUEAMENTO

Como métodos para avaliar a eficácia do branqueamento dentário podemos utilizar escalas de cores padronizadas, fotografias, análises espectrofotométricas e análise digital de imagens com recurso a *software* específico. (Roberto *et al.*, 2011)

A cor dentária é o resultado da reflexão difusa da dentina através do esmalte translúcido sobreposto a esta e acredita-se ser um dos fatores estéticos mais importantes para os pacientes. (Zhang *et al.*, 2007, *cit. in* Kinoshita *et al.*, 2009)

Os guias de cor e as fotografias são bastante subjetivos, não previsivelmente reprodutíveis e influenciados por diversos fatores como iluminação, fadiga ocular e experiência do médico dentista. O espectrofotómetro permite obter resultados mais objetivos, contudo, o resultado pode ser afetado pelo contorno, textura e translucidez do dente, bem como por eventuais dificuldades do médico dentista em posicionar o aparelho corretamente. (Luk *et al.*, 2004, *cit. in* Araújo *et al.*, 2009)

Os colorímetros são instrumentos que permitem medir a cor dos objetos. Uma das formas mais comuns de expressar a cor em medicina dentária é através da escala $L^*a^*b^*$, criada pela *Comission Internationale de l'Éclairage* (CIE). Esta escala

representa um espaço de cor tridimensional medido em três eixos: L*, a* e b*. (McLaren, 1987, *cit. in Joiner*, 2006)

O valor de L* refere-se à medida da luminosidade de um objeto e é classificado numa escala que vai do preto perfeito (L* = 0) até ao perfeito difusor (L = 100). (McLaren, 1987, *cit. in Joiner*, 2006)

O valor de a* refere-se a uma escala entre vermelho e verde. O vermelho é classificado como a* positivo e o verde a* negativo. (McLaren, 1987, *cit. in Joiner*, 2006)

O valor de b* refere-se a uma escala entre amarelo e azul, sendo a cor amarela b* positiva e a azul b* negativa. (McLaren, 1987, *cit. in Joiner*, 2006)

A eficácia do branqueamento é dada pela diferença entre a cor inicial e as outras condições observadas, determinada pelos valores de ΔE (diferença geral de cor). (Roberto *et al.*, 2011)

Este sistema permite definir numericamente o grau de cor. (Roberto *et al.*, 2011)

6. SISTEMAS LED

Os sistemas LED baseiam-se na conversão da energia luminosa em térmica, ao nível do gel branqueador aplicado sobre as superfícies dentárias. Este processo aumenta as vibrações moleculares, promovendo assim um aumento na formação de radicais livres hidroxilo, de modo a acelerar o processo de branqueamento sem comprometer a subida da temperatura pulpar. (Tavares *et al.*, 2003, *cit. in Bortolatto et al.*, 2013)

A fotoativação com luz LED inibe a ocorrência de fatores quimiostáticos nas fases iniciais do processo inflamatório e inibe a síntese de prostaglandina. (Frigo *et al.*, 2009, *cit. in Bortolatto et al.*, 2013)

Alguns estudos afirmam que uma fonte de luz pode ser utilizada para acelerar o processo de branqueamento (Dostalova *et al.*, 2004 e Tavares *et al.*, 2003, *cit. in Bortolatto et al.*, 2013), embora este assunto ainda seja controverso na literatura.

Atualmente, a hipótese de que a interação entre sistemas de luz ou de *laser* e a pigmentação dentária aumenta a liberdade molecular do sistema, aumentando a

probabilidade da reunião de oxigénio reativo com moléculas específicas dos pigmentos, é aceite. (Nash, 1999 *cit. in* Roberto *et al.*, 2011)

Num estudo em que se utilizou um de gel de cor verde, verificou-se que a luz emitida é intensamente dispersa pelo gel, o que reduz a eficiência do processo de branqueamento. (Florez *et al.*, 2009, *cit. in* Roberto *et al.*, 2011) Num estudo realizado por Roberto *et al.* (2011) obtiveram-se resultados semelhantes.

Bortolatto *et al.* (2013) realizaram um estudo cujo objetivo foi avaliar a eficácia do sistema LED no branqueamento e a sensibilidade induzida pelo mesmo. No estudo participaram 40 pacientes, onde se utilizou um gel de peróxido de hidrogénio a 35%. Os participantes foram divididos em dois grupos.

O grupo I realizou 3 sessões de branqueamento, com 3 aplicações de 15 minutos por sessão. O tempo de exposição total ao agente branqueador foi de 135 minutos e entre sessões houve um intervalo de 7 dias.

O grupo II realizou também 3 sessões de branqueamento, com 3 aplicações de 8 minutos por sessão. A cada aplicação realizaram-se 4 irradiações com luz LED, 1 minuto em cada hemiarcada. O tempo de exposição total ao agente branqueador foi de 72 minutos e entre sessões houve um intervalo de 7 dias.

A eficácia do tratamento foi avaliada com um espectrofotómetro e a sensibilidade através de uma escala analógica visual.

A nível de luminosidade, verificou-se que após a primeira sessão houve uma alteração parcial deste parâmetro em ambos os grupos de igual modo. Verificou-se uma estabilização da mesma após a segunda sessão no grupo I (controlo), enquanto no segundo grupo (fotoativado) houve um aumento de luminosidade. No final do tratamento, concluiu-se que o grupo fotoativado revelou maior eficácia de branqueamento comparativamente ao grupo I.

