

# Estudo com Microscópio Electrónico de Varrimento, das Alterações Morfológicas da Superfície do Esmalte, após Tratamento com Dois Sistemas de Branqueamento

Eunice Virgínia Palmeirão Carrilho\*, Anabela Paula\*\*, João Tomaz\*\*\*, Daniel Gonçalves\*\*\*\*, Amílcar Ramalho\*\*\*\*\*

**Resumo:** *Objectivos: avaliar as acções do peróxido de carbamida a 10% e do peróxido de hidrogénio a 25% activado pela luz de uma lâmpada LED, na morfologia da superfície do esmalte e comparar a acção das duas terapêuticas. Materiais e Métodos: obtiveram-se trinta amostras após separação das coroas de quinze prémolares divididas no sentido vertical do longo eixo dentário e de vestibular para lingual. Fizeram-se três grupos de acordo com a terapêutica: grupo controlo (sem terapêutica); grupo I, peróxido de carbamida a 10% (Platinum®, 14 dias); grupo II, peróxido de hidrogénio a 25% (Zoom! Chairside System®, 60 minutos como recomendado pelo fabricante). Entre tratamentos as amostras foram imersas em saliva artificial. Após 24 horas do fim das terapêuticas, as amostras foram tratadas para serem observadas em Microscópio Electrónico de Varrimento. Resultados: A observação em Microscópio Electrónico de Varrimento do esmalte das amostras tratadas, comparada com a do grupo controlo, revela uma superfície erodida com acentuadas fendas em todas as amostras dos grupos II e III, decorridas 24 horas do final das terapêuticas. Estas são mais evidentes e com um padrão mais pronunciado no grupo III. Conclusões: 1 – As alterações morfológicas da superfície do esmalte ocorrem em todas as amostras sujeitas às duas técnicas de branqueamento nas primeiras 24 horas, mas o Zoom! Chairside System® parece causar alterações mais acentuadas da superfície. 2 – Outras observações devem ser realizadas, com intervalo de tempo maior, permitindo concluir quanto à regressão, por remineralização, das alterações morfológicas.*

**Palavras-Chave:** Branqueamento; Esmalte; Peróxido de carbamida; Peróxido de hidrogénio; Morfologia superficial

**Abstract:** *Aims: to assess the effect of 10% carbamide peroxide and 25% hydrogen peroxide activated by an LED lamp, on the morphology of the enamel surface and to compare the effect of the two treatments.*

*Materials and Methods: thirty samples were obtained after the separation of the crowns of fifteen premolars, split vertically on the long dental axis and from the vestibular to the lingual faces. Three groups were established according to the treatment: a control group (no treatment); Group II, 10% carbamide peroxide (Platinum®, 14 days); Group III, 25% hydrogen peroxide (Zoom! Chairside System, 60 minutes). Between treatments the samples were immersed in artificial saliva. 24 hours after the end of the treatment, the samples were prepared in order to be observed with a Scanning Electron Microscope. Results: Observation with scanning electron microscope of the samples subjected to whitening treatment, when compared to those of the control group, revealed an erosive aspect and pronounced cracks in all samples of groups II and III. This aspect is present in all samples of groups II and III 24 hours after finishing treatment, but is more evident in group III. Conclusions: 1 – Morphological alterations of the enamel surface occur in all samples subjected to both whitening techniques in the first 24 hours after finishing the treatment, but the Zoom! Chairside System® seems to cause more pronounced alterations on the surface. 2 – More observations need to be carried out with a greater time lapse to allow a conclusion on the regression of the morphological alterations.*

**Key-words:** Bleaching; enamel; Carbamide peroxide; Hydrogen peroxide; Surface morphology

*(Carrilho EVP, Paula A, Tomaz J, Gonçalves D, Ramalho A. Estudo com Microscópio Electrónico de Varrimento, das Alterações Morfológicas da Superfície do Esmalte, após Tratamento com Dois Sistemas de Branqueamento. Rev Port Estomatol Cir Maxilofac 2007;48:205-212)*

\* Médica Dentista, Professora Auxiliar de Dentistaria Operatória da Licenciatura em Medicina Dentária da Faculdade de Medicina de Coimbra

\*\* Médica Dentista, Monitora de Dentistaria Operatória da Licenciatura em Medicina Dentária da Faculdade de Medicina de Coimbra

\*\*\* Médico Dentista, Monitor convidado de Dentistaria Operatória da Licenciatura em Medicina Dentária da Faculdade de Medicina de Coimbra

\*\*\*\* Médico Dentista, Monitor convidado de Endodontia da Licenciatura em Medicina Dentária da Faculdade de Medicina de Coimbra

\*\*\*\*\* Engenheiro Mecânico, Professor Associado da Faculdade de Ciências e Tecnologia de Coimbra

## INTRODUÇÃO

As terapêuticas de branqueamento têm sido cada vez mais realizadas quando a pigmentação dentária compromete a aparência estética. Se por um lado a técnica realizada em ambulatório com o peróxido de carbamida se tornou rotineira, a que pode ser realizada no consultório com peróxido de hidrogénio activado pela acção de uma lâmpada emissora de luz tem sido cada vez mais solicitada.

