

A IMAGEM LATENTE E A QUÍMICA DO PROCESSAMENTO RADIOGRÁFICO

The latent image and the chemistry of the radiographic processing

Gustavo Dorneles Pistóia¹, Geraldo Cerpa², Alexandre Dorneles Pistóia³, Marcos Martins Neto⁴, Marina da Rosa Kaizer⁵

RESUMO

Quando fótons de raios X atravessam um objeto e chegam ao filme radiográfico, eles alteram quimicamente os cristais fotossensíveis de haleto de prata da emulsão do filme com os quais eles interagem. Desta forma, estes cristais são quimicamente alterados, e o conjunto deles constitui a chamada imagem latente, que é invisível. As alterações produzidas pelos fótons de raios x (ou luz) tornam os cristais sensíveis a ação química do processo de revelação, que converte a imagem latente em uma imagem visível ou manifesta. Fundamental para o entendimento da produção da imagem em um filme radiográfico é o conceito de imagem latente.

Palavras-chave: imagem latente, fótons, raios X, cristais fotossensíveis.

Trabalho realizado do Depto. de Estomatologia do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Santa Maria/UFSM. Santa Maria, RS – Brasil.

¹ Professor Adjunto do Departamento de Estomatologia UFSM.

² Professor Assistente do Departamento de Estomatologia UFSM.

³ Professor Adjunto do Departamento de Estomatologia UFSM.

⁴ Professor Adjunto do Departamento de Patologia UFSM.

⁵ Acadêmica do Curso de Odontologia UFSM.

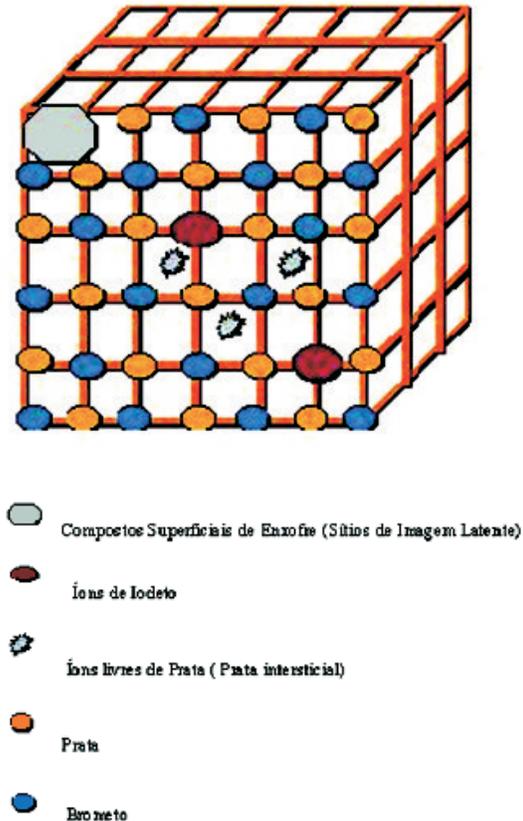
FORMAÇÃO DA IMAGEM LATENTE

A emulsão dos filmes radiográficos é constituída por cristais de haleto de prata, ou seja, cristais de brometo e iodeto de prata que estão suspensos em uma gelatina sobre a base do filme.

Estes cristais, arranjados sob a forma de treliça (figura 1), são imperfeitos em vários aspectos:

A) Eles contêm alguns íons livres de prata nos espaços da treliça, que são denominados de íons de prata intersticial.

FIGURA 1: Cristal Halogenado de Prata



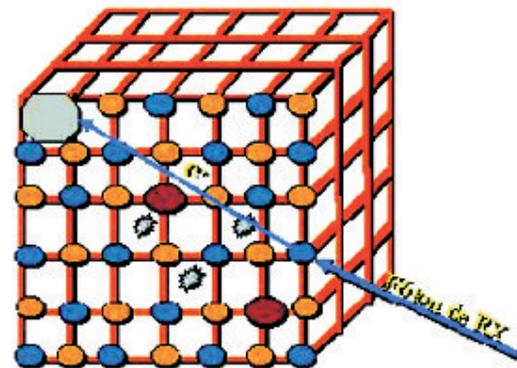
B) Existem distorções físicas no arranjo regular entre os íons de prata e de brometo, causadas pela presença de íons de iodeto, que são relativamente grandes e ocupam alguns sítios do brometo.