As alterações de cor foram mínimas na primeira sessão para ambos os grupos. Já na segunda sessão o grupo II revelou uma alteração de cor ligeiramente superior. No final do tratamento, verificou-se uma alteração de cor significativamente mais alta deste grupo em relação ao grupo I.

O grupo I apresentou ainda mais queixas de sensibilidade em relação ao grupo II. Cinco participantes do primeiro grupo e três do segundo abandonaram o tratamento devido a queixas de sensibilidade.

Existem agentes de branqueamento seletivos que são mais eficazes quando irradiados com fontes de luz, enquanto outros não. ((Tavares *et al.*, 2003) (Lucas *et al.*, 2004) *cit. in* Bortolatto *et al.*, 2013)

Nos casos em que os produtos de branqueamento não dependem de fontes de energia para iniciar a reação de formação de radicais livres hidroxilo, a fotoativação até pode acelerar o processo, mas o resultado estético final será o mesmo que o obtido sem utilização de fontes de luz. (Bortolatto *et al.*, 2013)

No entanto, apesar de os resultados imediatos do estudo apontarem uma maior eficácia do branqueamento fotoativado, os autores não podem afirmar que essa diferença vá permanecer ao longo do tempo. Bortolatto *et al.* (2013) concluíram que o recurso a LED *laser* tem um bom desempenho no branqueamento dentário, levando a uma menor sensibilidade dentária e a uma redução do tempo de tratamento com maior eficácia a curto prazo.

7. SISTEMAS LED *VERSUS* OUTROS SISTEMAS DE LUZ

Eldeniz *et al.* (2005), citados por Araújo *et al.*, 2009, demonstraram que o *laser* diodo aumenta a temperatura da reação em 11,7°C e o LED em 6°C.

Wetter *et al.* (2004), citados pelos mesmos autores, concluíram que a fotoativação com *laser* diodo produziu resultados significativamente mais eficazes, em comparação com a fotoativação com LED, para o mesmo gel.

O branqueamento com recurso a *laser* diodo oferece algumas vantagens tais como um tempo de tratamento mais curto, redução da sensibilidade dentária e diminuição da irritação gengival. Contudo, em função da densidade da sua potência pode ou não lesar os tecidos pulpaes, caso a temperatura destes aumente significativamente. (Klunboot *et al.*, 2011)

De modo a otimizar os benefícios da fotoativação, podem adicionar-se pigmentos como o betacaroteno ao gel branqueador, de modo a promover uma melhor absorção do

comprimento de onda específico emitido pelo dispositivo e reduzindo a quantidade de energia não absorvível, aumentando deste modo a eficiência do aparelho. (Torres *et al.*, 2007, *cit. in* Araújo *et al.*, 2009)

Num estudo desenvolvido por Araújo *et al.* (2009) foram utilizados espectrofotômetros para avaliar os efeitos de ativação do peróxido de hidrogénio a 38% em associação com as seguintes fontes de luz: Lâmpada de Halogénio, LED azul combinado com *laser* IV, LED verde combinado com *laser* IV e *laser* vermelho.

Neste estudo foram utilizados 60 dentes bovinos, divididos em 5 grupos, previamente expostos a jato de bicarbonato de sódio, com vista à remoção de manchas extrínsecas, e posteriormente imersos em café durante 15 dias. Os dentes foram impermeabilizados com verniz incolor na dentina exposta antes do branqueamento, de modo a assegurar que o gel branqueador penetraria exclusivamente pelo esmalte da face vestibular. Foi também impermeabilizada uma área pré-selecionada de esmalte para comparação. A medição da cor foi realizada através da escala L*a*b*.

No grupo I (controlo) o gel foi aplicado durante 15 minutos, agitado a cada 3 minutos e sem recurso a fotoativação.

No grupo II, o tempo de aplicação total foi o mesmo do grupo 1, porém houve recurso a fotoativação com luz halogéna (densidade 600 mW/cm²). Procedeu-se á ativação durante 1 minuto, seguindo-se outro minuto de agitação e espera. Este procedimento repetiu-se 7 vezes.

No grupo III, o gel foi ativado por dois LED's de luz azul com comprimento de onda de 670 nm e 500mW de potência combinado com um *laser* infravermelho de baixa intensidade, com comprimento de onda de 795 nm.

No grupo IV, a fotoativação foi realizada por dois LED's de cor verde com comprimento de onda de 530 nm e 500 mW de potência combinado com *laser* infravermelho de baixa intensidade.

No grupo V, recorreu-se a um *laser* vermelho com três *lasers* díodo, que emitem luz vermelha com 660 nm de comprimento de onda.

As maiores variações de cor ocorreram com os sistemas LED azul e luz halogénea, sem diferença significativa entre elas. O grupo IV não registou diferenças significativas em relação ao grupo I.

Em relação à escala $L^*a^*b^*$, não houve diferença significativa na luminosidade (ΔL) entre os grupos, o que permitiu aos autores concluir que a luminosidade dos dentes não depende das fontes de luz. Houve contudo, uma redução significativa da cromaticidade (Δa) de vermelho para verde em todos os grupos. O componente (Δb) é o mais importante pois indica-nos a redução do croma amarelo, cuja maior alteração se verificou nos grupos tratados com LED azul e luz halogénea.