As primeiras, mais familiares e largamente praticadas, tiveram o seu início com Haywood e Heymann em 1989. Estes, introduziram uma nova técnica de branqueamento dentário realizada em ambulatório e durante a noite com peróxido de carbamida a 10%<sup>(1)</sup>. Desde então, várias concentrações de peróxido de carbamida, nomeadamente 5%, 10% e 16% têm sido utilizadas e estudadas, concluindo os autores que, as concentrações mais baixas são responsáveis por terapêuticas mais longas. No entanto, os resultados finais conseguidos são idênticos<sup>(2)</sup>.

O mecanismo de acção dos produtos de branqueamento é bem conhecido. Quando o gel de peróxido de carbamida ( $\text{CH}_6\text{N}_2\text{O}_3$ ) é colocado em contacto com a superfície dentária, e se considerarmos o peróxido de carbamida a 10% (o mais frequente), assiste-se à sua decomposição em 3,35% de peróxido de hidrogénio ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) e 6,65% de uma solução de ureia ( $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ ). O peróxido de hidrogénio decompõe-se em oxigénio e água e a ureia em amónia e dióxido de carbono. O oxigénio é responsável pelo processo oxidativo do qual resulta o branqueamento, por seu lado, o dióxido de carbono aumenta o pH<sup>(3-6)</sup>. A ureia encontra-se naturalmente no nosso organismo, é produzida pelas glândulas salivares e como tal encontra-se na saliva e no fluido crevicular gengival. A sua decomposição em amónia e dióxido de carbono pode ser espontânea ou através do metabolismo bacteriano. O seu efeito no pH depende da sua concentração e da duração da sua aplicação. Nos produtos de branqueamento tem as funções de estabilizar o peróxido de hidrogénio, de elevar o pH da solução, cariostática, de estimulação salivar e de cicatrização<sup>(28)</sup>.

Outras substâncias participam na constituição destes produtos, como seja o caso do carbopol que é um polímero do ácido poliacrílico e a trolamina que é um agente neutralizante. Esta, encontra-se muitas vezes associada ao carbopol para reduzir o pH do gel de 5 para 7. O carbopol confere importantes propriedades aos produtos de branqueamento: reduz a espessura do produto; aumentando a sua viscosidade; melhora a sua retenção na moldeira; retarda a libertação de oxigénio; previne a reacção do peróxido de hidrogénio com a peroxidase salivar, permitindo que maior quantidade deste produto se difunda através

da superfície dentária<sup>(3-6)</sup>. Não esquecer ainda a glicerina, que aumenta a viscosidade e melhora a manipulação do produto. A sua função principal é manutenção da superfície dentária hidratada<sup>(4-6)</sup>.

Outros produtos podem ainda ser encontrados, como sejam: surfactantes, conservantes e aromatizantes<sup>(6)</sup>.

No sistema Platinum® o peróxido de carbamida encontra-se a 10% mas não existe glicerina<sup>(7)</sup>. Por outro lado, apesar de ter um pH ácido (5.5) contem um agente remineralizante que é o dihidrato fosfato dicalcico<sup>(7)</sup>.

Desde 2001 que os aparelhos LED se colocaram como uma alternativa aos aparelhos de halogénio. Os LED combinam semicondutores específicos que produzem luz azul. Estes aparelhos produzem luz dentro de uma faixa espectral estreita, com pico em torno de 470 nm, idealmente apropriada para excitar o fotoiniciador primário (canforoquinona) usado nas resinas compostas. Estes aparelhos necessitam de menor potência para operar e podem ser alimentados por baterias recarregáveis<sup>(8)</sup>. Além disso, os LED convertem electricidade em luz mais eficientemente, produzindo menos calor. Estima-se que, quando comparados com os aparelhos de halogénio, esta conversão seja de 14% nos primeiros para 1% nos de halogénio. Nestes últimos, mais de 70% da energia é transformada em calor e apenas 10% resulta em energia luminosa visível, da qual se perde 90% nos filtros<sup>(9)</sup>. Os LED têm uma vida útil superior aos aparelhos de halogénio, não se degradam com o tempo nem necessitam de reflectores ou filtros – a luz produzida tem uma intensidade constante<sup>(8)</sup>.

A recente geração (3ª geração) de aparelhos LED fornecem uma faixa espectral larga, que permite abranger todos os fotoiniciadores das resinas compostas<sup>(10)</sup> e activar geis de peróxido de hidrogénio em altas concentrações. Assim, surgem aparelhos com utilização específica nesta terapêutica<sup>(11)</sup>, como é o caso do aparelho Zoom! Chairside System<sup>®(11,12)</sup>. Com este aparelho está indicada a utilização de um gel de peróxido de hidrogénio a 25%<sup>(12)</sup>.