C) Os cristais de haleto de prata são sensibilizados quimicamente pela presença de compostos de

enxofre sobre a sua superfície. Juntamente com as irregularidades físicas (provocadas pelos íons de iodeto) eles compreendem os sítios de imagem latente, que possuem uma função importante na formação da imagem (logo não são impurezas): eles iniciam o processo de formação da imagem pela captura de elétrons gerados quando a emulsão é irradiada. Existem muitos destes sítios de imagem latente em cada cristal.

Quando os cristais de haleto de prata são irradiados, os fótons de raios x interagem primeiramente com os íons de brometo. Estas interações resultam na remoção de elétrons dos íons de brometo, com a produção de elétrons de alta velocidade e fótons dissipados (figura 2). Pela perda do elétron removido, o íon brometo é convertido em um átomo de brometo. Os elétrons que foram "arrancados" movem-se através do cristal, gerando mais átomos de brometo, elétrons removidos (secundários) e fótons dissipados, até chegarem a um sítio de imagem latente (também denominado de "armadilha de elétron"). No sítio então eles são capturados, doando uma carga negativa ao mesmo.

FIGURA 2: Remoção de um elétron do íon Brometo



Estando o sítio negativamente carregado, ele atrai íons de prata livre intersticial (figura 3), que vai se tornar neutralizada e se precipita como um átomo de prata metálica (figura 4).

Este ciclo de eventos ocorre muito rapidamente (um elétron pode viajar para uma armadilha de elétrons em 10^{-11} segundos), desde que fótons de raios x e elétrons "arrancados" atinjam íons de brometo. O número de cristais afetados depende do número de

fótons de raios x que atingem determinada área do filme. O conjunto destes átomos de prata metálica nos sítios compreende a imagem latente. Mesmo um elevado número de átomos de prata (prata metálica negra) em cada ponto de sensibilidade não é suficiente para ser visualizado por meios ordinários, porém, é esta prata metálica em cada sítio que torna o cristal sensível ao processo de revelação e formação da imagem. Quanto maior é o número de átomos de prata metálica agregados mais sensível é o cristal aos efeitos do revelador.

O revelador converte os cristais com prata metálica depositada nos sítios em grãos de prata negra metálica que pode ser observada, ou seja, na imagem visível.

FIGURA 3: Deslocamento do íon de Prata livre em direção ao sítio carregado negativamente

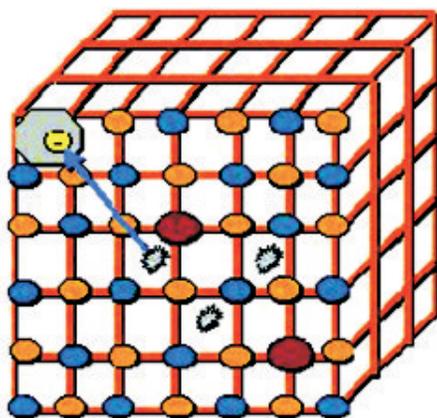
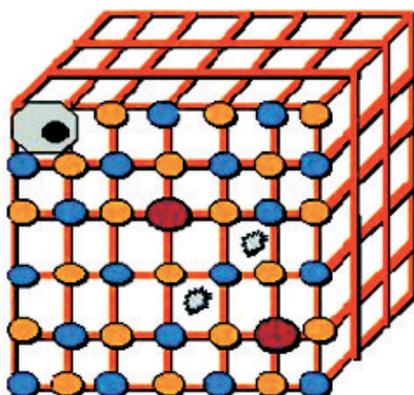


FIGURA 4: Formação de um átomo de Prata



PROCESSAMENTO RADIOGRÁFICO

O processamento radiográfico envolve os seguintes procedimentos:

- A - Imersão do filme na solução reveladora;
- B - Lavagem intermediária em água corrente;
- C - Imersão do filme na solução fixadora;
- D - Lavagem final em água corrente;
- E - Secagem

Cada passo acima citado é de extrema importância no processamento radiográfico e será discutido a seguir para que o cirurgião-dentista tenha melhor compreensão das funções destes procedimentos no processo de obtenção de uma radiografia de boa qualidade de imagem para interpretação.