Estes resultados afirmam os achados de outros autores citados por Bortolatto *et al.* (2013), como Cronin *et al.* (2005), que também comprovaram evidências de alterações significativas dos componentes a^* e b^* após branqueamento, contrastando com os resultados de Ishikawa-Nagai *et al.*, 2004 que observaram um aumento da luminosidade (ΔL).

A fotoativação permite auxiliar na redução da cor amarela dos dentes. (Tavares *et al.*, 2003, *cit. in* Bortolatto *et al.*, 2013)

No estudo de Araújo *et al.* (2009) verificou-se que os grupos fotoativados com LED azul e lâmpada de halogénio tiveram melhor desempenho de branqueamento, portanto, os autores concluíram que a capacidade de ativação da luz para aumentar a eficácia do branqueamento depende do tipo de fonte de luz que está a ser usada e das suas propriedades.

Os resultados obtidos com LED azul e lâmpadas de halogéneo podem ter ocorrido devido à presença de corantes no gel branqueador. A cor da luz é determinada por um comprimento de onda específico e porque os objetos não têm a sua própria intensidade de luz, as cores dependem da luz incidente, que é influenciada pela textura do objeto e pelas suas capacidades de absorção e reflexão de luz. (Araújo *et al.*, 2009)

A cor pode ser definida como aditiva (fonte de luz) ou subtrativa (pigmento), enquanto que na incorporação de pigmentos, o gel atua como selecionador de um comprimento de onda específico, de modo a absorver a máxima energia possível a partir da fonte de luz, catalisando assim a reação química eficazmente. (Araújo *et al.*, 2009)

Observando-se o círculo cromático, identificamos as cores complementares e verificamos, por exemplo, que o laranja é complementar ao azul. Ou seja, quando nos deparamos com um corante laranja significa que o laranja é a única cor que está a ser refletida, enquanto que outras cores são absorvidas em diferentes graus. A cor mais absorvida será a complementar, neste caso, o azul. Assim, a fim de se identificar a absorção de luz azul emitida pelos LED, o uso de caroteno (cor laranja) como corante do gel branqueador parece ser exequível, com vista ao aumento da eficácia do tratamento. (Torres *et al.*, 2007, *cit. in* Araújo *et al.*, 2009)

No estudo de Araújo *et al.* (2009), o gel usado contém o corante caroteno, o que justifica os resultados obtidos para o LED azul e para a lâmpada de halogéneo cujas emissões também são azuis. De acordo com os resultados obtidos neste estudo, o agente de branqueamento pode ter o seu desempenho intensificado por fontes de luz, embora esta eficácia também dependa do corante utilizado nos agentes.

A aplicação de cada técnica deve ser cuidadosa atendendo não apenas a resultados rápidos no processo de branqueamento, mas também à proteção do complexo dentina-polpa. (Araújo *et al.*, 2009)

8. LASER KTP VERSUS DIODO

Fornaini *et al.* (2011) realizaram um estudo com 116 dentes bovinos, com vista a comparar duas fontes de *laser* diferentes, o *laser* KTP e o *laser* diodo, com 532 e 808 nm de comprimento de onda, respetivamente, e verificar a existência ou não de correlação entre a temperatura e concentração do gel e a cor do dente após branqueamento.

Os dentes foram divididos em 5 grupos. 26 amostras foram submetidas a branqueamento sem irradiação. O *laser* diodo foi aplicado em três sessões de 30 segundos com potência de 2W a 25 amostras e com potência de 4W a 26 amostras. O *laser* KTP foi aplicado a 25 amostras com potência de 2W e a 14 amostras com potência de 4W.

O gel foi aplicado em todos os dentes durante 20 minutos e cada irradiação teve pausas de pelo menos 2 minutos, de modo a permitir que a temperatura do gel voltasse à fase anterior.

As alterações de temperatura do gel foram significativamente mais elevadas no *laser* diodo que no KTP, em ambas as potências.

A nível de alteração de cor, o tratamento com *laser* KTP a 2W revelou o melhor resultado, com valores significativamente superiores (ΔE) em relação ao tratamento sem *laser* e ao tratamento com *laser* diodo, cujos valores foram muito semelhantes. O branqueamento com KTP a 4W revelou melhor desempenho que o tratamento não fotoativado, mas esta potência não se revelou tão eficaz quanto a de 2W.

Os efeitos do branqueamento com recurso a luz/*laser* dependem do cromóforo, da natureza do esmalte, do comprimento de onda utilizado e do pH do gel. Se o pico de absorção do cromóforo não corresponder ao comprimento de onda relacionado, não existe benefício no uso de luz/*laser*. (Fornaini *et al.*, 2011)

O *laser* diodo promove um elevado aumento da temperatura do gel e, conseqüentemente, da temperatura do dente e da câmara pulpar. Isto depende também de alguns fatores como a espessura e características do gel, o tempo de aplicação, a distância entre o dente e a fonte de luz, a potência do *laser*, o intervalo entre sessões e a experiência do médico dentista. (Fornaini *et al.*, 2011)

O estudo demonstrou que a variação de energia térmica por si só, não afeta o branqueamento. (Fornaini *et al.*, 2011)

Fornaini *et al.* (2011) concluiu que o poder branqueador do *laser* KTP não só é maior como é mais seguro que o do *laser* diodo, pois promove uma menor elevação de temperatura. Os mesmos autores verificaram ainda que os três parâmetros que avaliaram (temperatura do gel, cor dentária e concentração de peróxido de hidrogénio) não estão relacionados, o que do ponto de vista clínico demonstra, segundo os autores, a ineficácia de altas potências de *laser* e de altas concentrações de peróxido de hidrogénio que apenas aumentam os riscos de lesão pulpar, sem melhorarem o processo de branqueamento.

