

Alfredo José Oliveira Martins

RADIOGRAFIA DE SUBTRACÇÃO



Faculdade de Ciências da Saúde da

Universidade Fernando Pessoa

Porto 2014

Alfredo José Oliveira Martins

RADIOGRAFIA DE SUBTRACÇÃO



Faculdade de Ciências da Saúde da

Universidade Fernando Pessoa

Porto 2014

Alfredo José Oliveira Martins

RADIOGRAFIA DE SUBTRACÇÃO

Tese apresentada à Universidade Fernando Pessoa como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária sob a orientação do Professor Doutor Abel Salgado.

Alfredo José Oliveira Martins

Resumo

O sucesso de um tratamento clínico assenta muito no correto diagnóstico das patologias do paciente, o qual está muito dependente dos exames radiológicos.

A informação presente neste trabalho de revisão bibliográfica têm como objetivo informar a comunidade do que é a radiografia de subtração e explicar em que valências da Medicina Dentária ela pode ser utilmente aplicada.

Esta técnica permite ao Médico Dentista estabelecer um correto plano de tratamento para o seu paciente, com o intuito de lhe prestar o melhor atendimento.

Para esta revisão bibliográfica foi realizada uma pesquisa nas bibliotecas da Universidade Fernando Pessoa e nos motores de busca na internet, MEDLINE/pubmed, Science Direct, entre Janeiro e Julho de 2014.

Abstract

The success of a clinical treatment is based on a correct diagnosis of diseases of the patient, which is very dependent on radiological examinations.

The information on this bibliographical review has the objective to inform the community of what is subtraction radiography and explain in which valences of dentistry it can be usefully applied.

This technique allows the Dentist to establish a correct treatment plan for his/her patient, in order to provide the best service.

The research for this bibliographical review was held at the University Fernando Pessoa's libraries, as well as in search engines on the Internet, MEDLINE / PubMed, Science Direct, between January and July 2014.

Agradecimentos

À minha mãe e avó que me apoiaram e ajudaram sempre durante estes 5 anos.

Ao meu colega e amigo Laureano Dias, com quem desenvolvi uma relação de amizade e entreaajuda fantástica, e quem foi para mim um grande exemplo de que com esforço e trabalho tudo se consegue. Sem dúvida passamos bons momentos durante o curso, e esses bons momentos fizeram o tempo encurtar e passar num instante.

Ao meu orientador Professor Doutor Abel Salgado, pela sua ajuda na elaboração desta tese e pela boa disposição transmitida durante o curso.

A todos os meus amigos por me incentivarem e estiveram ao meu lado durante este percurso.

A todos os meus colegas de turma, sem referenciar nomes nem usar qualquer tipo de ordem, pois todos foram importantes à sua maneira.

Introdução	1
História da Radiologia	1
Desenvolvimento	5
Materiais e métodos	5
O que é a radiação?	5
Radiação Ionizante	6
Efeitos da radiação Ionizante	7
Dose de radiação absorvida	8
O que é o Raio X	9
Riscos do Raio X nos humanos	9
Métodos de proteção das radiações	10
Proteção do paciente e o seu posicionamento	10
Proteção do operador	13
Recomendações	16
Tipos de recetores de imagem	17
Analógico	17
Digital	18
Principais tipos de filmes radiográficos utilizados em medicina dentária	21
Radiografia periapical	21
Radiografia Interproximal	22
Ortopantomografia ou radiografia panorâmica	25
Posicionamento e orientação para efetuar uma radiografia	26
Radiografia de subtração	27
Como funciona a subtração de radiografias	29
Aplicações da subtração de radiografias	30
Detecção de cáries	30
Doença periodontal	31
Implantes	33
Perda óssea	36
Dificuldades em padronizar geometricamente a radiografia de subtração	36
Dificuldades em padronizar a densidade da radiografia de subtração	37

Programas de computador existentes	38
Conclusão	42
Bibliografia	43

Índice de figuras

FIGURA 1 - WILHELM CONRAD RÖENTGEN, CONSIDERADO O PAI DA RADIOLOGIA. (LUMMERICH, 2014)	2
FIGURA 2 – A PRIMEIRA RADIOGRAFIA HUMANA, DA MÃO DA SRA. RÖENTGEN, TIRADA EM 22 DE DEZEMBRO DE 1985 (BAKALAR, 2009).....	3
FIGURA 3 - TUBO DE CROOKES NO QUAL RÖNTGEN TRABALHOU. (TUTOR CIRCLE, 2014).....	4
FIGURA 4 – ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO. (SANTOS, 2010).....	7
FIGURA 5 – COLAR DE PROTEÇÃO DA TIROIDE (INFAB CORPORATION, 2014).....	11
FIGURA 6 – AVENTAL DE PROTEÇÃO DE RADIAÇÕES (XENOLITE, 2014).....	12
FIGURA 7 - COLIMADOR RETANGULAR. (SIRONA THE DENTAL COMPANY, 2014)	13
FIGURA 8 – DOSÍMETROS PARA REGISTRO DA RADIAÇÃO. (PRO RAD, 2014)	14
FIGURA 9 – DOSÍMETRO DE CONTABILIZAÇÃO DE EXPOSIÇÃO À RADIAÇÃO. (MEDICAL, 2014)....	15
FIGURA 10 – BARREIRA DE PROTEÇÃO. (RAY-BAR ENGINEERING CORP, 2014).....	16
FIGURA 11 – PELICULAS INTRAORAIS. (CMD CENTER, 2014).....	17
FIGURA 12 - PLACAS DE FÓSFORO FOTOESTIMULÁVEIS (PSP) (WILLIAMSON, 2010).....	19
FIGURA 13 - SENSORES CMOS (RVG) (WILLIAMSON, 2010).....	20
FIGURA 14 - ASA NO INVOLUCRO DA PELICULA QUE ATRIBUIU O NOME A ESTE TIPO DE TÉCNICA (SAFCO DENTAL SUPPLY CO., 2014)	22
FIGURA 15 – RADIOGRAFIAS INTERPROXIMAIS (FARMAN & KOLSOM, 2011)	24
FIGURA 16 – EXEMPLOS DE ORTOPANTOMOGRAFIA. (WHAITES, 2007).....	26
FIGURA 17 – POSICIONADORES DE PELICULAS. (BRITISH DENTAL JOURNAL, 2003).....	27
FIGURA 18 – IMAGEM A; IMAGEM B; SUBTRAÇÃO DE RADIOGRAFIAS (C). (VALIZADEH, ET AL., 2008)	31

FIGURA 19 - PRÉ OPERATÓRIO. (GUIMARÃES, ET AL., 2010)	32
FIGURA 20 - 6 MESES APÓS CIRURGIA. (GUIMARÃES, ET AL., 2010)	32
FIGURA 21 - IMAGEM DO <i>SOFTWARE</i> DE SUBTRAÇÃO DE IMAGENS RADIOGRÁFICAS. (GUIMARÃES, ET AL., 2010).....	33
FIGURA 22 - ALINHAMENTO DE RADIOGRAFIAS ATRAVÉS DE 4 PONTOS DE REFERÊNCIA. A - RADIOGRAFIA BASE; B - RADIOGRAFIA PARA COMPARAÇÃO. (CARNEIRO, ET AL., 2012)	34
FIGURA 23 - RESULTADO DE SUBTRAÇÃO DE RADIOGRAFIAS APÓS COLOCAÇÃO DE UM IMPLANTE. (WAKOH, ET AL., 2006)	35
FIGURA 24- AVALIAÇÃO DAS ALTERAÇÕES ÓSSEAS DURANTE VÁRIOS MESES APÓS COLOCAÇÃO DE UM IMPLANTE UTILIZANDO A TÉCNICA DE SUBTRAÇÃO DE RADIOGRAFIAS. (WAKOH, ET AL., 2006).....	35
FIGURA 25 - IMAGEM APÓS EXTRAÇÃO (A); IMAGEM APÓS UM MÊS (B); IMAGEM DE SUBTRAÇÃO (C) - PERDA ÓSSEA (SETA PRETA) E DEPOSIÇÃO DE NOVO OSSO (SETAS BRANCAS). (FIDANOSKI, 2007)	36

Índice de tabelas

TABELA 1 - DOSES DE RADIAÇÃO GERAIS E EFEITOS ESPERADOS NA SAÚDE HUMANA (AS DOSES DE RADIAÇÃO SÃO PARA TODO O CORPO). (NCRP - NATIONAL COUNCIL ON RADIATION PROTECTION AND MEASUREMENTS, 2009)	8
--	---

Índice de abreviaturas

Sievert (**Sv**)

Placa de fósforo fotoestimulável (PSP)

Sensor CMOS (RVG)

Gray (Gr)

Tomografia computadorizada (TC)

Ressonância magnética (RM)

Introdução

Este trabalho de revisão bibliográfica tem como objetivo esclarecer melhor as vantagens na utilização da radiografia digital e da subtração de radiografias face às tradicionais radiografias em película.

A radiografia é hoje cada vez mais um meio essencial de diagnóstico e também um importante suporte na elaboração de um correto plano de tratamento. Para isto contribuíram os avanços tecnológicos no processo de obtenção da radiografia, sendo inicialmente um processo manual em película, evoluindo depois para o método digital, que face à sua versatilidade permitiu o desenvolvimento da técnica da subtração radiográfica. Esta evolução permitiu também reduzir a quantidade de radiação a que o paciente é submetido e todos os efeitos prejudiciais para a saúde que daí possam surgir. No entanto, não devem ser esquecidos todos os procedimentos já existentes de proteção do paciente e dos profissionais de Medicina Dentária.

Com o desenvolvimento de programas de computador específicos, para apoio à subtração de radiografias, os profissionais de Medicina Dentária puderam utilizar esta técnica em vários tipos de procedimentos já realizados no consultório, como sendo o controlo e tratamento de doenças periodontais, observação de processos de evolução de cáries e controlo na osteointegração de implantes.

História da Radiologia

Os raios X foram descobertos em 1895 por Wilhelm Conrad Röntgen, até então um desconhecido físico alemão. (Sutton, 1998)

Röntgen nomeou estes raios como raios-x, devido à desconhecida natureza e propriedades destes raios na altura da sua descoberta. O símbolo 'x' é usado em matemática para representar algo desconhecido. (Pramod, 2011)

Em 8 de Novembro de 1895, Röntgen estava a reproduzir no seu laboratório, em Würzburg, o trabalho de Leonard sobre raios catódicos, quando teve a ideia de observar se eles se propagavam para fora da ampola de Crookes, o que somente seria possível se

Radiografia de subtração

o tubo fosse envolto por um cartão preto e estivesse em ambiente escuro, devido à sua intensa luminosidade. Ao passar uma corrente elétrica por uma ampola de Crookes, notou luminescência numa placa de platinocianeto de bário que se encontrava sobre a mesa que estava muito afastada para reagir aos raios catódicos.