Vários estudos têm sido realizados sobre as alterações morfológicas que o peróxido de carbamida e o peróxido de hidrogénio provocam na superfície do esmalte<sup>(7,13-20)</sup>. Na generalidade, os autores concluem que ocorrem alterações morfológicas, significativas, do esmalte<sup>(17,21-23)</sup>. No entanto, mais recentemente, foi realizado um trabalho *in vitro* com o objectivo de investigar uma das mais elevadas concentrações de peróxido de hidrogénio – 35% utilizada em terapêuticas no consultório e activado pela luz emitida por uma lâmpada de plasma. Os autores concluíram, depois de realizadas observações em Microscópio Electrónico de Varri-mento que, não se encontravam alterações topográficas no esmalte das amostras tratadas<sup>(24)</sup>.

Apesar da grande importância destes estudos, outros devem

ser desenvolvidos sobre a acção combinada da luz emitida por uma lâmpada *LED* com os produtos de branqueamento específicos desta terapêutica, dada a escassez de estudos realizados sobre esta técnica.

Assim, este trabalho tem como objectivo avaliar as acções do peróxido de carbamida a 10% e do peróxido de hidrogénio a 25% activado pela luz emitida por uma lâmpada *LED*, na morfologia da superfície do esmalte, na presença de saliva artificial. Pretende-se, ainda, comparar a acção das duas terapêuticas na morfologia da superfície do esmalte.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Extraíram-se 15 pré-molares e armazenaram-se numa solução salina (soro fisiológico) durante um período inferior a um mês. As extracções foram realizadas segundo protocolo ortodôntico e com consentimento informado dos doadores.

Com uma unidade de corte por ponto de contacto – Serra Exakt System 300 CL/CP série 30/838 (Exakt System, 22851 Norderstedt, Alemanha), cortaram-se as raízes no sentido mesio-distal e a 2 mm da junção amelo-cimentária, e, cada coroa em duas metades no sentido vertical do longo eixo do dente e de vestibular para lingual, de forma a que cada metade fosse constituída pelas metades da face vestibular e lingual e por uma face proximal (Figura 1).

Embebeu-se a porção radicular de cada amostra, em blocos de resina epoxy. A superfície de corte exposta foi isolada com verniz. Todas as amostras foram escovadas com uma escova dentária da marca Oral B® 35 (Oral-B Laboratories, Gillette, Lisboa, Portugal) macia e lavadas com água destilada (Figuras 2 e 3).

Durante o estudo as amostras foram conservadas em saliva artificial preparada com a seguinte composição: água destilada 200 ml, cloreto de potássio 2,984 g, hidrogenocarbonato de sódio

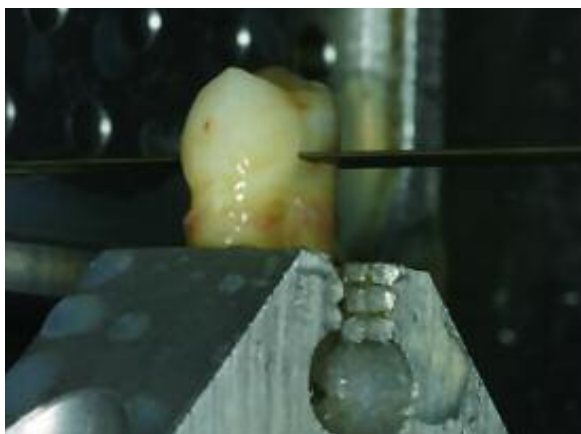


Figura 1 - Corte da raiz dentária com Serra Exakt System 300

3,007 g, dihidrogenofosfato de sódio 0,864 g, tiocianato de potássio 0,990 g e ácido láctico 0,018 g.<sup>(25)</sup>

Fizeram-se 3 grupos cada um com 10 amostras.

### Grupo 1

Grupo controlo sem terapêutica de branqueamento. Os dentes ficaram mergulhados em saliva artificial, descrita anteriormente. Mantiveram-se durante 15 dias numa estufa à temperatura de 37° C. A solução foi mudada todos os dias à mesma hora.

O estudo foi iniciado no dia 1 às 10 horas com imersão das amostras em saliva artificial. Às 10 horas de cada dia mudámos a saliva, esta operação foi repetida até às 10 horas do dia 15 (Figuras 4 e 5).

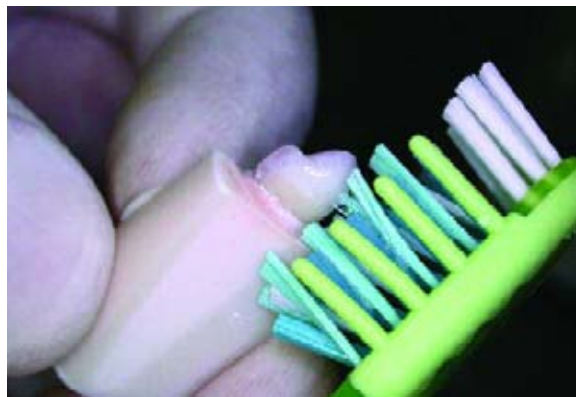


Figura 2 - Escovagem das amostras, após montagem em blocos de resina epoxy.