A NATUREZA DO PROCESSO DE REVELAÇÃO:

A revelação é a formação de uma imagem de prata metálica visível (negra) à partir da imagem latente invisível, que se forma no filme após a sua exposição à luz e/ou aos raios X¹. Os cristais que não foram expostos não sofrerão a ação do revelador e posteriormente serão removidos do filme pelo fixador.

Na prática o revelador não é totalmente seletivo entre os cristais expostos e não expostos². Com um substancial excesso no tempo de revelação, o revelador reduzirá os cristais não expostos à prata metálica negra. Portanto, é mais correto dizer que a função do revelador é reduzir à prata metálica os cristais expostos muito antes dos não expostos. A prata resultante da redução dos cristais não expostos é chamada de fog³. Na realidade, é necessário um tempo expressivo do filme no revelador para que este aumento de densidade ocorra, por isso, é muito mais comum que as radiografias se tornem "escuras" devido à superexposição do que à super-revelação. Neste aspecto, um bom revelador é aquele que demonstra grande diferença nesta ação sobre os cristais expostos e não expostos, produzindo assim radiografias com o mínimo de fog.

A prata metálica da imagem pode ser produzida apenas pela ação exclusiva da luz, sem a ação de um revelador. Se um pedaço de filme for deixado exposto à luz, ele pode escurecer, porém este processo é muito lento. O revelador amplifica esta ação da luz, e o re-

sultado é que a sensibilidade deste processo é aumentada em torno de um milhão de vezes. Por isso, na verdade, o revelador produz quase todo o efeito, sendo a ação da luz ou raios X apenas o processo de iniciação. Assim, apesar da radiografia não ser possível sem a ação da luz e/ou raios X, quem a torna de utilização prática é a substância reveladora.

As variações de densidades nas radiografias são o resultado exposição não uniforme do filme aos raios X, e, conseqüentemente, aquelas áreas mais expostas terão maior número de cristais a serem convertidos pelo revelador em prata metálica negra, ou seja, as imagens radiolúcidas.

A AÇÃO DO REVELADOR

A ação básica do revelador é reduzir à prata metálica (negra) os cristais expostos de haleto de prata. Esta redução é realizada por meio da doação de elétrons aos íons de prata, neutralizando assim suas cargas positivas e convertendo-os em prata metálica.

Como visto anteriormente, um cristal de haleto de prata exposto tem seus pontos de sensibilidade, os quais contém átomos de prata. Quando o revelador entra em contato com esta prata ele doa elétrons para neutralizar os íons de prata, atraindo mais íons de prata para o ponto de sensibilidade, e estes são neutralizados à prata metálica até todo o cristal tornar-se prata metálica negra.

Os íons brometo que formavam a estrutura da treliça com a prata se dispersam dentro da solução reveladora como íons livres de brometo (que vão se acumulando na solução e promovendo ação restrigente, colaborando assim para a inatividade química do revelador), pois não têm mais a prata para mantê-los na estrutura da treliça.

A função dos átomos de prata nos pontos de sensibilidade é, além de iniciar e acelerar o processo, tornar possível aos elétrons do revelador combinar com os íons de prata. Cada cristal de brometo de prata da emulsão é circundado por uma barreira de íons de brometo negativamente carregada, que tende a repelir os elétrons do revelador. Um cristal exposto porém, tem uma "brecha" nesta barreira onde o ponto de imagem latente é formado. É neste ponto que os íons negativos do revelador penetram.

OS CONSTITUINTES DO REVELADOR

Um agente revelador é uma substância capaz de transformar um haleto de prata em prata metálica (negra). A conversão de um sal ou um óxido de um metal em metal é denominada de redução química, e a conversão dos metais em seus óxidos ou sais é denominada de oxidação.

Quando a redução ocorre, átomos ou moléculas ganham elétrons; quando a oxidação ocorre, átomos ou moléculas perdem elétrons. Então, quando uma substância é reduzida pelo ganho de elétrons, a outra é oxidada por dar elétrons a ela.

Agentes reveladores são, assim, agentes químicos de redução. Eles neutralizam os íons de prata no cristal de brometo de prata quando cedem elétrons a eles. Na medida que os agentes redutores do revelador perdem elétrons eles tornam-se oxidados.