Para testar, Röntgen colocou vários objetos entre o tubo e a tela. Todos alteraram a luminescência da tela, exceto o chumbo e a platina que a barraram totalmente. (Francisco, et al., 2014)

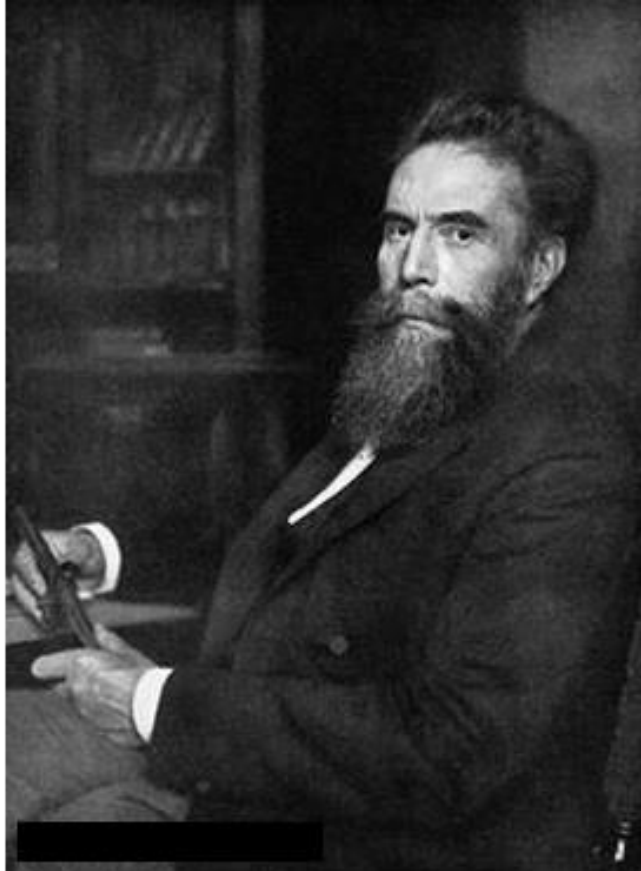


Figura 1 - Wilhelm Conrad Röntgen, considerado o pai da radiologia. (Lummerich, 2014)

Röntgen inadvertidamente colocou a mão entre o tubo e o ecrã e viu o contorno dos ossos da sua mão. Manteve-se exposto e produziu várias imagens em películas fotográficas. Algumas das primeiras radiografias tiradas por Röntgen foram da mão da sua esposa (com uma exposição de 15 minutos) e da sua espingarda. (Frommer, 2001)

Radiografia de subtração

Na figura 2 podemos ver o primeiro “Roentgenograma” feito. (Pramod, 2011)



Figura 2 – A primeira radiografia humana, da mão da Sra. Röntgen, tirada em 22 de Dezembro de 1895 (Bakalar, 2009)

É interessante notar como são semelhantes as partes essenciais do tubo de Röntgen e os tubos de raio X modernos. Ambos são tubos de exaustão de vácuo com um ânodo e um cátodo, pelos quais passa uma corrente elétrica. O tubo de Röntgen tinha uma quantidade fixa de elétrons disponíveis enquanto nos modelos atuais essa quantidade é variável. (Frommer, 2001)

Radiografia de subtração

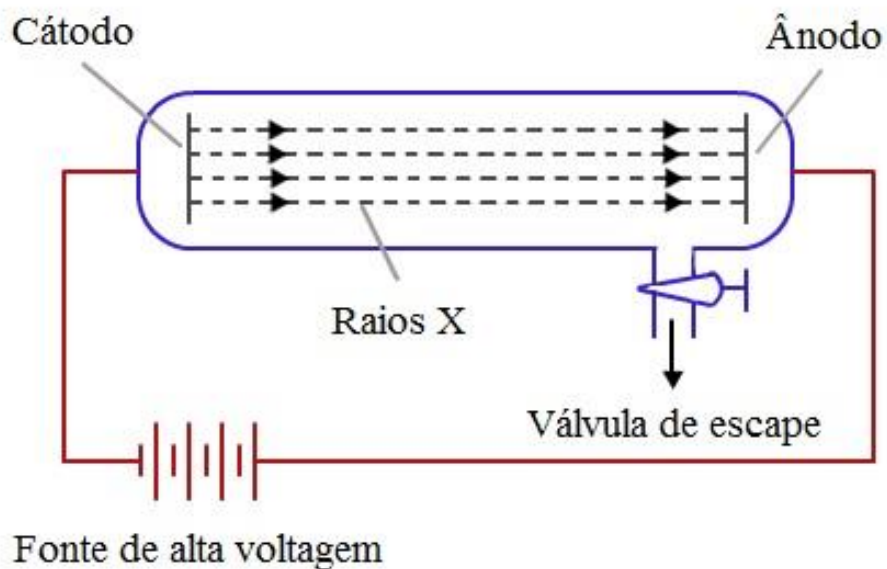


Figura 3 - Tubo de Crookes no qual Röntgen trabalhou. (Tutor Circle, 2014)

A descoberta de Röntgen foi uma descoberta científica “explosiva”, e foi recebida com um interesse extraordinário por cientistas e leigos. Estudiosos de toda a parte podiam duplicar a experiencia porque o tubo de cátodo era bem conhecido durante este período, Muitos pesquisadores criaram outras linhas de pesquisa para estudar estes raios misteriosos. (Pramod, 2011)

Röntgen apresentou um artigo sobre a sua descoberta em Dezembro de 1895 e em Janeiro de 1896 o Dr. Otto Walkhoff, um dentista em Braunschweig, na Alemanha, fez a primeira utilização do raio X na Medicina Dentária, numa radiografia de um pré-molar inferior. Ele usou uma pequena placa fotográfica de vidro envolto num papel preto e coberto com borracha que segurou com a própria mão. O tempo de exposição foi de 25 minutos. Este procedimento foi seguido, em Fevereiro de 1896, por um trabalho do físico Walter Koenig, que obteve uma imagem da sua cara usando apenas 9 minutos de exposição. Hoje, com uma exposição completa, usamos cerca de 1/10 de segundo. (Frommer, 2001)

Desenvolvimento

Materiais e métodos

Este trabalho final, de revisão bibliográfica, visa refletir sobre a radiografia de subtração, com o intuito de poder prestar assim um serviço á comunidade, através da divulgação de mais informações sobre este tema, uma vez que continua a ser uma técnica pouco conhecida e por sua vez pouco utilizada.

A pesquisa bibliográfica foi realizada na biblioteca da Universidade Fernando Pessoa, motores de busca da internet, Pubmed/Medline, Scielo, Science Direct e B-On. Foram utilizados, na pesquisa de artigos, os seguintes descritores (*Mesh terms*), na língua Inglesa : “Dental Radiology Subtraction” e “ Dental Radiography Subtraction”.

Os critérios de inclusão utilizados foram artigos acessíveis (*free full text*) na íntegra, entre 1994 e 2014, na língua inglesa, portuguesa e espanhola, resultando num total de 56 artigos apresentados. Foram selecionados 15 por estarem diretamente relacionados com o tema a pesquisar. Nestes artigos foram procuradas orientações específicas sobre radiografia de subtração. Como complemento recorreu-se a livros e outras publicações que pela sua relevância na área mereciam a sua referência.

O que é a radiação?

A radiação é a emissão e propagação de energia pelo espaço ou através de uma substância na forma de ondas ou partículas. As partículas de radiação consistem em átomos ou partículas subatómicas que têm massa e viajam a alta velocidade para transmitir a sua energia cinética. Os raios X são ondas invisíveis ou feixes de energia que possuem certas propriedades que nos permitem, entre outras coisas, ver diferenças na densidade de objetos opacos. (Frommer, 2001)

A maior parte das técnicas de imagiologia é baseada em algum tipo de radiação eletromagnética. Esta radiação é constituída por partículas designadas de fótons que se movem à velocidade da luz e engloba as ondas de rádio e televisão, as micro-ondas, os

Radiografia de subtração

infravermelhos, a luz visível, os ultravioletas, os raios X e os raios gama. Várias das técnicas de imagiologia, como a radiologia convencional, a TC e a RM utilizam ondas eletromagnéticas. Quando a radiação tem energia suficiente para ionizar a matéria com a qual interage é designada por radiação ionizante. (Pisco, 2003)

Radiação Ionizante

A radiação ionizante é definida como a radiação que é capaz de produzir iões removendo ou adicionando um eletrão a um átomo. A radiação ionizante é agrupada da seguinte maneira:

- Radiação de partículas: Pequenas partículas de matéria que possuem massa e viajam a alta velocidade em linha reta. Existem quatro tipos de partículas de radiação reconhecidas: Partículas Beta, Partículas Alfa, Protões e Neutrões.

- Radiação eletromagnética: Propaga-se como energia em forma de ondas pelo espaço ou matéria. A radiação eletromagnética ou é produzida pelo homem ou é natural e pode ser encontrada em:

- Raios cósmicos
- Raios Gama
- Raio X
- Raios ultravioleta (UV)
- Luz visível
- Luz infravermelha
- Ondas de radar
- Micro-ondas
- Ondas rádio.

Quando as radiações eletromagnéticas são agrupadas de acordo com as suas energias chamam-se espectro eletromagnético. (Pramod, 2011)

Radiografia de subtração

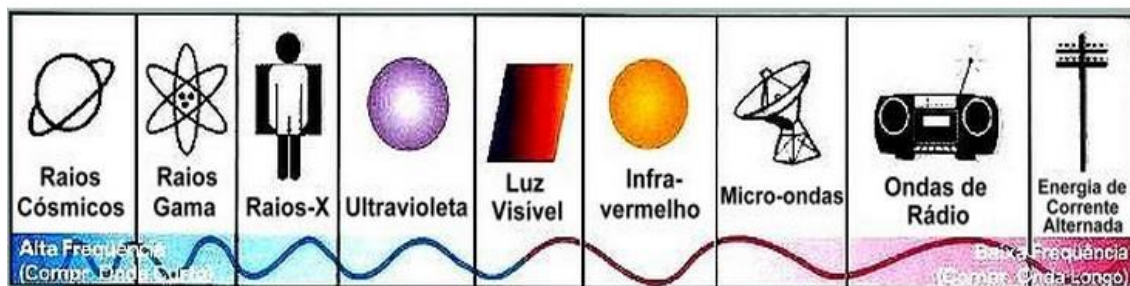


Figura 4 – Espectro eletromagnético. (Santos, 2010)

Efeitos da radiação Ionizante

O Sievert (Sv) é a unidade usada para avaliar o impacto da radiação ionizante sobre os seres humanos.