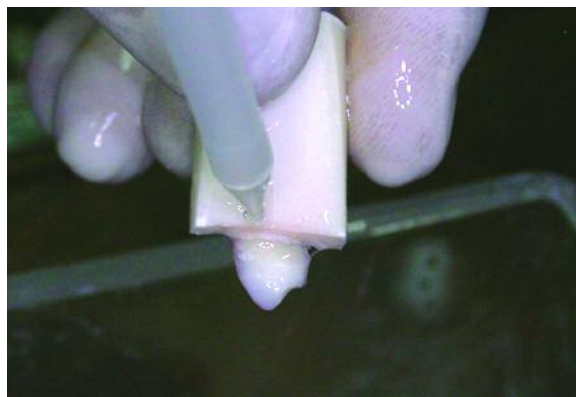


Figura 3 - Lavagem das amostras com água destilada

### Grupo 2

Colocou-se o peróxido de carbamida a 10% com a seringa do produto de branqueamento Platinum® (Colgate-Palmolive Company, MA USA) (Quadro I) em toda a superfície dentária cobriu-se com coroas de acetato cortadas e adaptadas. Armazenaram-se as amostras em estufa a 37 °C durante 8 horas (Figuras 5 e 6). Após este período removeu-se o produto com água destilada e escovou-se com o mesmo tipo de escova (uma para cada grupo). Lavaram-se igualmente as coroas de acetato

com água. Colocaram-se as amostras em saliva artificial numa estufa a uma temperatura de 37° C durante 16 horas. A saliva



Figura 4 - Amostras do grupo I imersas em saliva artificial



Figura 5 - Colocação do produto de branqueamento (a) do sistema Platinum® (b)

foi mudada cada 24 horas. Esta terapêutica repetiu-se durante os 14 dias seguintes, simulando o que se passa quando este tipo de tratamento é realizado em ambulatório. Após a última sessão branqueadora as amostras ficaram imersas em saliva artificial durante 24 horas de forma a perfarzer os 15 dias.

### Grupo 3

Neste grupo, as amostras começaram por ser armazenadas em saliva artificial, à temperatura de 37°C durante 14 dias. Após este período, colocou-se em cada superfície dentária das 10 amostras, peróxido de hidrogénio a 25% e durante 20 minutos sujeitaram-se à acção de uma lâmpada do sistema Zoom! Chairside System® (Discus Dental, Curver City, CA, USA) (Quadro I) (Figura 7). Fizeram-se 3 ciclos de 20 minutos. Entre cada ciclo lavaram-se as amostras com água destilada e secaram-se com jacto de ar do equipamento dentário. No fim colocou-se um gel neutro de flúor (fornecido pelo sistema) durante 1 minuto e removeu-se o excesso com uma compressa. Introduziram-se as amostras em saliva artificial durante 1 hora a 37° C na estufa. De seguida escovaram-se as superfícies dentárias com uma escova igual às ante-

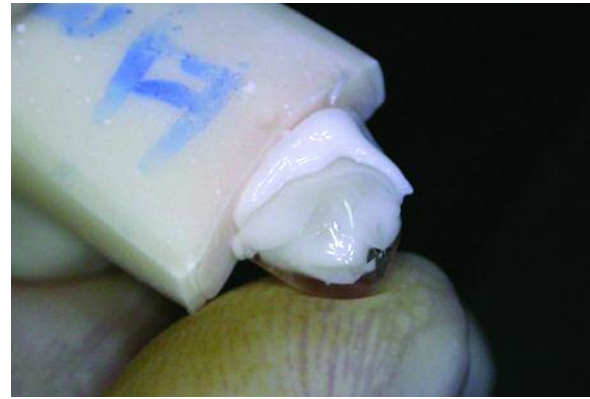


Figura 6 - Colocação da matriz de acetato sob pressão para eliminação de excesso de produto.

riores, lavaram-se com água destilada e colocaram-se em nova saliva artificial por mais 23 horas a 37° C na estufa.

## RESULTADOS

A observação do esmalte das amostras sujeitas à terapêutica de branqueamento, quando comparada com a do grupo controlo, em microscópio electrónico de varrimento, revela uma superfície erodida com um aumento acentuado de fendas. Este aspecto erosivo, está presente em todas as amostras dos grupos II e III, decorridas 24 horas do final das terapêuticas (Figuras 8 a 12).

Apesar de observarmos alterações morfológicamente semelhantes da superfície do esmalte nos grupos II e III, estas são mais evidentes e com um padrão mais pronunciado no grupo III. Como tal, podemos encontrar fendas mais profundas e largas e os defeitos erosivos são mais frequentes nas amostras deste grupo.