A função de doar elétrons de um agente redutor pode ser medida, pois eles não doam elétrons com igual liberdade. Aqueles que fazem isto com facilidade são considerados como tendo alto potencial redutor.

As propriedades das várias soluções diferem, embora seus componentes básicos possam ser na maioria os mesmos. É a proporção destes componentes que na maioria das vezes altera os resultados obtidos. O número de agentes reveladores utilizados para radiografia é bastante pequeno.

AGENTES REDUTORES - COMBINAÇÃO METOL / HIDROQUINONA

METOL (Sulfato de Parametilamino-fenol/ $C_6H_4(OH)_2(NH.CH_3)$)

Este agente revelador inicia a redução com facilidade, e revela todos os grãos expostos, incluindo aqueles que receberam apenas exposições pequenas. Uma vez a redução iniciada, o processo continua mais lentamente. Sendo suscetível ao aumento da concentração de brometo na solução pela revelação, o metol torna-se menos ativo com o uso rapidamente. Ao contrário, na ausência de restrigente no revelador, ele tende a promover velamento por falta de seletividade entre os grãos expostos e não expostos. É responsável pelo detalhe na imagem e sofre pouca influência da temperatura.

HIDROQUINONA (Quinona, P-dihidroxibenzeno / $C_6H_4(OH)_2$) – este agente requer uma solução fortemente alcalina para agir. Ela não inicia a redução tão rapidamente quanto o metol, e tem menos efeito sobre os grãos que receberam pouca exposição, logo, sua função é promover alto contraste. Uma vez a hidroquinona comece a agir nos grãos expostos a revelação prossegue vigorosamente. Sofre maior influência da temperatura.

Reveladores que utilizam a combinação Metol e hidroquinona (MQ) produzem uma densidade radiográfica maior do que a soma das duas densidades obtidas com o uso individual de metol e hidroquinona. Este fenômeno é denominado de superaditividade e não é encontrado em todas as combinações de agentes reveladores.

ALCALINIZANTES OU ACELERADORES

A presença de um álcali na solução reveladora possibilita o amolecimento mais rápido da gelatina entumescida, absorvendo mais rapidamente a solução reveladora. A presença de pouco álcali resulta em menor ação dos redutores, e muito álcali torna o revelador superativo e sem controle, reduzindo cristais não expostos e produzindo fog. A amplitude de pH dos reveladores radiográficos situa-se entre 10 e 12. Certos agentes redutores necessitam de elevada alcalinidade. A hidroquinona é um deles, requerendo um pH de pelo menos 9. Os alcalinizantes utilizados nos reveladores radiográficos são o Carbonato de sódio (mais utilizado em radiologia, é um álcali fraco / (Na_2CO_3)), Hidróxido de sódio (Soda Cáustica), Carbonato de potássio e hidróxido de potássio. Os hidróxidos são altamente alcalinos, e usados com a hidroquinona resultam em reveladores de alta atividade e contraste. A única vantagem dos sais de potássio em relação aos sais de cálcio é que sua alta solubilidade permite seu uso em maior concentração.

RESTRINGENTES OU BALANCEADORES

Uma das qualidades de um bom agente revelador é sua habilidade de agir muito mais rapidamente sobre os cristais de prata expostos do que nos não expostos. A função do restringente (Brometo de Potássio / KBr) é checar a ação sobre os grãos não expos-

tos, prevenindo assim o fog. Ele age aumentando a barreira de íons de brometo carregados negativamente que existe em torno dos cristais de brometo de prata. Esta barreira de revelação existe em um estado completo em torno dos cristais não expostos, e em estado parcial nos cristais expostos onde a imagem latente foi formada. A solução deve ser precisamente composta assim que o restringente minimize efetivamente o fog durante o processamento sem retardar o processo de revelação, melhorando assim o contraste pela prevenção do velamento.

PRESERVATIVOS OU ANTIOXIDANTES

Os agentes redutores são facilmente oxidados e absorvem com facilidade o oxigênio do ar. Uma substância química mais ávida pelo oxigênio do que os redutores então é incluída no revelador para prevenir a oxidação do ar, mantendo assim a vida útil da solução e evitando a sua descoloração.