Dose de radiação	Efeitos no corpo humano
0-0,05 Sv	Recebido num curto período de tempo ou num longo período é seguro. Não é de esperar observar efeitos sobre a saúde.
0,05-0,1 Sv	Recebido num curto período de tempo ou num longo período é seguro. Não é de esperar observar efeitos sobre a saúde. A este nível, um possível efeito é inexistente ou muito pequeno para observar.
0,1-0,5 Sv	Recebido num curto período de tempo ou durante um longo período. Não esperamos observar efeitos na saúde, embora acima de 0,1 Sv as possibilidades de contrair cancro aumentam ligeiramente. Também podemos ver as células do sangue de curta duração diminuírem, com doses de cerca de 0,5 Sv recebidos durante uns minutos.
0,5-1 Sv	Se recebido num curto período de tempo provavelmente vai causar alguns efeitos observáveis na saúde e se recebidos durante um longo período vão aumentar a sua possibilidade de

Radiografia de subtração

	desenvolver cancro. Acima de 0,5 Sv podemos ver algumas alterações nas células do sangue, mas o sistema sanguíneo recupera rapidamente.
1-2 Sv	Recebido num curto período de tempo irá causar náuseas e fadiga. 1-2 Sv recebido durante um longo período vai aumentar a sua possibilidade de desenvolver cancro.
2-3 Sv	Recebido num curto período de tempo irá causar náuseas e vômitos dentro de 24-48 horas. Devem ser procurados cuidados médicos.
3-5 Sv	Recebido num curto período de tempo irá causar náuseas, vômitos e diarreia dentro de horas. A perda de cabelo e apetite ocorre dentro de uma semana. Deve ser procurado atendimento médico para a sua sobrevivência. Metade das pessoas expostas a radiação neste nível tão alto vai morrer se não receberem cuidados médicos específicos.
5-12 Sv	Recebido num curto período de tempo, provavelmente conduzirá à morte em poucos dias.
> 100 Sv	Recebido num curto período de tempo, conduzirá à morte no espaço de algumas horas.

Tabela 1 - Doses de radiação gerais e efeitos esperados na saúde humana (as doses de radiação são para todo o corpo). (NCRP - National Council on Radiation Protection and Measurements, 2009)

Dose de radiação absorvida

A unidade do sistema Internacional para medir a dose de radiação absorvida é o Gray (Gy), que é definido como 1 joule de energia depositado num quilograma de massa. A medida antiga era o *rad* que significa “dose de radiação absorvida” – 1 Gy = 100 rad. (World Health Organization, 2014)

O que é o Raio X

Os raios X fazem parte do chamado espectro eletromagnético. Devido ao curto comprimento de onda, os raios X conseguem penetrar em materiais que não transmitem a luz visível. Os modernos equipamentos de radiologia, apesar de altamente sofisticados, continuam a usar basicamente o mesmo método de produção de raios X utilizado pelo próprio Röntgen. Faz-se passar uma corrente elétrica de alta voltagem através de um tubo com vácuo, essa corrente elétrica, ao aquecer um filamento metálico (cátodo), promove o deslocamento de elétrons que irão chocar contra um anteparo de metal (ânodo) após atravessar o vácuo. Quando o feixe de elétrons atinge o ânodo acontece a produção de raios X. (Sutton, 1998)

Riscos do Raio X nos humanos

Quando os pacientes são submetidos a exames de raios-X, milhões de fótons passam através de seus corpos. Estes podem danificar qualquer molécula por ionização, mas os danos no ADN dos cromossomas são de particular importância. A maioria dos danos do ADN são reparados imediatamente mas, por vezes, uma parte de um cromossoma pode ser permanentemente alterada (ocorreu uma mutação). Isso pode levar, em última instância, à formação de um tumor. O período de latência entre a exposição a raios-X e o diagnóstico clínico de um tumor pode ser de muitos anos. (European Commission, 2004)

De todas as radiografias médicas executadas, as radiografias dentárias representam cerca de 2,5 por cento da dose total de radiação recebida pelo paciente. Apesar da exposição à radiação nas radiografias dentárias ser baixa, uma vez que é decidido fazer uma radiografia, é responsabilidade do Médico Dentista seguir o princípio ALARA (tão baixo quanto razoavelmente possível) para minimizar a exposição do paciente. (ADA, 2012)

No caso das radiografias panorâmicas, a dose ponderada de um exame foi calculada para ser de 3,85 a 30 μSv , correspondente a um fator de risco de cancro de 0,21-1,9 (por

Radiografia de subtração

milhão). Para os exames radiográficos intraorais a dose efetiva é de 1-8.3 μSv e o risco de cancro é de 0,02-0,6. (Beneyto, et al., 2007)

Os exemplos de boas práticas radiológicas incluem:

- Utilização de um recetor de imagem mais rápido e compatível com o diagnóstico (película de velocidade F ou digital),
- Ajustar o colimador ao tamanho do local recetor sempre que possível,
- Técnica de exposição e processamento adequado ao filme utilizado,
- Utilização de aventais de chumbo e colarinhos de proteção da tiroide sempre que apropriado,
- Limitar o número de imagens obtidas ao mínimo necessário para realizar o diagnóstico. (ADA, 2012)

Métodos de proteção das radiações

Proteção do paciente e o seu posicionamento

A quantidade de radiação que se espalha e atinge o abdómen do paciente durante um exame radiográfico dentário feito corretamente é insignificante.

A glândula tiroide é muito suscetível à exposição da radiação durante os exames radiográficos dentários dada a sua posição anatômica, principalmente em crianças.

Os colares de proteção da tiroide e os colimadores reduzem substancialmente a exposição da tiroide à radiação durante os procedimentos radiográficos dentários. (Williamson, 2010)

Radiografia de subtração



Figura 5 – Colar de proteção da tiroide (Infab Corporation, 2014)

Porque devemos tomar todas as precauções para minimizar a exposição à radiação, os colares de proteção da tiroide devem ser usados sempre que possível. Se todas as recomendações para limitar a exposição à radiação forem colocadas em prática, a dose de radiação nas gónadas não será significativamente afetada pelo uso de proteção abdominal. Portanto, a utilização de blindagem abdominal pode não ser necessária.

Os aventais de proteção e os colarinhos da tiroide devem ser pendurados ou deitados, mas nunca dobrados, e devem ser seguidas sempre as instruções do fabricante. Todos os escudos de proteção devem ser avaliados mensalmente quanto a danos (por exemplo, rasgos, dobras e fissuras) através de uma inspeção visual e manual. (ADA, 2012)

Radiografia de subtração



Figura 6 – Avental de proteção de radiações (Xenolite, 2014)

Colimador

Quando um paciente é exposto a um feixe de radiação, o paciente absorve 90% dos prótons do raio x e apenas 10% serão utilizados na produção da imagem radiográfica. (Pramod, 2011)

Os colimadores limitam a quantidade de radiação primária e dispersa à qual o paciente está exposto. O feixe de raio x não deve ser superior à cobertura mínima necessária, e cada dimensão do feixe deve ser colimada de modo que o feixe não exceda o recetor por mais do que dois por cento da distância recetor/fonte-da-radiação. Como o colimador retangular reduz a dose de radiação até cinco vezes comparado com o colimador circular, os equipamentos de radiografia devem possuir colimadores retangulares na realização de radiografias periapicais e interproximais. (American Dental Association Council on Scientific Affairs, 2006)



Figura 7 - Colimador retangular. (Sirona The dental company, 2014)

Proteção do operador

Embora os profissionais de medicina dentária tenham menos exposição à radiação ionizante do que outros trabalhadores da área da saúde também expostos, as medidas de proteção do operador são essenciais para a minimizar. Estas medidas de proteção incluem a educação, a implementação de um programa de proteção contra a radiação, os limites de exposição à radiação ocupacional, as recomendações para o uso de dosímetros pessoais e o uso de proteções físicas.

A dose máxima anual permitida de radiação ionizante para trabalhadores de saúde é de 50 milisieverts (mSv) e a dose máxima permitida durante a vida é de 10 mSv multiplicado pela idade da pessoa (em anos). (ADA, 2012)

A monitorização da exposição a doses de radiação ionizante pode ser complementada por dosímetros eletrónicos individuais que permitem uma leitura direta da dose de radiação recebida. (Duarte, et al., 2012)

Radiografia de subtração

Os dosímetros devem ser utilizados por trabalhadores que podem receber uma dose anual superior a 1 mSv para monitorar os seus níveis de exposição. As funcionárias grávidas a operar equipamentos de raios-x devem usar dosímetros pessoais, independentemente do nível de exposição prévia. (ADA, 2012)

Os dosímetros permitem determinar a exposição a uma dose de radiação. A dose de radiação é a quantidade de energia absorvida por unidade de massa num local. Existem vários tipos de aparelhos para medir a exposição à radiação. (Pramod, 2011)



Figura 8 – Dosímetros para registro da radiação. (PRO RAD, 2014)

Radiografia de subtração



Figura 9 – Dosímetro de contabilização de exposição à radiação. (Medical, 2014)

Os operadores de equipamentos de radiografia devem também usar sempre que possível barreiras de proteção. Idealmente, as barreiras devem conter uma janela de vidro com chumbo para permitir ao operador visualizar o paciente durante a exposição. Quando não é possível utilizar uma blindagem, o operador deve ficar, pelo menos, a dois metros da cabeça do tubo e fora do caminho do feixe primário. (ADA, 2012)

Radiografia de subtração



Figura 10 – Barreira de proteção. (Ray-bar Engineering Corp, 2014)

Recomendações

O posicionador deve ter a extremidade aberta e ser revestido por metal com o objetivo de restringir o feixe primário e reduzir o volume de tecidos expostos a radiação. A utilização de uma distância de 40 cm em relação á pele, em vez de distâncias inferiores ou equivalentes a 20 cm, diminui a exposição em 10% a 25%. Distâncias entre 20 cm e 40 cm são adequadas, mas as distâncias mais longas são as ideais.

A utilização de película F - (alta velocidade/sensibilidade) pode reduzir a exposição em 20 a 50 por cento em relação ao uso do filme E - (Rápido), sem comprometer a qualidade do diagnóstico.

É recomendada a utilização de ecrãs intensificadores de terras raras, gadolínio e lantânio, porque estes reduzem a exposição do paciente em 50%, comparados com os de tungstato de cálcio.

A utilização de suportes de raios-X que alinham com precisão o recetor com o feixe colimado, é recomendada para a realização de radiografias periapicais e interproximais .

Os profissionais de saúde oral não devem segurar o recetor durante o exame radiológico.

Radiografia de subtração

A potência de funcionamento ideal dos aparelhos de raios-X situa-se entre os 60 a 70 Kilovolts.

A existência de quadros e protocolos com técnicas e sugestões de parametrizações são importantes para assegurar que a exposição á radiação é otimizada em todos os pacientes. (Harrison, 2013)

Tipos de recetores de imagem

Analógico

Relativamente aos recetores de imagem analógicos, devemos considerar a velocidade e o tamanho:

Velocidade

Com base na velocidade, as películas intraorais são classificadas como velocidade tipo A, B, C, D e E. As películas tipo A são as mais lentas, as películas tipo B e C não são utilizadas por rotina, as películas tipo D (ultrarrápida) e tipo E (*ektaspeed*) são utilizadas em radiografias intraorais. À medida que a sensibilidade da película aumenta, há uma redução no contraste da imagem. As películas de velocidade E requerem metade do tempo de exposição de uma película tipo D. (Pramod, 2011)



Figura 11 – Películas intraorais. (CMD Center, 2014)

Tamanho

O filme periapical é utilizado para a visualização de todo o dente (coroa e raiz), com uma área adequada da região periapical.

As películas periapicais estão disponíveis em três tamanhos.