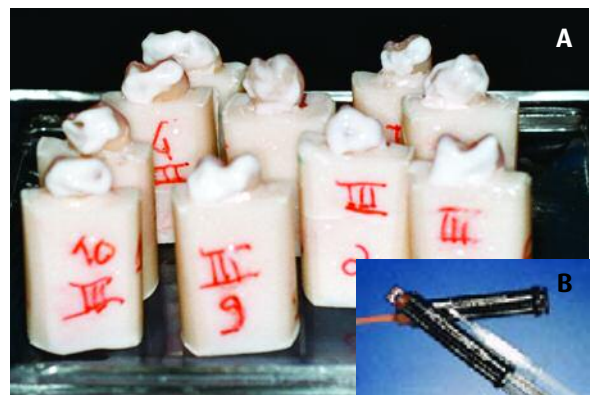


Figura 7 - Amostras do grupo III cobertas com peróxido de hidrogénio a 25% (a) do Zoom! Chairside System® (b)

## DISCUSSÃO

A técnica preconizada pelos autores para a realização das amostras está de acordo com a realizada por outros autores<sup>(7,19,20,24,26,27)</sup>

	PRODUTO	LOTE	AGENTE	GRUPOS
PLATINUM® (COLGATE-PALMOLIVE COMPANY, MA USA)	Gel de branqueamento para aplicar com moldeira	506054D2	Peróxido de carbamida a 10%	Grupo 2
Zoom! Chairside System® (Discus Dental, Curver City, CA, USA)	Gel de branqueamento activado por lâmpada de luz LED	06101011	Peróxido de hidrogénio a 25%	Grupo 3

Quadro 1 - Sistemas de branqueamento utilizados no estudo em cada grupo de amostras

A saliva artificial foi usada para simular as condições do meio intra-oral. Os iões de cálcio e de fosfato que esta disponibiliza têm demonstrado um papel importante na remineralização do esmalte<sup>(28,29)</sup>. Alguns autores demonstraram que durante e após a terapêutica de branqueamento a microdureza do esmalte que apresentava valores diminuídos, retoma os seus valores de origem<sup>(28,29)</sup>. Este facto está intimamente relacionado com a acção remineralizante da saliva artificial<sup>(27)</sup>. Espera-se que em condições *in vivo* esta possa ser mais eficaz, não só devido à acção do fluxo salivar e à sua capacidade tampão, como também pelo efeito da higiene oral<sup>(30)</sup> e da utilização tópica de fluoretos<sup>(31)</sup>.

Uma vez removida a moldeira de branqueamento, por um lado, e retirado o isolamento intra-oral, por outro, os dentes passam a estar sujeitos à acção da saliva. Porém, neste estudo, no caso do branqueamento com moldeira, não foi considerada a acção da saliva enquanto decorre a terapêutica. Apesar das moldeiras possuírem alguma hermeticidade existe sempre a penetração de saliva através das suas margens.

Quanto às técnicas de branqueamento escolhidas, pretendeu-se estudar a que é mais solicitada e praticada – branqueamento em ambulatório com peróxido de carbamida; bem como, a que é mais imediata nos resultados estéticos e que, por este motivo, poderá vir a substituir a primeira – branqueamento no consultório com peróxido de hidrogénio activado pela acção de um lâmpada emissora de luz LED. Com ambas procurámos reproduzir todos os passos realizados *in vivo*.

Vários estudos<sup>(7,17,32,33)</sup> têm sido realizados com peróxido de carbamida e com peróxido de hidrogénio, demonstrando que os produtos com peróxido de carbamida com pH neutro têm a mesma capacidade de alterar a superfície do esmalte do que os que são constituídos pelo peróxido de hidrogénio. Refere-se ainda que, não existem diferenças quando se comparam os primeiros produtos com sistemas com peróxido de carbamida em que o pH é ácido. Assim, serão outros componentes destes sistemas

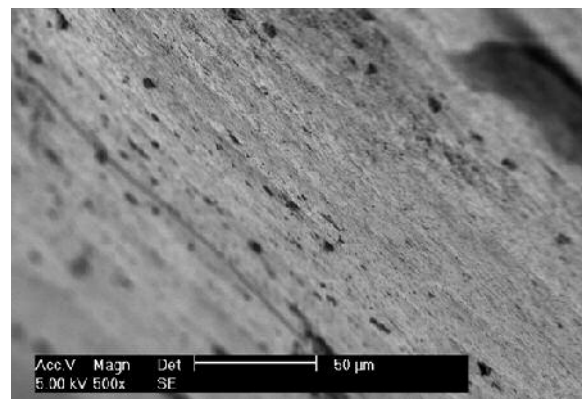


Figura 8 - Aspecto da superfície do esmalte numa amostra do grupo 1

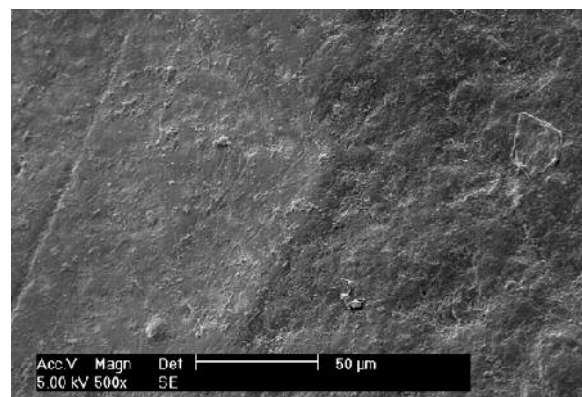


Figura 9 - Zona erodida da superfície do esmalte numa amostra do grupo 2

os responsáveis pelas alterações morfológicas da superfície do esmalte.