O preservativo mais utilizado é o sulfito de sódio (Na_2SO_3), que não evita totalmente a oxidação mas reduz a velocidade com que ela ocorre. Como resultado da oxidação, seja pelo oxigênio do ar ou pela própria ação normal de revelação, os agentes reveladores produzem certos produtos de oxidação. Alguns deles podem acelerar o processo de adicional oxidação e os produtos finais são insolúveis e possuem cor, contribuindo para o escurecimento da solução. A ação do sulfito de sódio é formar sulfonatos com os primeiros produtos da oxidação. Estes sulfonatos são incolores e comparativamente inertes, assim que a aceleração do processo é evitada, não sendo formados os produtos da oxidação final que são escurecidos.

LAVAGEM INTERMEDIÁRIA

Após a revelação a gelatina amolecida da emulsão encontra-se saturada com o revelador. Por isso é necessário uma lavagem intermediária de 20 segundos em água corrente ou ácido acético, antes de levar o filme ao fixador. Este procedimento tem duas funções: Cessar a revelação (com o uso do ácido acético isto ocorre quase imediatamente) e não permitir que o revelador seja conduzido ao fixador neutralizando-o, pois o primeiro é alcalino e o último é uma solução ácida.

A FIXAÇÃO

A primeira função do fixador é remover da emulsão por dissolução os cristais não expostos, portanto não revelados. A presença destes cristais deixa a imagem radiográfica "opaca", sem condições de interpretação. A outra função é endurecer a gelatina da emulsão, para que a radiografia fique resistente, em condições de manipulação para o uso do profissional.

OS COMPONENTES DO FIXADOR

AGENTE CLAREADOR (SOLVENTE DA PRATA)

O solvente da prata mais utilizado é o hipossulfito (tiosulfato) de sódio. Este agente forma complexos com os íons de prata que são dissolvidos em água. O agente clareador não tem efeito, a curto prazo, sobre os grãos de prata metálica que foram reduzidos pelo revelador. Porém, com o excesso de tempo da radiografia no fixador, gradualmente a imagem vai perdendo a densidade, na medida que então os grãos de prata metálica vão sendo lentamente dissolvidos pelo ácido acético do fixador.

ACIDIFICANTE

A solução fixadora contém ácido acético, com função de neutralizar qualquer contaminação com remanescentes de revelador, que porventura ainda estejam presentes no filme, e inibir definitivamente a ação dos agentes redutores prevenindo a formação de fog.

PRESERVATIVO

O Sulfito de Sódio tem função antioxidante, e sua ação é evitar a degradação do agente clareador, que é instável e suscetível à oxidação. Além disso, forma complexos com resíduos oxidados de revelador que contaminam a solução, não permitindo que estes manchem a radiografia.

AGENTE ENDURECEDOR

Este tipo de agente é incorporado ao fixador com objetivo de tornar a gelatina da emulsão mais resistente às injúrias mecânicas da manipulação do filme,

e este endurecimento também favorece um tempo de secagem mais curto. O agente mais freqüentemente empregado é o alúmen de potássio. A acidez da solução fixadora realça sua capacidade de endurecer a gelatina.

A LAVAGEM FINAL

A lavagem final deve ser realizada em água corrente, com renovação em média de oito vezes a capacidade do tanque por hora. Desta forma o tempo para esta etapa fica em torno de vinte minutos à temperatura de vinte graus. Se a circulação de água é menor o tempo deve ser aumentado, porém a permanência excessiva do filme na água tende a amolecer a emulsão, mesmo tendo esta passado pelo tratamento endurecedor da solução fixadora. O objetivo deste procedimento é remover os possíveis remanescentes das soluções de processamento previamente utilizadas, assim como os sais de prata resultantes da dissolução no processo de fixação, evitando assim que permaneçam no filme e futuramente sofram oxidação, tornando a radiografia amarelada.

SECAGEM

A secagem dos filmes deve proceder em ambiente isento de poeira à temperatura ambiente, ou em secadoras próprias para esta finalidade que utilizam sistema de aquecimento do ar circulante, desde que a temperatura não exceda 49 graus centígrados.