- Tamanho 0 - Tem um tamanho de 22 × 35 mm e é usado em crianças pequenas.
- Tamanho 1 - Possui um tamanho de 24 x 40 mm e é usado para radiografar os dentes anteriores de adultos.
- Tamanho 2 - É o filme padrão usado para o exame radiográfico. Tem um tamanho de 32 × 41 mm. (Pramod, 2011)

A película de raio x utilizada habitualmente para uma projecção interproximal pode ser escolhida entre 3 tipos de películas- Tipo D (mais lenta), tipo E e F (mais rápidas). Assim como nas películas fotográficas, quanto mais rápida for a película, menor será a exposição necessária. A velocidade da película a utilizar, pode ser um aspeto importante para determinar a quantidade de radiação a que o paciente será exposto. Quanto maior a velocidade da película, menor será a exposição a que o paciente será submetido. Os tipos de películas utilizados pelos Médicos Dentistas variam, sendo as películas tipo D cerca de 70% das películas utilizadas, as películas tipo E cerca de 21 % e as películas tipo F cerca de 9%. (ADA, 2012)

Digital

Existem dois tipos de películas digitais:

- **As placas de fósforo fotoestimuláveis (PSP)** - são mais flexíveis e finas do que os recetores digitais rígidos mas tem as mesmas dimensões que uma película.

- **Os sensores CMOS (RVG)** são mais rápidos que as películas, o que reduz a quantidade de radiação necessária para produzir uma imagem para diagnóstico. Estão disponíveis nas mesmas dimensões das películas.

Radiografia de subtração

Inicialmente, os recetor digitais rígidos são mais difíceis de utilizar que as placas de fósforo, e podem surgir mais problemas do que nas radiografias periapicais e interproximais comparados com as películas.

Os problemas associados com as placas digitais rígidas são:

- 1 – Erros de posicionamento, especialmente nas zonas dos pré-molares e molares,
- 2 – Erros de angulação vertical nas zonas anteriores, resultando cortes nas zonas dos incisais,
- 3 – Sobreposição horizontal,
- 4 – Corte do cone,
- 5 – Dificuldade no posicionamento nas radiografias interproximais, especialmente em pré molares e em interproximais verticais,
- 6 – Desconforto. (Williamson, 2010)

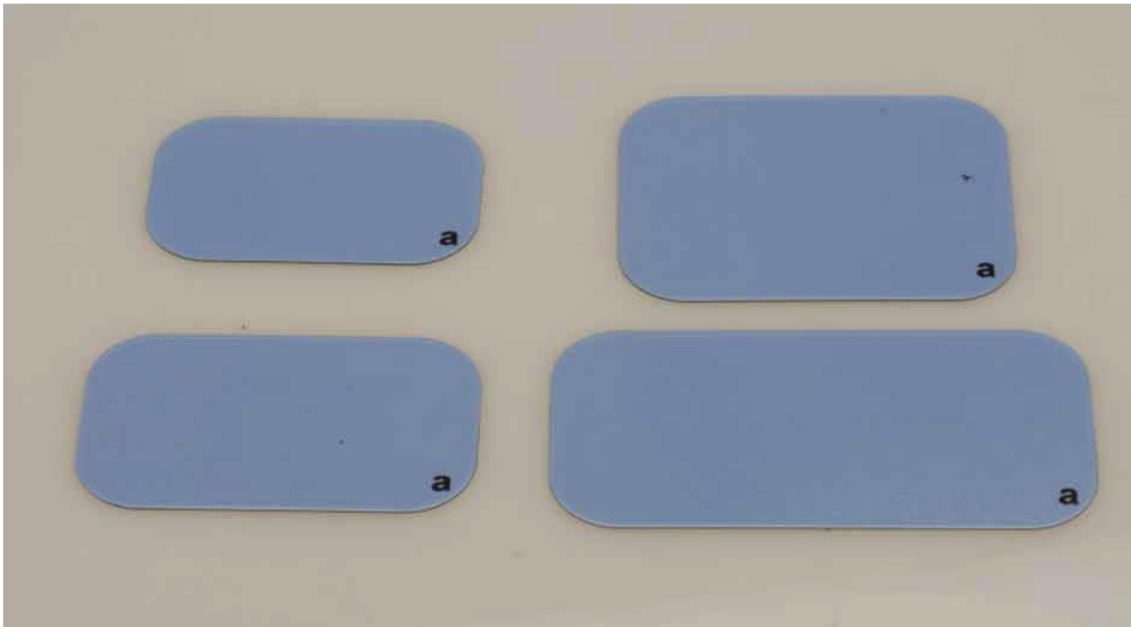


Figura 12 - Placas de fósforo fotoestimuláveis (PSP) (Williamson, 2010)

Radiografia de subtração



Figura 13 - Sensores CMOS (RVG) (Williamson, 2010)

Numa pesquisa de 1999, a quantidade de radiação a que uma pessoa era normalmente submetida utilizando uma película de velocidade D era de 1,7 miligray (mGy), e 1,3 mGy para uma película de velocidade E. (FDA U.S. Food and Drug Administration, 2014)

De acordo com a U.S. Food and Drug Administration, trocar de películas tipo D para tipo E pode reduzir a exposição à radiação em 30 a 40%. O uso de películas tipo F pode reduzir a radiação a 20 ou 50% comparado com as películas tipo E, sem comprometer a qualidade do diagnóstico. A FDA está a encorajar os profissionais da Medicina Dentária para mudarem para uma película de raio X mais rápida, de modo a reduzir a exposição do paciente e concluiu que as películas tipo E e F oferecem uma redução na exposição significativa, comparada com as películas tipo D, com aproximadamente o mesmo custo e oferecendo os mesmos benefícios clínicos. (ADA, 2012)

Principais tipos de filmes radiográficos utilizados em Medicina Dentária

Radiografia periapical

A radiografia periapical é feita com uma técnica intraoral desenvolvida para mostrar os dentes individualmente e os tecidos à volta do ápice. Cada filme normalmente mostra de dois a quatro dentes e fornece informação detalhada sobre o dente e o osso alveolar circundante.

As principais indicações clínicas para a radiografia periapical são:

- Detecção de infeção / inflamação do ápice,
- Avaliação do estado periodontal,
- Após um traumatismo nos dentes e osso alveolar associado,
- Avaliação da existência e da posição de dentes inclusos,
- Avaliação da morfologia radicular antes das extrações,
- Durante uma endodontia,
- Avaliação pré e pós-operatória de uma cirurgia apical,
- Avaliação detalhada de quistos apicais e outras lesões no osso alveolar,
- Avaliação pós-operatório de colocação de implantes. (Whaites, 2007)

Podem ser utilizadas duas técnicas de exposição para a radiografia periapical: a técnica do paralelismo e a técnica da bisetritz.

- A técnica do paralelismo é o método preferido. Esta técnica produz menos distorção da imagem e reduz a radiação para o paciente. A técnica do paralelismo deve ser sempre tentada antes das outras técnicas.

Radiografia de subtração

- A técnica da bisettriz pode ser utilizada em pacientes incapazes de suportar o posicionamento para a técnica do paralelismo. Os candidatos desta técnica podem incluir os pacientes com um palato baixo e crianças. As desvantagens para a técnica da bisettriz incluem distorção de imagem e excesso de radiação devido ao aumento das angulações, envolvendo os olhos e a tiroide. (Farman & Kolsom, 2011)

Radiografia Interproximal

As radiografias interproximal receberam o seu nome da técnica original que requeria que o paciente mordesse uma pequena “asa” presa a uma película intraoral, ou à asa integrada no dispositivo de posicionamento da película.



Figura 14 - Asa no involucro da película que atribuiu o nome a este tipo de técnica (Safco Dental Supply co., 2014)

As películas interproximais estão disponíveis em quatro tamanhos;

- Tamanho 0 - Possui um tamanho de 22 × 35 mm e é usada para examinar os dentes posteriores em crianças pequenas,

Radiografia de subtração

- Tamanho 1 - Possui um tamanho de 24 x 40 mm e é usada para examinar os dentes posteriores em crianças, bem como os dentes anteriores em adultos (quando colocada verticalmente),
- Tamanho 2 - Possui um tamanho de 32 × 41 mm e é usada para examinar os dentes posteriores em adultos,
- Tamanho 3 - Tem um tamanho de 27 × 54 mm e é mais estreita que o tamanho 2. É usada exclusivamente para projeção interproximal. Esta película mostra todos os dentes posteriores de um dos lados. (Pramod, 2011)

Os atuais suportes para as películas eliminaram a necessidade da “asa”, mas a terminologia e as indicações clínicas permaneceram as mesmas.

As principais indicações clínicas incluem :

- Detecção de cáries dentárias,
- Monitorizar a progressão das cáries dentárias,
- Avaliação de restaurações existentes,
- Avaliação do status periodontal, (Whaites, 2007)

A maior utilidade das radiografias interproximais é a deteção de cáries interproximais nos primeiros estágios de desenvolvimento, antes de serem visíveis clinicamente. As setas na figura indicam áreas de cárie interproximal.

Radiografia de subtração

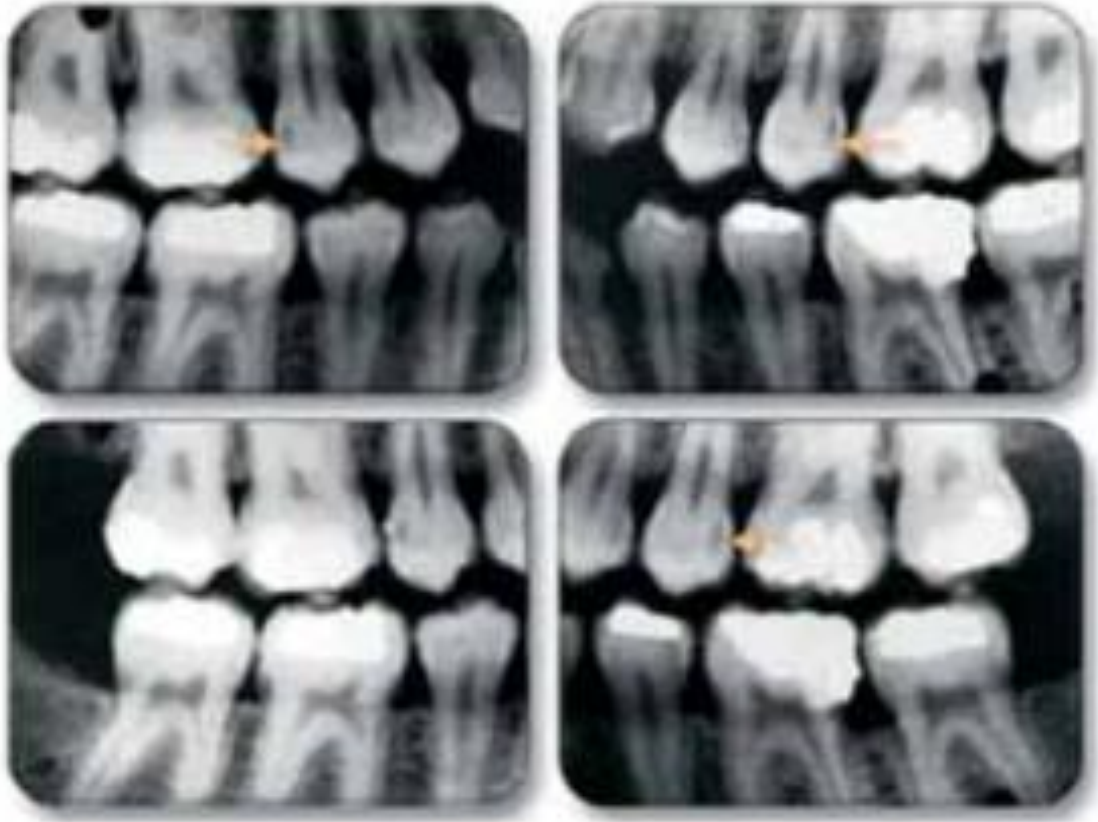


Figura 15 – Radiografias interproximais (Farman & Kolsom, 2011)

A radiografia interproximal também revela o tamanho da câmara pulpar e a extensão da profundidade das cáries proximais.