Alguns autores indicam que as alterações morfológicas da superfície do esmalte, provocadas por sistemas de branqueamento com peróxido de carbamida, podem ser provocadas pela ureia. Esta tem a capacidade de penetrar no esmalte, afectando a região interprismática contribuindo para as alterações estruturais e rugosidade do esmalte. No entanto, é de realçar a importância da sua propriedade alcalina<sup>(34,35)</sup>.

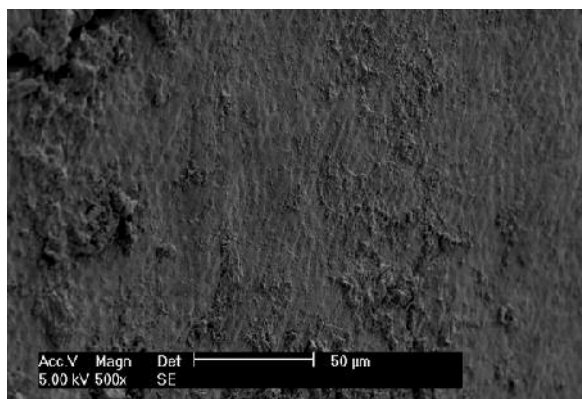


Figura 10 - Fenda na superfície do esmalte (visível no canto superior esquerdo da figura) duma amostra do grupo 2

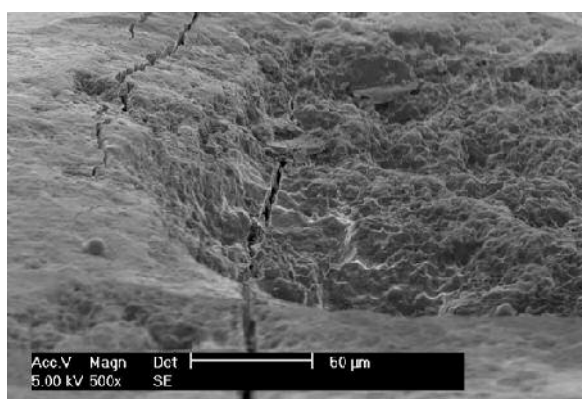


Figura 11 - Zona de grande erosão e fendas várias da superfície do esmalte duma amostra do grupo 3

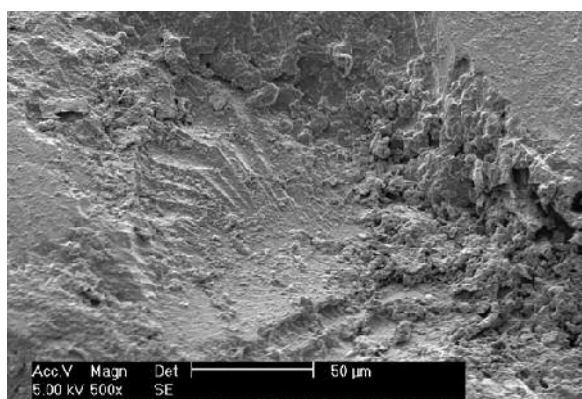


Figura 12 - Zona de grande erosão com aspecto de cratera da superfície do esmalte duma amostra do grupo 3

Mas, deve ter-se em consideração que o peróxido de hidrogénio e a libertação de radicais livres podem reagir com as estruturas orgânicas e inorgânicas do esmalte. Apesar deste efeito não ser específico coloca-se como uma das causas das alterações superficiais e da sub-superfície do esmalte<sup>(36)</sup>.

No presente estudo, um grupo foi sujeito, à acção de um produto com peróxido de carbamida a 10%. O mesmo produto foi utilizado por Turkun e col e, apesar das indicações do fabri-

cante aconselharem uma terapêutica de 60 minutos, optou-se por realizá-la com uma duração semelhante à nocturna, tal como a técnica original de Haywood VB e tal como os pacientes mais frequentemente a solicitam<sup>(1,2,6,7,14,33,34)</sup>.

No outro grupo utilizou-se o peróxido de hidrogénio a 25%, cuja activação foi induzida pela acção da luz de uma lâmpada emissora de luz LED. Reproduziu-se a técnica clínica seguindo as indicações do fabricante<sup>(11)</sup> e, apesar de vários autores<sup>(12,15,20,24,26)</sup> terem estudado a acção do peróxido de hidrogénio na superfície do esmalte com e sem activação por luz, não encontramos nenhum estudo com esta concentração de peróxido de hidrogénio associado a uma activação com este tipo de luz.

Neste estudo observaram-se alterações morfológicas da superfície do esmalte das amostras sujeitas à terapêutica de branqueamento, quando comparadas com as do grupo controlo (sem terapêutica). A superfície do esmalte em contacto com os produtos de branqueamento apresenta um aspecto de erosão com um aumento acentuado de fendas. No entanto, outras áreas do esmalte aparecem menos afectadas não havendo uniformidade das alterações. O Zoom! Chairside System<sup>®</sup> causa alterações da superfície mais acentuadas.