Os dentes com manchas provocadas pelo uso de tetraciclinas constituem um dos casos mais difíceis de alcance de sucesso no branqueamento dentário. Quando consumidas durante o período de desenvolvimento dos dentes, as tetraciclinas conferem-lhes uma tonalidade azul-acinzentada ou amarelo-acastanhada, afetando mais os dentes anteriores que os molares. (Cohen e Burns, 2002, *cit. in* Kinoshita *et al.*, 2009)

A descoloração dentária induzida pelo uso destes antibióticos depende do tipo de tetraciclina utilizado, da sua dosagem, da duração do tratamento, da idade do paciente e ainda do tempo de administração. A alteração de cor é normalmente bilateral, podendo apresentar-se de forma contínua ou em listas, dependendo se a administração de tetraciclinas tiver sido contínua ou interrompida. (Ingle e Bakland, 2002, *cit. in*, Kinoshita *et al.*, 2009)

Quando são ligeiras ou moderadas, as descolorações por tetraciclinas tendem a responder a tratamentos prolongados de branqueamento. (Joiner, 2004, *cit. in* Joiner, 2006) Já em casos severos o tratamento pode ser ainda mais demorado, (Mahony *et al.*, 2003, *cit. in* Joiner, 2006) podendo mesmo ser necessário recorrer a restaurações com coroas ou facetas. (Cheek e Heymann, 1999) O pior prognóstico ocorre em casos de descoloração ao nível do colo do dente e em manchas de cor azul acinzentada ou azul. (Haywood, 2000, *cit. in* Joiner, 2006)

A cessação do consumo destes fármacos ou o consumo concomitante de grandes doses de vitamina C ou outros antioxidantes podem evitar a formação do pigmento responsável pela descoloração, sobretudo se a tetraciclina utilizada for minociclina. (Cheek e Heymann, 1999) A administração de tetraciclinas deve ser evitada entre o segundo semestre de vida intrauterina e os 8 anos de idade. (Smilack, 1999, *cit. in* Walsh *et al.*, 2004)

A coloração por tetraciclinas é relativamente resistente à oxidação a partir do peróxido de hidrogénio, mas pode ser oxidada por luz, numa determinada faixa espectral visível de cor verde (512-540 nm), com máxima absorção num comprimento de onda de 530 nm. Sob estas condições, as moléculas coloridas decompõem-se em moléculas mais simples, passíveis de serem oxidadas pelo peróxido de hidrogénio. (Walsh *et al.*, 2004)

O comprimento de onda e as características do *laser* KTP que é um tipo de *laser* Nd:YAG parecem ser adequadas para o branqueamento de dentes com manchas de tetraciclinas. (Kinoshita *et al.*, 2009)

Os *lasers* adequados para tratar manchas de tetraciclinas são o *laser* de argónio e o KTP, com 514,5 e 532 nm, respetivamente. Além de o *laser* KTP por si só oxidar as moléculas de quinona derivadas do consumo por tetraciclinas, a sua ação fototérmica catalisa a degradação do gel de peróxido de hidrogénio, aumentando o rendimento

global dos radicais livres hidroxilo e contribuindo para uma mais rápida eliminação de todos os pigmentos. (Walsh *et al.*, 2004)

O *laser* KTP distingue-se dos outros sistemas de fotoativação e assume um papel significativo quando aplicado sobre um gel branqueador de cor avermelhada, isto porque este *laser* emite uma luz verde visível, e a cor verde é complementar da cor vermelha, o que facilita a sua absorção. (Vanderstricht e Moor, 2009)

O seu comprimento de onda específico de 532 nm consegue dissociar moléculas de coloração por tetraciclinas em compostos mais simples e com tonalidade mais clara, sobretudo quando usado com um gel com um pH alcalino, pois a ativação de um gel com pH elevado facilita a libertação de radicais livres hidroxilo. A combinação de todas estas características, permite um tratamento mais eficaz que os restantes sistemas de branqueamento. (Vanderstricht e Moor, 2009)

Quando o *laser* Nd: YAG passa através o meio sólido de KTP, o seu comprimento de onda reduz-se a metade, passando de 1064 para 532 nm, pelo que o KTP mantém algumas características do Nd: YAG original mas possui outras diferentes, sendo bem absorvido pela hemoglobina e pela melanina e não sendo em água e hidroxiapatite, pelo que penetra na dentina sem causar danos significativos. (Bachmann e Ruazat, 2007) O *laser* KTP não provoca um aumento de temperatura significativo, pois os seus fotões têm alta energia, facilitando deste modo as reações fotoquímicas sem prejuízo para a polpa e para os tecidos duros. (Naammour *et al.*, 2005, *cit. in* Kinoshita *et al.*, 2009)

O *laser* KTP é capaz de produzir um efeito mais significativo que os LED's. (Zhang *et al.*, 2007, *cit. in* Kinoshita *et al.*, 2009) Devido à pequena massa molecular do peróxido de hidrogénio, o KTP pode penetrar em substâncias orgânicas presentes nos cristais de hidroxiapatite. (Lin *et al.*, 1988, *cit. in* Kinoshita *et al.*, 2009)