As radiografias interproximal fornecem um útil complemento para avaliar as condições periodontais, proporcionam uma boa vista da crista alveolar do septo, e, além disso, permitem avaliar alterações na altura do osso, de modo preciso, comparando com os dentes adjacentes.

As radiografias interproximais não mostram os ápices do dente e não podem ser utilizados para diagnosticar essa zona. (Farman & Kolsom, 2011)

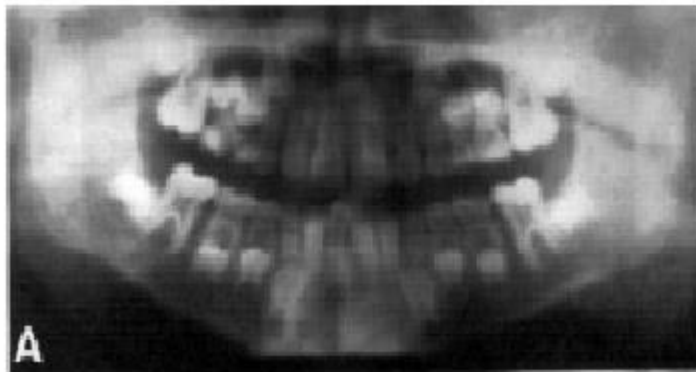
Ortopantomografia ou radiografia panorâmica

A radiografia panorâmica é uma técnica radiográfica extra oral especializada, utilizada para analisar a parte superior da região oral e os maxilares numa única radiografia. A radiografia panorâmica é também chamada radiografia panorâmica de rotação ou ortopantomografia.

Nesta técnica, a película e a cabeça do tubo (fonte de raios-x) giram em torno do paciente que permanece imóvel e produz uma série de imagens individuais, sucessivamente, numa única película. Conforme estas imagens são combinadas em uma única película, é obtida a visão global da maxila, mandíbula e estruturas relacionadas. (Pramod, 2011)

A ortopantomografia dentária tornou-se uma técnica radiográfica muito popular na Medicina Dentária. As principais razões para isso foram:

- Todos os dentes e as suas estruturas de apoio aparecem numa só película,
- A técnica é razoavelmente simples,
- A dose de radiação é relativamente baixa, particularmente em unidades modernas, sendo equivalente a três ou quatro radiografia periapicais. (Whaites, 2007)



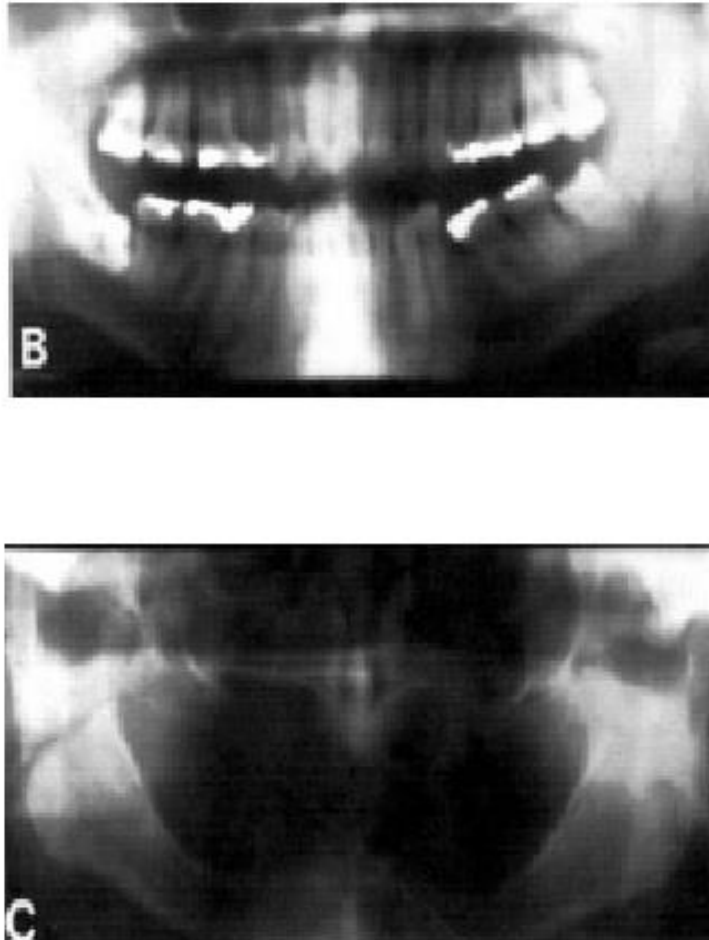


Figura 16 – Exemplos de ortopantomografia. (Whaites, 2007)

Posicionamento e orientação para efetuar uma radiografia

Dispositivos de suporte de película

A técnica do paralelismo requer o uso de dispositivos de suporte da película para manter um posicionamento preciso. Uma grande variedade de suportes de filme estão disponíveis comercialmente - simples, complexo, leve, pesado, reutilizável, descartável, autoclavável, e não autoclavável. Tendo várias opções disponíveis o operador tem a oportunidade para melhorar o conforto do paciente. (Farman & Kolsom, 2011)

Radiografia de subtração

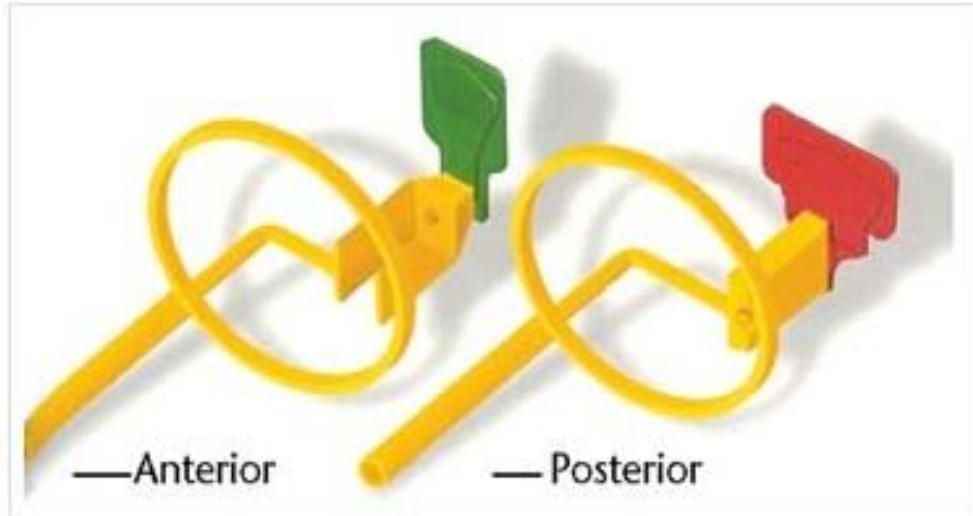


Figura 17 – Posicionadores de películas. (British Dental Journal, 2003)

Os suportes de película que alinham a película precisamente com o feixe do colimador são recomendados para radiografias periapicais e interproximal. (American Dental Association Council on Scientific Affairs, 2006)

Radiografia de subtração

A subtração de imagens foi introduzida em 1934 para radiografias médicas, e teve grande aceitação na Medicina. Inicialmente, o desenvolvimento da técnica foi motivado pela necessidade de exames angiográficos não invasivos, e o seu sucesso conduziu ao uso da técnica em outros locais anatómicos.

A subtração radiográfica na Medicina Dentária foi utilizada inicialmente para estudar a vascularização arterial da mandíbula, e hoje o seu uso é indicado em diversas especialidades. (Nascimento, et al., 2009)

Segundo Metteson *et al.*, o exame radiográfico, apesar de constituir uma ferramenta de diagnóstico imprescindível para a deteção de alterações dos tecidos mineralizados, quer sejam cáries, lesões periodontais, lesões periapicais ou patologias maxilo-mandibulares, ainda apresenta limitações. As limitações são a baixa sensibilidade e a alta variabilidade

Radiografia de subtração

inter-examinador, pois é necessário que a perda mineral atinja grandes proporções (30 a 60%) para que seja detetada na radiografia. (Crestani, et al., 2001)

A análise radiográfica convencional apresenta limitações no que respeita à qualidade da imagem, estando mais sujeita a erros, especialmente se as imagens não forem padronizadas. Deste modo só permite visualizar as alterações quando a perda óssea é muito grande.

Por outro lado, a técnica de subtração radiográfica permite quantificar mudanças na densidade (óssea) por comparação de alterações na imagem com estruturas de referência, e por deteção de alterações ósseas de 5%, com mais de 90% de sensibilidade e especificidade. (Guimarães, et al., 2010)

O sistema digital oferece várias vantagens, sendo duas delas, fornecer um grande dinamismo às imagens e facilitar a interpretação e o diagnóstico de alterações proximais. A radiografia de subtração é uma destas características disponíveis, que permite a visualização de alterações entre duas imagens; estas alterações são usualmente impossíveis de ver a olho nu. Contudo, o sucesso deste método depende da standardização das imagens radiográficas tiradas em diferentes momentos- registros *à priori* e *à posteriori*. (Takeshita, et al., 2013)

Com esta técnica de imagem, as duas radiografias, tomadas em tempos diferentes, são digitalmente subtraídas, de forma que a estrutura presente em ambas seja removida e a imagem resultante demonstre somente a diferença entre as mesmas. (Crestani, et al., 2001)

O componente mais crítico de um sistema de subtração digital radiográfica é a reprodutibilidade da geometria de relação entre objeto, película e fonte de raios X (Parks & Williamson, 2002)

É muito difícil conseguir uma perfeita geometria com os aparelhos radiográficos intrabucais, mesmo com o uso de posicionadores para películas. Uma vez que exista reprodutibilidade geométrica entre duas radiografias, o que é necessário é um programa de computador que as possa comparar. Então fica claro que para se realizar a técnica de

Radiografia de subtração

subtração radiográfica digital é necessário um programa especializado em radiografias idênticas, porém executadas em tempos diferentes. O computador sobrepõe as duas imagens e subtrai pixel por pixel, formando uma terceira imagem onde temos um valor de cinza neutro para os locais sem alteração e valores mais próximos de 0 (preto) e 255 (branco), dependendo da ordem de sobreposição das imagens. (Dotto, et al., 2005)

Estes programas podem ajustar o brilho e o contraste, determinar o nível de cinzento, inverter os tons de cinza e aplicar cores. (Takeshita, et al., 2013)

Como funciona a subtração de radiografias

Antes dos procedimentos de subtração serem feitos num computador, as imagens tinham de ser sobrepostas e alinhadas umas em cima das outras antes de digitalizadas. Foram desenvolvidos dois métodos para o alinhamento computadorizado das imagens:

- Método por alinhamento por pontos de referência, em que as duas imagens surgem no ecrã do computador ao mesmo tempo e o operador escolhe pontos idênticos nas duas imagens. Usualmente estes pontos são bem definidos, tais como margens de restaurações, junções entre cimento e esmalte ou ápices de dentes, que podem ser facilmente identificados em ambas as radiografias. Seguindo os pontos selecionados, o computador ajusta a imagem à imagem base.