SOLUÇÕES PARA PROCESSAMENTO RÁPIDO

Existe no mercado soluções que possibilitam o processo de revelação em um período de 15 a 30 segundos e fixação em 1 a 2 minutos, sendo algumas vezes indicadas para utilização a altas temperaturas. Estas soluções têm em geral a mesma formulação das convencionais, porém com maiores concentrações de componentes como os redutores e/ou alcalinizantes. Embora possuam indicações específicas em especialidades como Endodontia e Cirurgia, e propiciem resultados de imagem satisfatórios para determinadas finalidades, o contraste radiográfico obtido com estas soluções é inferior ao alcançado com as convencionais, além disso o aumento da densida-

de base e velamento das radiografias, a degradação em menor espaço de tempo e o custo elevado são outras desvantagens apresentadas⁴.

PROCESSAMENTO AUTOMÁTICO

Embora existam outras vantagens no processamento automático, a que mais atrai o cirurgião-dentista é a economia de tempo com este procedimento. Basicamente, o mecanismo de funcionamento deste equipamento consiste no transporte dos filmes por rolamentos através das soluções reveladoras, fixador, água e ar aquecido a altas temperaturas. Estes rolamentos além de transporte têm outras funções, que são a constante agitação das soluções, para acelerar e manter a uniformidade do processo, e, compressão dos filmes entre a revelação e fixação, com objetivo de remover o revelador residual do filme, eliminando assim o banho intermediário e possibilitando uma revelação uniforme. Soluções especiais são utilizadas, com diferentes combinações e concentrações e com agentes endurecedores adicionais para evitar o amolecimento da emulsão a altas temperaturas e a danificação das mesmas pelos rolamentos. Dependendo do equipamento e da temperatura utilizada a processadora automática requer 4 a 6 minutos (ou ainda menos, no caso daquelas de uso médico) para todo o processo. Outra característica importante é que, quando utilizado com controle de qualidade, as radiografias obtidas sempre apresentam padronização de imagem, fator de vital importância para o diagnóstico, tratamento e preservação de casos. Contudo, devido à maior temperatura e concentração das soluções utilizadas, a imagem apresentada pelos filmes processados automaticamente pode não apresentar a mesma qualidade em relação às aquelas obtidas com o processamento manual, devido ao nível mais elevado de fog, menor contraste e maior granulação da imagem. Outras desvantagens seriam em relação aos custos, tempo de degradação das soluções e necessidade de rigorosa manutenção do equipamento.

ATIVIDADE DAS SOLUÇÕES

A monitoração da atividade das soluções de processamento é um dos fatores mais importantes dentro de um programa de controle de qualidade

radiográfico, pois no momento em que as soluções começam a perder sua atividade, elas devem ser substituídas, senão haverá prejuízos no contraste e densidade radiográficos, que não devem ser compensados pelo aumento da exposição do paciente aos raios X. Basicamente, a perda da atividade das soluções pode ocorrer por dois processos: a exaustão, que é a perda da capacidade da solução reveladora em reduzir os cristais expostos à prata metálica, onde os fatores a serem considerados são o número de filmes processados, suas dimensões e densidades; e a degradação, que é a deterioração que a solução sofre pelo número de filmes processados, tempo de preparo, contaminação, acúmulo de produtos da própria revelação e a ação do oxigênio do ar^{5,6,7,8,9,10,11,12}

Alguns autores têm se preocupado com o estudo da atividade das soluções de processamento, seja realizando pesquisas neste campo, ou pelo menos, fazendo menção da degradação ou exaustão, como nos seus trabalhos de Brown Junior *et al.*⁵, 1973; Montebelo Filho⁷, 1991; Pistóia⁸, 1998; Santos⁹, 1996; Thunthy & Weinberg¹⁰, 1995; Hedin¹¹, 1989; Ludlow *et al.*¹², 1997.