10. TÉCNICAS ESPETROFOTOMÉTRICAS BASEADAS EM LASER

As técnicas espectralfotométricas baseadas em *laser* constituem ferramentas importantes para a análise química dos tecidos dentários, pois possuem uma sensibilidade seletiva e minimamente destrutiva, permitindo assim uma análise detalhada dos diferentes componentes dos tecidos em tempo real. (Imam *et al.*, 2013)

A técnica LIBS (espectrofotometria de desagregação induzida por *laser*) é uma técnica com alta capacidade de detecção para diferentes materiais e possui as características (de sensibilidade seletiva e minimamente destrutiva) referidas anteriormente. (Imam *et al.*, 2013)

Quando um *laser* pulsado é focado sobre uma superfície, uma pequena quantidade de material é vaporizado e através da absorção de fótons é aquecido até que se ioniza. Esta microfonte de luz é então analisada por um espectrofotómetro. Os espectros de emissão obtidos consistem em linhas correspondentes aos elementos que se evaporam na superfície da amostra. Isto constitui o princípio da técnica de LIBS. (Imam *et al.*, 2013) As medições LIBS consistem na análise espectral observada nas linhas de emissão atômica e iónica, geradas na superfície da amostra após a irradiação com *laser*. (Liu e Webster, 2007) Estas linhas de emissão atômica e iónica permitem a identificação qualitativa dos componentes presentes nos tecidos e as suas intensidades podem ser usadas na determinação quantitativa dos mesmos. (Niemz, 1994, *cit. in* Imam *et al.*, 2013)

Os primeiros estudos sobre a técnica de rutura induzida em espectroscopia por *laser* foram relatados por Brech e Cross (1962) e Radziemski e Cremers (1980), citados por Imam *et al.* (2013) foram os pioneiros na introdução da técnica LIBS.

Outro método de análise espectral usado em medicina dentária é a espectroscopia de fotoeletrões de raios X (XPS), na qual as superfícies dentárias são expostas a raios X monocromáticos em vez de *laser*. Esta técnica utiliza a fotoionização e a análise de energia dos fotoeletrões emitidos para estudar a composição e o estado eletrónico no conteúdo dos tecidos dentários. (Imam *et al.*, 2013) No entanto, esta técnica requer a preparação da amostra e não é capaz de detetar hidrogénio ou hélio. É considerada uma das técnicas mais sensíveis de análise espectral, permitindo uma análise apenas dos tecidos superficiais, pois possui um alcance de baixa profundidade. (Niemz, 1994, *cit. in* Imam *et al.*, 2013)

Imam *et al.* (2013) realizaram um estudo que pretendeu observar o efeito do branqueamento dentário no conteúdo elementar do esmalte e da dentina utilizando a técnica LIBS e comparando posteriormente os resultados com a técnica XPS.

Os componentes principais da fase mineral do esmalte e da dentina observados pelos autores nos 32 incisivos superiores que estudaram foram cálcio, fósforo, sódio, dióxido de carbono, cloro e potássio. Em menor quantidade, detetaram a presença de flúor, ferro, zinco, enxofre e cobre.

A análise das concentrações de cálcio e fósforo foi realizada com recurso á técnica LIBS, constituída por um *laser Q-switch* Nd: YAG com um sistema de espectroscopia de emissão ótica. Os componentes das superfícies externas e internas do esmalte e da dentina foram analisados utilizando LIBS e XPS.

Verificou-se uma ligeira diminuição dos níveis de cálcio no branqueamento em comparação com as amostras de controlo, contudo, não houve diferença significativa. Os autores concluíram que o branqueamento com ou sem recurso a fontes de luz não resultou numa diminuição significativa das proporções de cálcio e de fósforo, em comparação com os controlos. A fotoativação não provocou alterações na composição da superfície das amostras branqueadas nos sistemas de branqueamento testados. As alterações verificadas nos componentes do esmalte mais profundo e na dentina foram mínimas e semelhantes nos diferentes tipos de branqueamento usados pelos autores.

É importante a avaliação da integridade da estrutura dentária na escolha do sistema de branqueamento. A análise espectral com recurso a LIBS ou XPS permite uma análise mais detalhada das mudanças estruturais do esmalte e da dentina e pode auxiliar na escolha do sistema de branqueamento mais adequado. (Imam *et al.*, 2013)

11. EFEITOS ADVERSOS NO BRANQUEAMENTO DENTÁRIO

Consoante a técnica e o agente branqueador utilizado, os riscos e efeitos adversos do branqueamento dentário são diferentes, sendo que os mais frequentes são a sensibilidade dentária pós-branqueamento e irritação gengival, (Baratieri *et al.*, 2001) sendo esta última prontamente resolvida mediante um adequado isolamento gengival (em consultório) ou com um reajuste da goteira para branqueamento em ambulatório. (Jorgensen e Carrol, 2002, *cit. in* Aragão, 2011)

Quando realizado de acordo com as indicações, os tratamentos branqueadores geralmente não causam alterações pulpares irreversíveis. (Martinelli, 2004)

i. Sensibilidade dentária

Apesar de a sensibilidade dentária ser ligeira e transitória na maioria dos casos, é passível de originar desconforto e pode mesmo condicionar a realização do tratamento. (Leonard *et al.*, 1997 *cit. in* Aragão, 2011)