- Método de alinhamento em tempo real, em que o negativo da imagem de estudo é sobreposto sobre a radiografia inicial com rotações e movimentos lineares até que as imagens se complementem o mais possível. (Matteson, et al., 1996)

As duas radiografias que serão comparadas devem ser tomadas com a mínima distorção geométrica, o que pode ser conseguido individualizando-se posicionadores de película radiográfica, pré-fabricados através de registros oclusais em resina Duralay ou materiais de moldagem, específicos para cada paciente. Estes devem ser armazenados para futuros raios-x. (Nascimento, et al., 2009)

O computador sobrepõe as duas imagens e subtrai pixel por pixel, formando uma terceira imagem onde temos um valor de cinza neutro para os locais sem alteração e

Radiografia de subtração

valores mais próximos de 0 (preto) e 255 (branco), dependendo da ordem de sobreposição das imagens. (Dotto, et al., 2005)

Estes programas podem ajustar o brilho e o contraste, determinar o nível de cinzento, inverter os tons de cinza e aplicar cores. (Takeshita, et al., 2013)

Imagens intraorais de subtração digital tem sido usadas para a detecção de cáries, periodontia, implantologia e assentamento de forças em posicionamento condilar. (Deserno, et al., 2009)

Aplicações da subtração de radiografias

Deteção de cáries

O diagnóstico precoce de cáries proximais é de grande importância para que a ação seja preventiva e não somente restauradora. (Ferrari, et al., 2006)

O grande número de cáries proximais, principalmente em dentes pré-molares e molares, decorrente da condição anatômica destes, que facilita o acúmulo de resíduos alimentares nos espaços interproximais, e dificulta a sua higienização. (Ferrari, et al., 2006)

As radiografias são usadas para diagnosticar o processo de desmineralização e de lesões de cárie; contudo, a radiografia convencional e as imagens digitais diretas não mostram estas lesões enquanto a quantidade de desmineralização seja inferior a cerca de 40%. A radiografia digital de subtração foi recentemente utilizada para melhorar a qualidade no diagnóstico destas lesões.

As imagens da radiografia digital de subtração têm o potencial de medir a profundidade das cáries proximais sem diferença significativa com a avaliação histopatológica. (Valizadeh, et al., 2008)

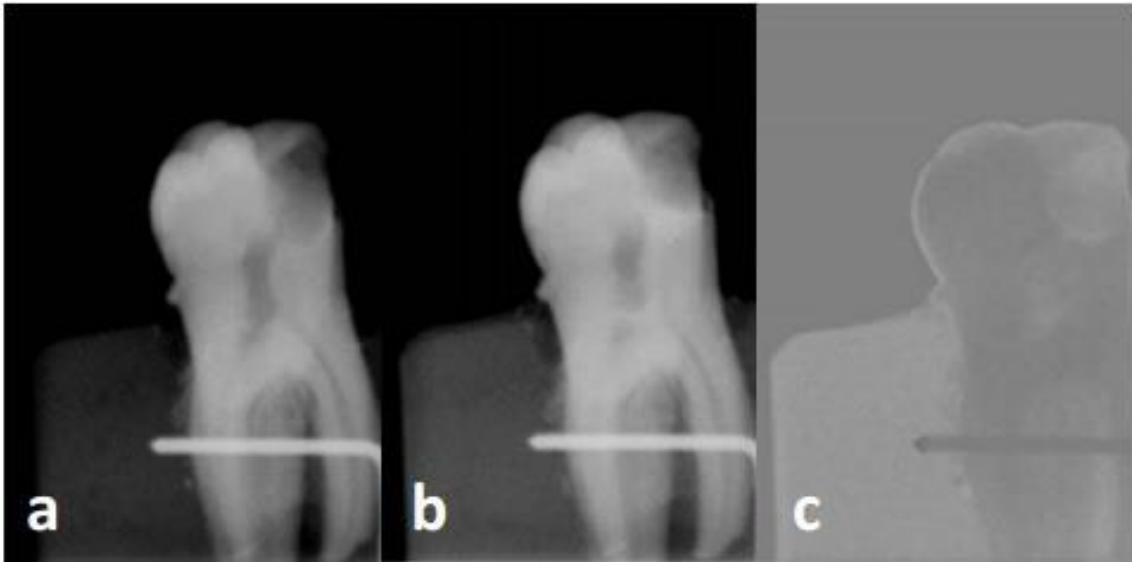


Figura 18 – Imagem a; Imagem b; subtração de radiografias (c). (Valizadeh, et al., 2008)

Doença periodontal

Por muitos anos, as radiografias foram uma valiosa ajuda no diagnóstico da doença periodontal e na avaliação dos efeitos dos tratamentos. As imagens computadorizadas e as técnicas de processamento incrementaram a importância da radiografia no diagnóstico periodontal. (Stelt, 2003)

Na periodontia, a subtração radiográfica tem sido utilizada para diagnóstico do progresso da doença periodontal, e para avaliar a eficácia da terapia periodontal, como por exemplo, de tratamentos regenerativos. (Nascimento, et al., 2009)

Segundo o estudo efetuado em 15 pessoas por (Guimarães, et al., 2010), sobre o ganho de densidade óssea, comparando a técnica de utilização de proteínas morfogenéticas bovinas associados com membrana de colagénio ou apenas a utilização de membrana de colagénio, através da técnica da radiografia de subtração e um *software* desenvolvido para o efeito foi possível observar se ocorreu ou não ganho de osso após um período de 6 meses.

Radiografia de subtração

Deste estudo interessa-nos observar a diferença da massa óssea antes e após 6 meses com a utilização do *software* de subtração da imagem radiográfica conforme as figuras a seguir:



Figura 19 – Pré operatório. (Guimarães, et al., 2010)

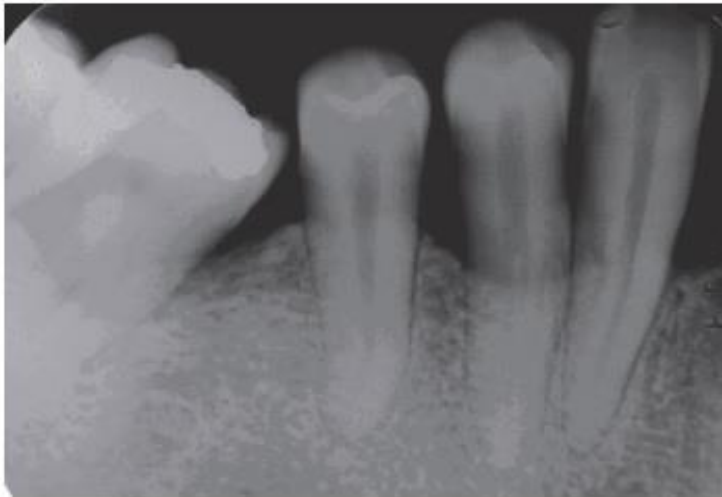


Figura 20 - 6 meses após cirurgia. (Guimarães, et al., 2010)

Radiografia de subtração

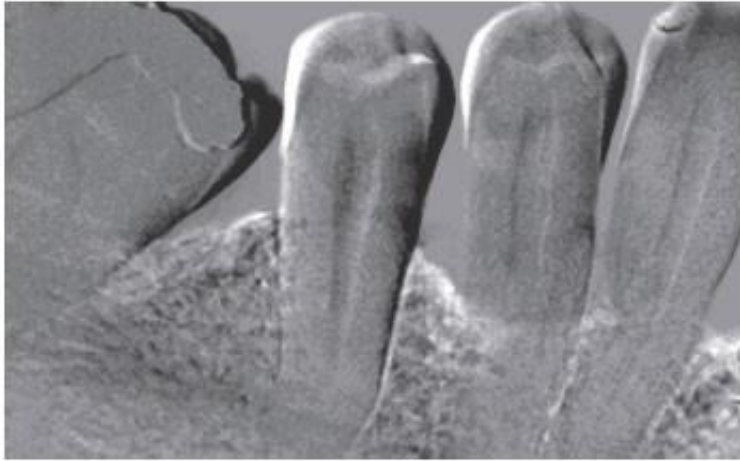


Figura 21 – Imagem do *software* de subtração de imagens radiográficas. (Guimarães, et al., 2010)

Nas alterações entre películas, as áreas escurecidas representam perda de massa óssea alveolar, as áreas cinza ausência de qualquer alteração na massa óssea alveolar e nas áreas iluminadas (mais brancas) observa-se um aumento da massa óssea alveolar (Guimarães, et al., 2010)

É óbvio que a radiografia é indispensável no diagnóstico da doença periodontal, mas por outro lado, há várias limitações nas suas capacidades de fornecer informação no relacionamento espacial das entidades anatómicas e patológicas, na direção do feixe de raio x. Os procedimentos de reconstrução de imagem, como a tomossíntese, fornecem informação sobre a terceira dimensão, a qual é normalmente perdida nas radiografias tradicionais. O lado bucal e lingual da crista alveolar podem ser inspecionados separadamente. (Stelt, 2003)

Implantes

As radiografias são uma importante ferramenta para obter consistência na avaliação durante a colocação de implantes. Elas são usualmente utilizadas em cada uma das quatro fases do processo, que inclui a fase de avaliação pré cirúrgica, colocação do

Radiografia de subtração

implante, formação de tecido de interface e colocação da coroa dentária. A radiografia fornece informação sobre a localização de qualquer estrutura anatômica de interesse no local, que inclui o nervo alveolar inferior na mandíbula, o pavimento do seio maxilar e a quantidade de osso disponível. Por outras palavras, o objetivo do exame radiográfico é fornecer distâncias precisas para que o Médico Dentista possa decidir o comprimento, largura e trajeto do implante, avaliar a quantidade de osso no potencial local do implante durante a fase de estudo, e avaliar longitudinalmente, as alterações do osso peri-implantar, imediatamente após colocação do implante. (Wakoh, et al., 2006) Página 57

No estudo realizado por (Carneiro, et al., 2012), as radiografias iniciais desse estudo (obtidos imediatamente após a cirurgia) e as imagens pós-operatórias foram alinhadas, selecionando quatro pontos de referência comuns, gravados na superfície do implante para o alinhamento dos pares de radiografias. Após a seleção nas imagens de uma área de interesse, foram subtraídos à imagem base com um programa de computador que compensa eventuais diferenças subtis na projeção geométrica e corrige o contraste entre as imagens. As mudanças foram descritas como uma área escura para a perda de osso mineral, uma área cinza neutro nos casos de não haver mudança e uma área iluminada para os casos de aumento de osso mineral.