A queda da atividade do revelador ocorre na medida que a composição da solução vai se alterando, seja com o uso ou oxidação pelo ar. As reações envolvidas ocorrem das seguintes formas:

I) Revelador em uso - agentes redutores + brometo de prata = prata + íons de brometo + íons de oxigênio + agentes redutores oxidados;

II) Revelador no tanque de processamento (não sendo utilizado) - agentes do revelador + oxigênio = agentes oxidados + íons hidroxil;

Assim:

a) A solução é removida do tanque na emulsão, superfície do filme e colgaduras, sendo este fenômeno chamado de depleção. Logo, alguma quantidade de todos os componentes do revelador é retirada;

b) Os agentes do revelador sofrem oxidação tanto pela ação de revelação, já que realizam um processo de redução e portanto oxidam, como também pelo contato com o oxigênio do ar. Há uma constante diminuição da quantidade de agentes redutores ativos no tanque;

c) Os produtos formados à partir da oxidação podem retardar a ação de revelação. Todavia, este efeito tem pouco significado na degradação se comparado

aos fatores mencionados nos ítems (b), (d) e (e);

d) Os íons de brometo são liberados com o uso na reação I, aumentando sua concentração na solução. Sabe-se que este agente exerce função de restrigente no revelador;

e) A alcalinidade do revelador diminui. Íons de brometo e hidrogênio são liberados na reação I na forma de ácido hidrobromico, e este é neutralizado pelo

alcalinizante do revelador. Com isso, a atividade do alcalinizante diminui, ocorrendo a queda do pH do revelador.

f) Na presença da reação II o sulfito de sódio da solução forma sulfonatos, havendo assim uma contínua diminuição de preservativo na solução e tornando os agentes redutores vulneráveis a oxidação.

SUMMARY

When X-rays photon cross through an object and arrive at the radiographic film, they chemically modify the photographic emulsion's silver halide photosensitive crystals. Thereby, the whole of the chemically modified crystals make up what we call the latent image, which is invisible. The modifications caused by X-rays photons (or light) make the crystals sensitive to the chemical action of the film development, which converts a latent image into a visible image. To understand the production of an image on radiographic film, the concept of the latent image is fundamental.

Key words: latent image, photons, X-rays, photosensitive crystals

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alvares LC, Freitas A. As quantidades de brometo de potássio em alguns reveladores radiográficos e suas influências no filme periapical. *Rev Fac Odont Univ S Paulo, São Paulo*, v.5, n.3, p.271-274, jul./set. 1967.
2. Alvares LC, Tavano O, Estevam E. Alguns reveladores para filmes radiográficos dentais, estudados através da curva característica. *Arq Cent Estud Fac Odont Univ Minas Gerais, Belo Horizonte*, v.6, n.2, p.209-222, jul./dez. 1969.
3. Goaz PW, White SC. *Oral radiology. Principles and interpretation*. 3.ed. Saint Louis: Mosby, 1994. p.93-94.
4. Geist JR, Gleason MJ. Densitometric properties of rapid manual processing solutions. *Abbreviated versus complete rapid processing*. *J Endod, Baltimore*, v.21, n.4, p.180-184, Apr. 1995.
5. Brown Junior CE et al. Degradation of dental radiographic processing solutions. *J Am Dent Assoc, Chicago*, v.87, n.6, p.1200-1205, Nov. 1973.
6. Hardman PK, Tilmon MF, Taylor TS. Radiographic solution contamination. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol, Saint Louis*, v.63, n.6, p.733-737, June 1987.
7. Montebelo Filho A. Avaliação da degradação das soluções de processamento Kodak dental, utilizando recipientes protegidos (plástico) e desprotegidos (vidro), simulando determinadas condições de trabalho em consultórios odontológicos. Bauru, 1991. 166p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.
8. Pistóia GD. Avaliação da influência das condições de armazenamento na degradação das soluções de processamento, simulando condições de trabalho em consultórios odontológicos. Piracicaba, 1998. 114p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas.
9. Santos E. Avaliação da degradação das soluções de processamento Kodak e Sillib, prontas para uso, em recipientes de plástico e de vidro, protegidos e desprotegidos, simulando as condições de trabalho em consultórios odontológicos. Piracicaba, 1996. 119p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas.
10. Thunthy KH, Weinberg R. Effects of developer

exhaustion on Kodak Ektaspeed plus, Ektaspeed and Ultraspeed dental films. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, Saint Louis, v.79, n.1, p.117-121, Jan. 1995.

11. Hedin M. Developing solutions for dental X-ray processors. Swed Dent J, Stockholm, v.13, p.261-

265, 1989.

12. Ludlow JB et al. The efficacy of caries detection using three intraoral films under different processing conditions. J Am Dent Assoc, Chicago, v.128, p.1401-1408, Oct. 1997.