A etiologia da sensibilidade pós-branqueamento não é fácil de determinar. Autores como Christensen (1997) apontam o uso de goteiras por si só, como fator etiológico. No entanto, outros autores como Dahl e Pallesen (2003) estabelecem a penetração do agente branqueador nos túbulos dentinários e consequente exposição pulpar ao mesmo agente, como principal fator etiológico da sensibilidade. (Aragão, 2011)

A emissão de calor não adequada por parte de sistemas de luz/*laser*, no decorrer do branqueamento dentário, também pode provocar sensibilidade pós-operatória. (Baratieri *et al.*, 2003)

De acordo com a Diretiva 2011/84/EU do Conselho Europeu, que regulamenta os procedimentos de branqueamento dentário em Portugal, é proibida a comercialização de produtos que contenham uma concentração superior a 6% de peróxido de hidrogénio ou equivalente.

A incidência e severidade da sensibilidade pós branqueamento, parecem ter diminuído, consideravelmente, com o uso de peróxidos com concentrações mais baixas ou com aplicações mais curtas de géis com elevada concentração de agente branqueador. (Martinelli, 2004)

O branqueamento dentário realizado com recurso a peróxido de carbamida a 10% é indolor, de baixo custo, bastante efetivo e com mínimos efeitos adversos. (Feinman, 1995 *cit. in* Filho, 2011)

As concentrações mais elevadas de peróxido de carbamida (superiores a 16%) estavam muitas vezes associadas a episódios de sensibilidade pós-branqueamento. (Haywood, 2000, *cit. in* Joiner, 2006)

A aplicação de cristais de fluoreto como método preventivo ou agente dessensibilizante, cerca de 30 minutos antes de se iniciar o procedimento branqueador, sempre que a sensibilidade seja muito evidente, pode prevenir ou mesmo eliminar o desconforto. Este

efeito benéfico tem sido atribuído à precipitação de cristais de fluoreto de cálcio na dentina, reduzindo assim a sua permeabilidade e conseqüentemente a penetração do agente branqueador na câmara pulpar, sem comprometimento do efeito oxidativo do peróxido. (Miel *et al.*, 2008 *cit. in* Aragão, 2011)

Esta precipitação reduz o diâmetro dos túbulos dentinários, diminuindo assim a sensibilidade dentária, o que pode ser uma fator determinante na continuidade e conclusão do tratamento. (Armenio *et al.*, 2008, *cit. in*, Aragão, 2011)

Os mesmos autores referem ainda que está em estudo, esperando resultados futuros, um outro composto suscetível de reduzir a sensibilidade dentária, o nitrato de potássio, já utilizado em pastas dentífricas para dentes sensíveis, pelo seu aparente efeito analgésico ou anestésico sobre as fibras nervosas, dado que este composto não permite uma repolarização após a despolarização inicial das mesmas, não ocorrendo assim sensibilidade.

ii. Insucesso da técnica branqueadora

O sucesso da técnica branqueadora prende-se a um diagnóstico etiológico específico, a uma anamnese detalhada e a um exame clínico adequado. (Dunn, 1998 *cit. in* Martinelli, 2004)

No plano de tratamento, posterior ao diagnóstico, deve expressar-se ao paciente o mais claramente possível a dificuldade de prever os resultados tanto imediatos como a longo prazo, bem como a necessidade de substituição de restaurações em dentes anteriores após o tratamento, sublinhando o facto de que o agente branqueador não atua sobre as mesmas tal como atua nas peças dentárias. O paciente deve ainda tomar conhecimento dos possíveis efeitos adversos e das diferentes técnicas que possam ser disponibilizadas pelo médico dentista. (Martinelli, 2004)

Segundo a ADA, o branqueamento dentário considera-se eficaz quando a mudança de cor é superior a dois tons na escala VITA, ordenada de acordo com a luminosidade.

Ainda que seja o tratamento mais aconselhado, alguns pacientes não se adaptam ao branqueamento em ambulatório, ou, simplesmente, preferem resultados rápidos, necessitando assim de técnicas que produzam efeitos mais imediatos, as quais apenas se podem executar em consultório. (Filho, 2011)

O insucesso da técnica ambulatoria pode dever-se ao pH dos agentes branqueadores, quando este varia entre 4 e 7. (Baratieri *et al.*, 2001)

Quanto menor for a concentração de peróxido de hidrogénio, mais alcalino é o agente branqueador. (Soares, 2013)

De acordo os valores acima referidos, Leonard *et al.*, afirmaram que o pH da placa dentária, da saliva e do próprio gel, dentro da goteira usada no branqueamento em ambulatorio aumenta significativamente durante o tratamento, permanecendo elevado por um período mínimo 2 horas. Esta elevação do pH deve-se à ureia, um subproduto na decomposição do peróxido de carbamida que se forma quando este agente entra em contato com os tecidos dentários. (Baratieri *et al.*, 2001)

O recurso a fontes de aceleração, tais como sistemas de luz, permite reduzir o tempo total do procedimento, aumentando a velocidade da reação, pela elevação da temperatura do agente branqueador. (Brugnera Junior e Zanin, 2004 *cit. in* Filho, 2011)

iii. Substituição das restaurações após branqueamento

Uma das dúvidas que persiste em relação às consequências do branqueamento dentário centra-se no tempo de espera necessário para a substituição de restaurações adesivas e a possível diminuição da força de adesão causada pelo tratamento. (Campos e Pimenta, 2000, *cit. in* Loretto *et al.*, 2004)