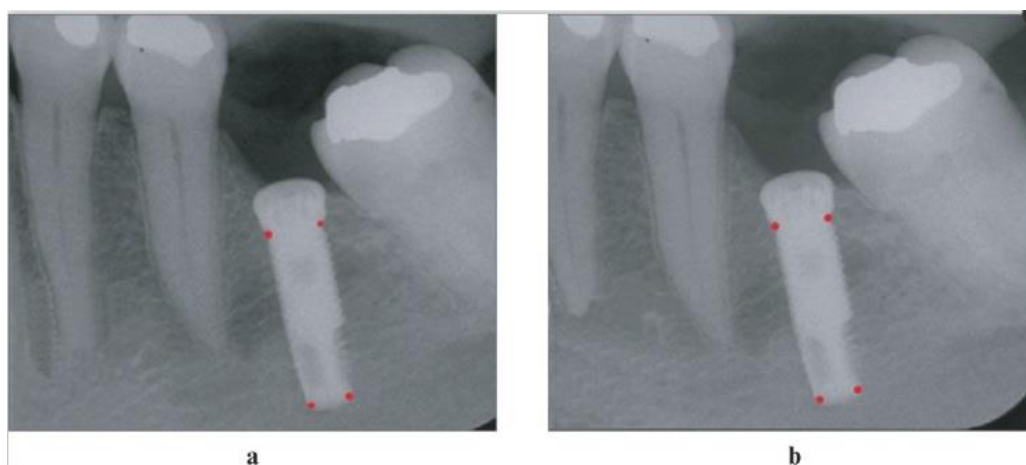


Figura 22 – Alinhamento de radiografias através de 4 pontos de referência. a - radiografia base; b - radiografia para comparação. (Carneiro, et al., 2012)

Radiografia de subtração

No estudo elaborado por (Wakoh, et al., 2006), utilizando a técnica de paralelismo, podemos observar as diferenças no crescimento ósseo (a vermelho) até 12 meses após colocação do implante através da utilização de um programa de computador de subtração de radiografias e calculando o número de pixéis diferentes com o Photoshop 5.0.

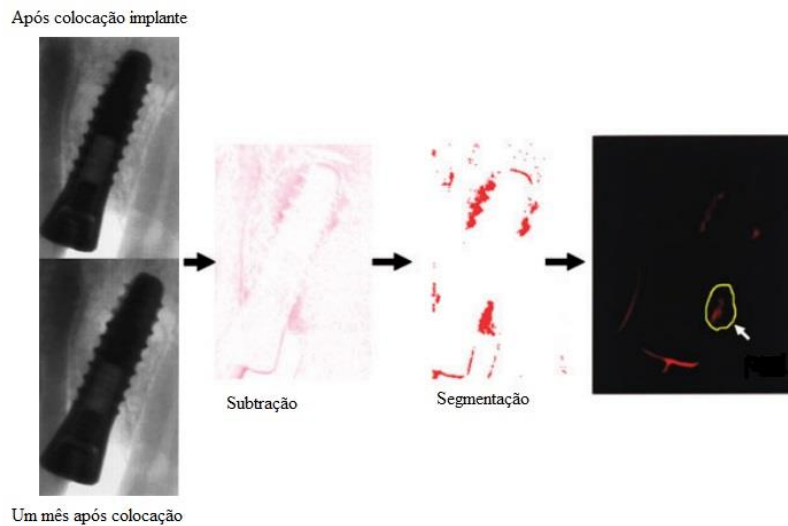


Figura 23 - Resultado de subtração de radiografias após colocação de um implante.
(Wakoh, et al., 2006)

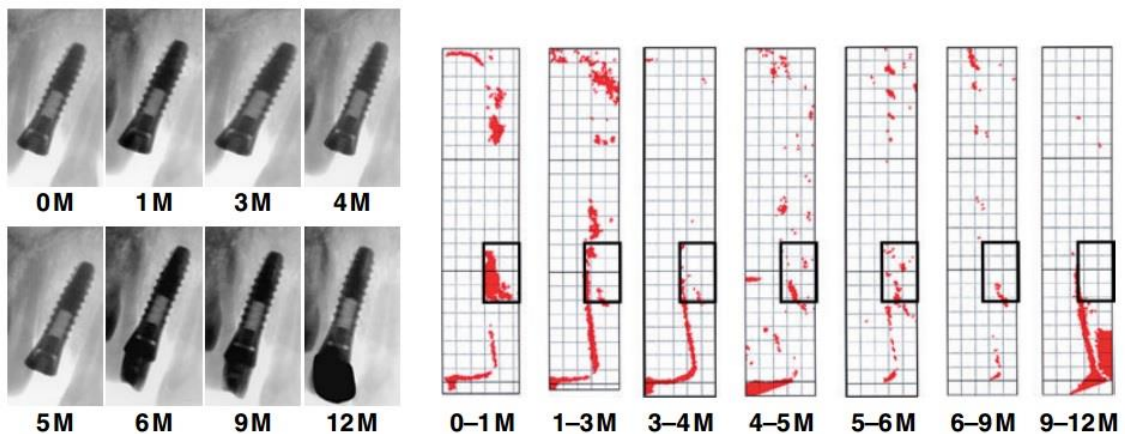


Figura 24- Avaliação das alterações ósseas durante vários meses após colocação de um implante utilizando a técnica de subtração de radiografias. (Wakoh, et al., 2006)

Perda óssea

A radiografia é a principal ferramenta de diagnóstico para a avaliação das alterações dos tecidos duros. As radiografias periapicais mostram claramente o trabeculado ósseo, o espaço do ligamento periodontal e a lâmina dura. Contudo algumas estruturas anatómicas são difíceis de distinguir em radiografias de duas dimensões, por isso pode ser difícil avaliar a presença de alterações ósseas incipientes. (Matsuda, et al., 2014)

Estudos recentes demonstraram que a subtração digital de imagens permitiu a detecção de pequenas perdas de osso, não identificadas na comparação visual de películas de raios x. A discrepância geométrica ou de densidade entre as duas imagens comparadas pode ser interpretada como uma mudança anatômica. (Crestani, et al., 2001)



Figura 25 – Imagem após extração (a); Imagem após um mês (b); Imagem de subtração (c) - perda óssea (seta preta) e deposição de novo osso (setas brancas). (Fidanoski, 2007)

Dificuldades em padronizar geometricamente a radiografia de subtração

A técnica de subtração radiográfica implica uma meticulosa padronização geométrica das imagens e devido a esta necessidade, várias técnicas foram desenvolvidas neste sentido. A padronização pode ser obtida pela fixação de dispositivos adaptados aos dentes, através de uma reprodução de toda a arcada com acrílico autopolimerizável ou material de moldagem, por dispositivos de alinhamento guiados eletricamente, onde o

acoplamento do tubo de raios x é feito através de sensores ou ainda por métodos de alinhamento extra-bucais, que utilizam um cefalostato. (Crestani, et al., 2001)

Também (Kozakiewicz, et al., 2009) afirmam no seu trabalho que um grande número de dispositivos foram inventados para gravações em série de radiografias intraorais, assentes em métodos mecânicos e complexos e baseados na impressão da mordida e na fixação do paciente, no suporte da película e no tubo de raio x. Contudo as discrepâncias entre as imagens de subtração continuaram a existir. Elas estão relacionadas com diferentes geometrias de projeção, diferenças na parametrização do raio x, diferenças no tipo de películas, procedimentos de digitalização e na precisão da sobreposição das estruturas anatómicas das imagens digitalizadas.

Ferrari et al afirmam no seu artigo, que, apesar dos resultados dos seus estudos, ainda existe muita discussão em relação à padronização das imagens, necessária para a correta sobreposição das imagens iniciais e das imagens realizadas durante o tratamento. Para isso deveria haver uma maneira de posicionar as películas no mesmo local ou existir algum programa de computador que conseguisse sobrepor as estruturas mesmo que os filmes/sensores não estivessem posicionados exatamente no mesmo ponto.

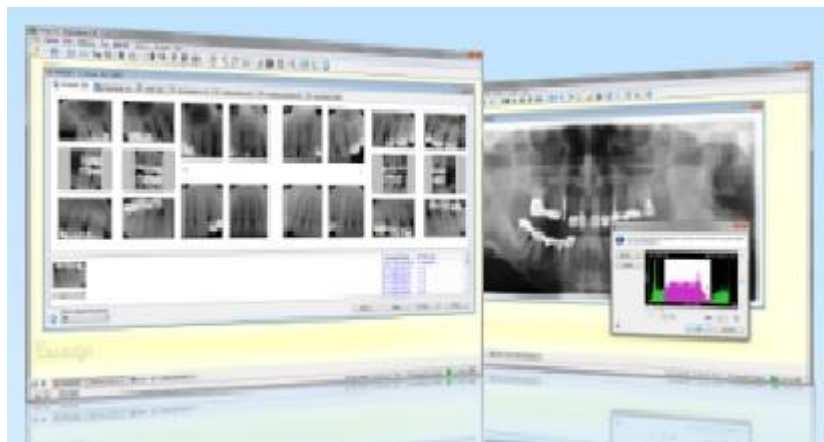
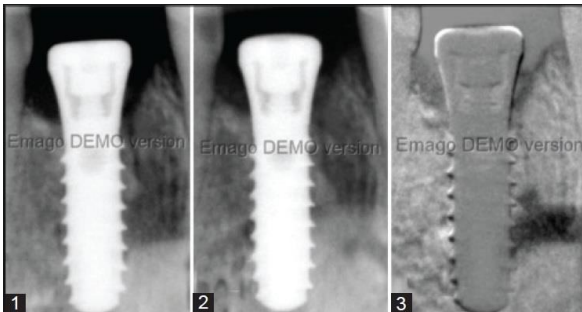
Dificuldades em padronizar a densidade da radiografia de subtração

A padronização da densidade (grau de escurecimento da película) pode ser obtida pela restrita repetição dos fatores elétricos de exposição e pelo rígido controlo das condições de processamento. Quando, ainda assim, resultarem imagens com diferentes densidades, pode-se utilizar um recurso digital denominado de equalização de imagens, onde as mesmas são ajustadas, ou seja em uma delas todos os valores de pixéis são movidos na mesma direção, mantendo-se a proporção da distância entre eles e deslocando a curva do histograma para a direita ou para a esquerda. A análise de dispersão revela o quanto os tons de cinza da área em questão se afastam do tom de cinza médio da região. Assim, quanto maior o desvio padrão, menor é a homogeneidade das “nuances” de cinza da área, e vice-versa. Isto pode significar que aquela área é composta por estruturas de densidade diferentes ou que aquela área foi irregularmente preenchida por algum material. (Crestani, et al., 2001)

Programas de computador existentes

Após uma pesquisa foram encontrados alguns programas de computador especificamente desenvolvidos por empresas de programação informática para a realização da subtração de radiografias digitais em Medicina Dentária e outros que, apesar de terem sido desenvolvidos para o tratamento de imagem, permitem realizar a mesma função. Existem também alguns programas de computador que foram desenvolvidos pelos próprios autores de estudos e artigos, possivelmente por não encontrarem no mercado um programa que realiza-se as funções por eles pretendidas.