Os resultados de vários estudos sobre as alterações morfológicas da superfície do esmalte após condicionamento com produtos de branqueamento são controversos, devido não só à adopção de várias metodologias, como também à utilização de produtos diferentes<sup>(7,13-20)</sup>. Zalkind e col não observaram alterações da superfície do esmalte após tratamento com peróxido de carbamida<sup>(32)</sup>. Shannon et col referem a presença de um padrão de condicionamento ácido e de zonas de destruição da superfície do esmalte após terapêutica com peróxido de carbamida a 10%<sup>(21)</sup>. Imagens semelhantes foram descritas por Josey e col<sup>(36)</sup>. Igualmente, Turkun e col e Spalding e col referem alterações da superfície do esmalte. Estes autores utilizaram o sistema de branqueamento Platinum<sup>®</sup><sup>(7,20)</sup>. McGuckin e col referem um aumento da porosidade do esmalte após a aplicação de peróxido de hidrogénio a 30%, no entanto estes autores aplicaram ácido fosfórico previamente<sup>(37)</sup>. Outros estudos realizados com peróxido de hidrogénio em concentrações variáveis entre 6% e 9,5% (sem condicionamento ácido e activação por luz) e com peróxido de carbamida a 10%, revelam a ausência de alterações significativas da superfície do esmalte<sup>(26)</sup>.

Segundo alguns autores, as alterações morfológicas observadas na superfície do esmalte regridem nos três meses seguintes, mas são de valorizar o seu contributo na redução dos valores das forças de adesão das resinas compostas ao esmalte, bem como na sensibilidade dentária desencadeada uma vez terminada a terapêutica<sup>(20)</sup>.

As observações realizadas no presente estudo deveriam ser

repetidas, até aos 3 meses, em intervalos de tempo pré-determinados, mantendo as amostras sob as mesmas condições e sem intervenção terapêutica, com o intuito de examinar uma regressão das alterações morfológicas da superfície do esmalte.

## CONCLUSÕES

Do estudo realizado podemos concluir:


1 – As alterações morfológicas da superfície do esmalte ocorrem

em todas as amostras sujeitas às duas técnicas de branqueamento nas primeiras 24 horas após o fim das terapêuticas, mas o Zoom! Chairside System® parece causar alterações da superfície mais acentuadas.

2 – Outras observações devem ser realizadas, com um intervalo de tempo maior, permitindo concluir quanto à regressão das alterações morfológicas.

## BIBLIOGRAFIA

- 1 – Haywood V, Heymann H. Nightguard vital bleaching. *Quintessence Int* 1989; 20: 173-176.
- 2 – Frazier KB, Haywood VB. Teaching nightguard bleaching and other tooth-whitening procedures in North American Dental Schools. *Journal of Dental Education* 2000; 64: 357-364.
- 3 – Greenwall L. Intracoronal bleaching of non-vital teeth. Em *Bleaching techniques in restorative dentistry – an illustrated guide.*(eds: Greenwall L.) Martin Dunitz 2001. New York, USA. Pp 159-172
- 4 – Feinman RA, Madray G, Yarborough D. Chemical, optical, and physiologic mechanism of bleaching products: a review. *PP&A* 1991; 3: 32-36.
- 5 – Yarborough D. The safety and efficacy of tooth bleaching: a review of the literature 1988-1990. *Compend Contin Educ Dent* 1990; 12: 191-196.
- 6 – Greenwall L. The bleaching materials. Em *Bleaching techniques in restorative dentistry – an illustrated guide.*(eds: Greenwall L.) Martin Dunitz 2001. New York, USA. Pp 31-60
- 7 – Turkun M, Sevgican F, Pehlivan Y, Aktener BO. Effects of 10% carbamide peroxide on the enamel surface morphology: a scanning electron microscopy study. *J Esthet Restor Dent* 2002; 14: 238-244
- 8 - Leonard DL, Charlton DG, Roberts HW, Cohen ME. Polymerization efficiency of LED curing lights. *J Esthet Restor Dent* 2002; 14(5): 286-295.
- 9 - Tsai PC, Meyers IA, Walsh LJ. Depth of cure and surface microhardness of composite resin cured with blue LED curing lights. *Dent Mater* 2004; 20: 364-369.
- 10 – St-Georges A. Fotoactivação. Light-curing. *Clínica* 2005; 1 (2): 169.
- 11 – Informações e instruções fornecidas pelo fabricante do Zoom! Chairside System (Discus Dental, Curver City, CA, USA).
- 12 – Gallagher A, Maggio B, Bowman J. Clinical study to compare two in-office (chairside) whitening systems. *J Clin Dent* 2002;13: 219-224.
- 13 – Covington JS, Friend GW, Lamoreaux WJ, Perry T. Carbamide peroxide tooth bleaching: effects on enamel composition and topography. *J Dent Res* 1990; 69: 175 (Abstr)
- 14 – Haywood VB, Leech T, Heymann HO, Crumpler D, Bruggers K. Nightguard vital bleaching: effects on enamel surface texture and diffusion. *Quintessence Int* 1990; 21: 801-804.
- 15 – Bitter NC. A scanning electron microscopy study of the effect of bleaching agents on enamel: a preliminary report. *J Prosthet Dent* 1992; 67: 852-855.
- 16 – Nathoo SA, Chmielewski MB, Kirkup RE. Effects of Colgate Platinum professional tooth whitening system on microhardness of enamel, dentin, and composite resins. *Compend Contin Educ Dent* 1994; 17(Suppl):S627-S630.