O oxigénio residual do agente branqueador presente no esmalte pode ser a causa de insucesso em procedimentos de adesão após o branqueamento. (Titley *et al.*, 1993, *cit. in* Loretto *et al.*, 2004) A inibição do sistema adesivo e da polimerização das resinas compostas podem levar ao adiamento do tratamento restaurador após o branqueamento. (Soares *et al.*, 1998, *cit. in* Loretto *et al.*, 2004) A reversão deste processo é dependente do tempo decorrido desde o tratamento. (Cavalli *et al.*, 2001, *cit. in* Loretto *et al.*, 2004) Deve haver um período mínimo de duas semanas após o branqueamento antes de se iniciar a substituição de restaurações, de modo a permitir que os níveis de oxigénio no esmalte voltem ao normal. (Walsh *et al.*, 2004)

Eventuais alterações na composição das resinas compostas, especialmente no tipo de fontes de luz utilizadas na sua polimerização podem assegurar propriedades mecânicas desejáveis e assegurar uma maior longevidade da restauração final, minimizando o

insucesso no processo de polimerização, que ocorre geralmente devido a uma conversão de monómeros inadequada, exagerada contração de polimerização e vazamento marginal. (Althoff e Harhung, 2000, *cit. in* Loretto *et al.*, 2004)

De acordo com Sung *et al.* (1999), citados por Loretto *et al.* (2004), os sistemas adesivos à base de álcool permitem uma recuperação rápida da capacidade de adesão ao esmalte. O álcool presente num agente de adesão pode interagir com o oxigênio residual do branqueamento presente na estrutura do esmalte, eliminando-o e facilitando deste modo a adesão. (Kalili *et al.*, 1991, *cit. in* Loretto *et al.*, 2004)

Num estudo realizado por Loretto *et al.* (2004) no qual se pretendeu avaliar a influência de três diferentes fontes de polimerização na resistência ao cisalhamento do esmalte, utilizou-se um sistema adesivo à base de água e álcool, e não se verificaram diferenças significativas na força adesiva nos diferentes grupos que estes autores estudaram.

As fontes de luz utilizadas no estudo de Loretto *et al.* (2004) foram uma lâmpada de halogéneo, um sistema LED e um arco de plasma. Os autores concluíram que o branqueamento com 10% de peróxido de carbamida não afeta a adesão das resinas compostas ao esmalte 24 horas após o tratamento e que o tipo de fonte de luz também não afetou de igual modo esta mesma adesão.

IV. CONCLUSÃO

O aumento da preocupação dos pacientes com a estética dentária e o crescente avanço da tecnologia na atualidade, leva a população a uma procura de serviços que promovam resultados satisfatórios no mais breve período possível.

A nova Diretiva que regula os branqueamentos dentários impossibilita os tratamentos em consultório com elevadas concentrações de peróxido de hidrogénio, o que torna mais difícil obter resultados rápidos nos tratamentos.

Neste contexto, o uso de sistemas de luz, pela sua ação catalisadora da reação que possibilita a redução da tonalidade escura dos cromóforos, pode constituir uma alternativa às altas concentrações, pelo facto de promover uma maior rapidez na libertação de radicais livres oxigénio, mesmo em baixas percentagens de peróxido, o que se vai traduzir numa diminuição do período de tratamento.

A influência da palavra *laser* sobre os pacientes, pode também exercer uma maior motivação para o tratamento.

O aumento do pH, sem alteração da estabilidade do produto, também constitui uma alternativa às elevadas concentrações, dado que num meio mais alcalino é possível obter-se uma maior eficácia. O pH dos agentes branqueadores, por si só, aumenta naturalmente, quando o gel se encontra na goteira em contato com os tecidos orais.

A utilização de dióxido de titânio no gel, também proporciona uma ação catalisadora e limita a penetração da radiação à polpa, aquando da exposição a sistemas de luz.

Fatores como a temperatura e o uso de corantes no gel branqueador influenciam também a catálise da reação.

É necessário considerar bem a aplicação de *laser* em tecidos duros, pois nem todos os *lasers* usados em medicina dentária têm indicação em branqueamentos dentários. *Lasers* como o Argónio e o Nd:YAG são os que mais cuidados exigem, pois são os mais agressivos para a polpa dentária. As luzes QTH e arco de plasma também são bastante suscetíveis de levar a uma elevação exagerada da temperatura pulpar.

Os sistemas LED são preferíveis às luzes QTH e arco de plasma, pois a sua radiação não se estende ao infravermelho, dificultando a sua penetração em tecidos duros e, assim, protegendo a polpa.

O *laser* diodo promove um tratamento mais curto mas é necessária a monitorização do seu uso em baixas densidades de potência, de forma a aumentar a segurança do procedimento.

O *laser* KTP parece ser o *laser* mais seguro e com melhor desempenho a baixas potências.

O branqueamento dentário é um tratamento pouco invasivo, simples e relativamente previsível quanto ao seu resultado final, desde que bem determinada a etiologia da descoloração e bem executada a técnica de aplicação.

V. BIBLIOGRAFIA

ADA Council on Scientific Affairs. (2009). Tooth Whitening/Bleaching: Treatment Considerations for Dentists and Their Patients.

Ajaj, R. *et alli.* (2012) Evidence-based assessment of the efficacy and effectiveness of light/laser activation in in-office dental bleaching. *Dental Hypotheses*, 3(2/Abril-Junho 2012)

Aragão, A. (2011). Sensibilidade durante e após Branqueamento Dentário: Estudo comparativo ambulatorio (at home) vs. Consultório (in office). Dissertação apresentada à Universidade Católica Portuguesa para a obtenção do grau de mestre em Medicina Dentária.

Araújo, R., Torres, C. e Araújo M. (2009). In vitro evaluation of dental bleaching effectiveness using hybrid lights activation. *Revista Odonto Ciência*, 25(2), pp. 159-164

Baratieri, L. *et alli.* (2001). *Odontologia Restauradora – Fundamentos e Possibilidades*. São Paulo, Santos Livraria Editora, pp. 675-713.

Bortolatto, J. *et alli.* (2013) Effects of LED-laser hybrid light on bleaching effectiveness and tooth sensivity: a randomized clinical study. [Em linha]. Disponível em <stacks.iop.org/LPL/10/085601>. [Consultado em 02/11/2013].

Buchalla W. e Attin, T. (2006). External bleaching therapy with activation by heat, light or laser – A systematic review. *Dental Materials*, 23(2007), pp. 586-596.

Cheek, C. e Heymann, H. (1999). Dental and Oral Discolourations Associated with Minocycline and Other Tetracycline Analogs. *Journal of Esthetic Dentistry*, 11(1), pp. 43-48.

Conceição, E. (2000). *Dentística: Saúde e estética*. Porto Alegre, Artes Médicas Sul, pp. 227-255.

Dostalova, T. *et alli.* (2004) Diode Laser-Activated Bleaching. *Brazilian Dental Journal*, 15(edição especial), pp. 3-8.

Filho, R. (2011). Clareamento de dentes vitais: Comparação da efetividade entre a técnica de consultório e a caseira. Monografia apresentada à Unidade de Pós-graduação

da Faculdade Ingá- UNINGÁ- Passo Fundo- Brasil (RS) como requisito para obtenção do título de Especialista em Dentística.

Fornaini, C. *et alli*. (2011). Analysis of shade, temperature and hydrogen peroxide concentration during dental bleaching: in vitro study with the KTP and diode lasers. *Lasers in Medical Sciences*, 28(2013), pp. 1-6.

Gupta, S. e Kumar, S. (2011). Lasers in Dentistry - An Overview. *Trends in Biomaterials and Artificial Organs*, 23(3/2011), pp. 119-123.

Gurgan, S., Cakir, F. e Yazici, E. (2009). Different light-activated in-office bleaching systems: a clinical evaluation. *Lasers in Medical Sciences*, 25(2010), pp. 817-822.

Imam, H., Ahmed, D. e Eldakrouri, A. (2013). Elemental content of enamel and dentin after bleaching of teeth (a comparative study between laser-induced breakdown spectroscopy and x-ray photoelectron spectroscopy). *Journal of Applied Physics*, 113(234701/2013). [Em linha]. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1063/1.4811186>>. [Consultado em 11/11/2013].

Joiner, A. (2006). The bleaching of teeth: A review of the literature. *Journal of Dentistry*, 34(2006), pp. 412-419.

Kinoshita, J., Jafarzadeh, H., Forghani, M. (2009). Vital Bleaching of Tetracycline-Stained Teeth by Using KTP Laser: A Case Report. *European Journal of Dentistry*, 3(Julho 2009), pp. 229-232.

Klunboot, U. *et alli*. (2011). The temperature effects of diode laser on pulpal tissues for the teeth whitening treatment. *Procedia Engineering*, 32(2012), pp. 722-726.

Loretto, S. *et alli*. (2004). Influence of Photopolymerization Light Source on Enamel Shear Bond Strength after Bleaching. *Brazilian Dental Journal*, 15(2/2004), pp. 133-137.

Martinelli, F. (2004). Clareamento de Dentes Vitais: revisão bibliográfica. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para obtenção do título de especialista em Dentística.

Pare, S. e Loganathan, S. (2012). Vital Bleaching with Diode Laser – Case Report. *Indian Journal of Multidisciplinary Dentistry*, 2(3/Maio-Julho 2012), pp. 532-534.

Roberto, A. *et alli*. (2011). Evaluation of tooth color after bleaching with and without light-activation. *Revista Odonto Ciência*, 26(3), pp. 247-252.

Soares, A. (2013). Comprometimento do esmalte bovino após escovação em função de condicionamento ácido, clareamento ativado com luz híbrida, concentração e pH dos géis clareadores. Monografia apresentada à Universidade de São Paulo como requisito para obtenção do título de especialista em Dentística.

Vandersricht, K. e Moor, R. (2009). Laser-assisted Bleaching with KTP Laser. *Journal of Oral Laser Applications*, 9(2/3), pp. 129-136.

Vandersricht, K. e Moor, R. (2009). The Use of KTP Laser, an Added Value for Tooth Bleaching. *Journal of Oral Laser Applications*, 9(4), pp. 219-226.

Walsh, L., Liu, J. e Verheyen, P. (2004). Tooth Discolouration and Its Treatment Using KTP Laser-assisted Tooth Whitening. *Journal of Oral Laser Applications*, 4, pp. 7-21.