- 
- 17 – Ernest CP, Marroquin BB, Willerhausen-Zonnchen B. Effects of hydrogen peroxide-containing bleaching agents on the morphology of human enamel. *Quintessence Int* 1996; 27: 53-56.
  - 18 – McCracken MS, Haywood VB. Demineralization effects of 10 percent carbamide peroxide. *J Dent* 1996; 24: 395-398.
  - 19 – Cavalli V, Arrais CAG, Giannini M, Ambrosano GMB. High-concentrated carbamide peroxide bleaching agents effects on enamel surface. *Journal of Oral Rehabilitation* 2004; 31: 155-159
  - 20 - Spalding M, Taveira LAA, Assis GF. Scanning electron microscopy study of dental enamel surface exposed to 35% hydrogen peroxide: alone, with saliva, and with 10% carbamide peroxide. *Esthet Restor Dent* 2003; 15: 154-165
  - 21 – Shannon H, Spencer P, Gross K, Tira D. Characterization of enamel exposed to 10% carbamide peroxide bleaching agents. *Quintessence Int* 1993; 24: 39-44.
  - 22 – Bitter NC. A scanning electron microscope study of a long term effect of bleaching agents on the enamel surface in vivo. *Gen Dent* 1998; 46: 84-88.
  - 23 – Dahl JE, Pallesen U. Tooth bleaching – a critical review of the biological aspects. *Crit Rev Oral Biol Med* 2003; 14: 292-304.
  - 24 - Sulieman M, Addy M, Macdonald E, Rees JS. A safety study in vitro for the effects of an in-office bleaching system on the integrity of enamel and dentine. *Journal of Dentistry* 2004; 32: 581-590.
  - 25 - Horasawa N, Takahashi S, Marek M. Galvanic interaction between titanium and gallium alloy or dental amalgam. *Dental Materials* 1999; 15: 318-322
  - 26 – Teixeira ECN, Ritter AV, Thompson JY, Leonard Jr RH, Swift Jr EJ. Effect of tray-based and trayless tooth whitening systems on microhardness of enamel surface and subsurface. *Am J Dent* 2004; 17: 433-436.
  - 27 – Freitas PM, Turssi CP, Hara AT, Serra MC. Monitoring of demineralized dentin microhardness throughout and after bleaching. *Am J Dent* 2004; 17: 342-346.
  - 28 – Featherstone JBD, O'Really MM, Shariati M, Brugler S. Enhancement of remineralization in vitro and in vivo. In Leach AS: Factors relating to demineralization and remineralization of teeth. Oxford: IRL Press, 1986; 23-24.
  - 29 – Featherstone JBD, ten Cate JM, Shariati M, Arends J. Comparison of artificial caries-like lesions by quantitative microradiography and microhardness profiles. *Caries Res* 1983; 17: 385-391.
  - 30 – Bitter NC, Sanders JL. The effect of four bleaching agents on enamel surface: a scanning electron microscopic study. *Quintessence Int* 1993; 24: 817-824.
  - 31 – Flaitz CM, Hicks MJ. Effects of carbamide peroxide whitening agents on enamel surfaces and caries-like lesion formation: A SEM and polarized light microscopy in vitro study. *J Dent Child* 1996; 63: 249-256.
  - 32 – Zalkind M, Arwoz JR, Goldman A, Rotstein I. Surface morphology changes in human enamel, dentin, and cementum following bleaching: a scanning electron microscopy study. *Endod Dent Traumatol* 1996; 12: 82-88.
  - 33 – Haywood VB. History, safety, and effectiveness of current bleaching techniques and applications of the nightguard vital bleaching technique. *Quintessence Int.* 1992; 23: 471.
  - 34 - Haywood VB, Heymann HO. Nightguard vital bleaching: how safe is it?. *Quintessence Int.* 1991; 22: 515.
  - 35 - Hegedus C, Bistey T, Flora-Nagy E, Keszthelyi G, Jenei A. An atomic force microscopy study on the effect of bleaching agents on enamel surface. *J Dent* 1999; 27: 509-515.
  - 36 – Josey AL, Meyers IA, Romaniuk K. The effect of a vital bleaching technique on enamel surface morphology and the bonding of composite resin to enamel. *J Oral Rehabil* 1996; 23: 244-250.
  - 37 – McGukin RS, Rabin JF, Meyer BJ. Alteration in human enamel surface morphology following vital bleaching. *J Prosthet Dent* 1992; 68: 754-760.