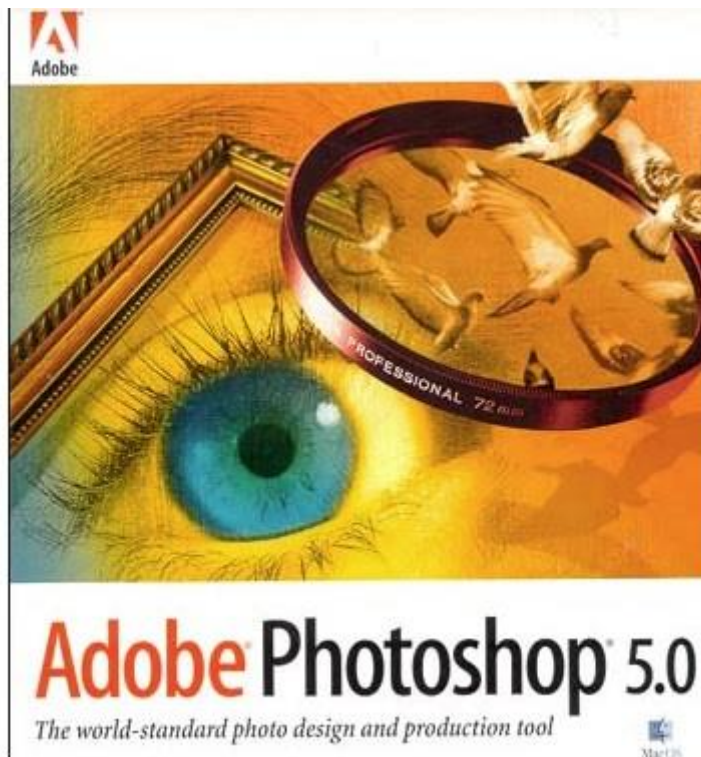
Emago (especifico para Medicina Dentária)



Adobe Photoshop CS



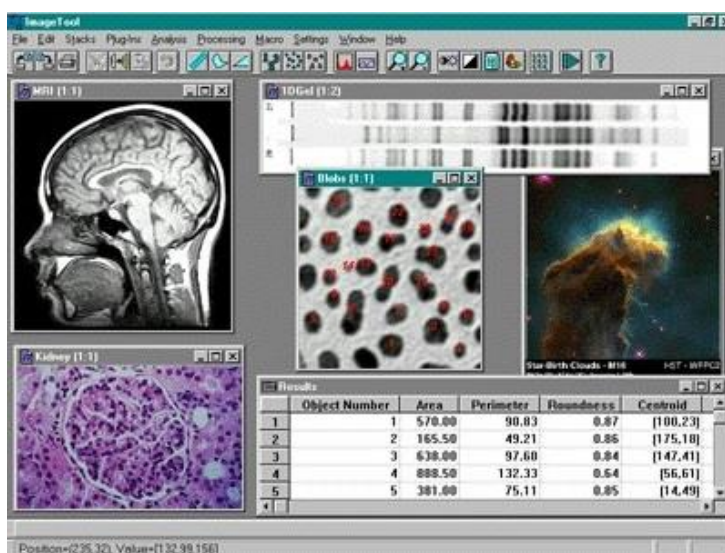
Adobe Photoshop 5.0



Paint Shop Pro 9



Image Tool



Radiografia de subtração

ToothVs 1.4 (específico para medicina dentária)

DentalStudio 2.0 (específico para medicina dentária)

DSR system® (Electro Medical System, Nyon, Switzerland)

Before and after (Yoshida Co, Tokyo Japan)

Regeemy software

Conclusão

A utilização da radiografia, antigamente analógica, hoje em dia quase exclusivamente digital, como meio de diagnóstico e acompanhamento do paciente está completamente estandardizada na Medicina Dentária.

A subtração radiográfica digital não trás informações a mais da já existente nas radiografias, porém, esta técnica apresenta a vantagem de permitir ao operador visualizar a quantidade de perda ou ganho de tecido mineral que ocorreu num determinado período de tempo através de uma mudança nas tonalidade (mais clara ou mais escura) de certas zonas na imagem subtraída, resultante da sobreposição da imagem final sobre a imagem inicial. (Ferrari, et al., 2006)

A técnica da subtração radiográfica digital não é amplamente utilizada pelos Médicos Dentistas, continuando estes a comparar manualmente as radiografias e a confiar nas suas capacidades visuais, que como foi analisado neste trabalho, ficam muito longe das capacidades de comparação dos programas de computador criados para o efeito.

Para esta não utilização quase generalizada por parte dos Médicos Dentistas contribui muito a dificuldade que existe na padronização das radiografias para que possam ser comparadas.

Radiografia de subtração

Bibliografia

ADA, 2012. *FDA - U. S. Food and Drug Administration*. [Em linha] Disponível em : <http://www.fda.gov/downloads/Radiation-EmittingProducts/RadiationEmittingProductsandProcedures/MedicalImaging/MedicalX-Rays/UCM329746.pdf> [Consultado em 15 07 2014].

American Dental Association Council on Scientific Affairs, 2006. The use of dental radiographs update and recommendations. *JADA*, Volume 137, pp. 1304-12.

Bakalar, N., 2009. *The New York Times*. [Em linha] Disponível em: http://www.nytimes.com/2009/06/16/health/16firs.html?_r=0 [Consultado em 15 07 2014].

Beneito, Y. M., Baños, M. A., Lajarín, L. P. & Rushton, V. E., 2007. Clinical justification of dental radiology in adult patients: A review of the literature. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, Volume 12, pp. 244-251.

British Dental Journal, 2003. X-Rays and cameras: Enhance the x-rays in your surgery. *BDJ - British Dental Journal*, p. 194.

Carneiro, L., Cunha, H. & Mendonça, E., 2012. Digital subtraction radiography evaluation of longitudinal bone density changes around immediate loading implants: a pilot study. *Dentomaxillofacial Radiology*, Volume 41, pp. 241-247.

CMD Center, 2014. *CMD Center*. [Em linha] Disponível em: <http://www.cdmcenter.org/en/dental-x-ray-film.html> [Consultado em 22 07 2014].

Radiografia de subtração

Crestani, M. B., Silva, A. E. d., Larentis, N. L. & Fontella, V., 2001. Avaliação da padronização radiográfica para a subtração digital de imagens. *Revista da Faculdade de Odontologia de Porto Alegre*, Volume 42, p. 25.

Deserno, T. M. et al., 2009. A posteriori registration and subtraction of panoramic compared with intraoral radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, Volume 108, pp. 39-45.

Dotto, G. N. et al., 2005. Subtração digital radiográfica – identificação precoce de perdas minerais em esmalte. *Ciência Odontológica Brasileira*, 01, pp. 82-89.

Duarte, D. D. et al., 2012. *Estudo da resposta de um dosímetro electrónico individual*. [Em linha] Disponível em: http://www.estesl.ipl.pt/sites/default/files/ficheiros/pdf/st_7_5.pdf [Consultado em 24 07 2014].

European Commission, 2004. *Radiation Protection 136 - European guidelines on radiation protection in dental radiology - The safe use of radiographs in dental practice*. [Em linha] Disponível em: http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radiation_protection/doc/publication/136.pdf [Consultado em 23 07 2014].

Farman, A. G. & Kolsom, S. A., 2011. <http://www.dentalcare.co.uk/home.aspx>. [Em linha] Disponível em: <http://media.dentalcare.com/media/en-US/education/ce119/ce119.pdf> [Consultado em 27 07 2014].

FDA U.S. Food and Drug Administration, 2014. *FDA U.S. Food and Drug Administration*. [Em linha] Disponível em: <http://www.fda.gov/radiation->

Radiografia de subtração

emittingproducts/radiationsafety/nationwideevaluationofx-ytrendsnext/ucml16524.htm

[Consultado em 18 07 2014].

Ferrari, K. C. et al., 2006. Avaliação da subtração radiográfica digital na detecção de cáries proximais simuladas. *Revista Odonto Ciência*, 1, pp. 67 - 70.

Fidanoski, B., 2007. *www.fidanoski.ca*. [Em linha]
Disponível em: <http://www.fidanoski.ca/dentistry/digital-dental-radiography.htm>

[Consultado em 26 07 2014].

Francisco, F. C. et al., 2014. *Sociedade Paulista de Radiologista e Diagnóstico por Imagem*. [Em linha] Disponível em:
http://www.spr.org.br/files/public/magazine/public_86/281.pdf [Consultado em 10 6 2014].

Frommer, H. H., 2001. *Radiology for dental auxiliaries*. 7ª ed. s.l.:Mosby, Inc..

Guimarães, M. d. C. M. et al., 2010. Digital subtraction radiographic analysis of the combination of bioabsorbable membrane and bovine morphogenetic protein pool in human periodontal infrabony defects. *Journal of Applied Oral Science*, Volume 18.

Harrison, L., 2013. *Medscape*. [Em linha]
Disponível em: <http://www.medscape.com/viewarticle/779091> [Consultado em 8 7 2014].

Harrison, L., 2013. *Medscape*. [Em linha]
Disponível em: <http://www.medscape.com/viewarticle/779091> [Consultado em 12 07 2014].

Radiografia de subtração

Infab Corporation, 2014. *Infab Corporation*. [Em linha]
Disponível em: <http://www.infabcorp.com/products/accessories/visor-style-thyroid-collar/> [Consultado em 20 07 2014].

Kozakiewicz, M., Bogusiak, K., Denkowski, M. & Hanclik, M., 2009. Evaluation of Two Programs Developed for Dental Digital Subtraction Radiography: a Comparison between Different Methods of Geometric Alignment. *Computational Methods In Science And Technology*, Volume 15, pp. 161-167.

Kozakiewicz, M., Bogusiak, K., Denkowski, M. & Hanclik, M., 2009. Evaluation of Two Programs Developed for Dental Digital Subtraction Radiography: a Comparison between Different Methods of Geometric Alignment. *COMPUTATIONAL METHODS IN SCIENCE AND TECHNOLOGY*, Volume 15, pp. 161-167.

Lehmann, T., Sovakar, A., Schmitt, W. & Repges, R., 1997. A Comparison of Similarity Measures for Digital Subtraction Radiography. *Computers in Biology and Medicine*, Volume 27, pp. 151-167.

Lummerich, K.-H., 2014. *DE*. [Em linha]
Disponível em: <http://www.dw.de/1845-nasce-wilhelm-conrad-r%C3%B6ntgen-o-pai-do-raiox/a-782500> [Consultado em 15 07 2014].

Matsuda, Y. et al., 2014. Exposure time reduction of secondary radiographs used in digital subtraction radiography in detecting intrabony change. *Oral Radiology*, Volume 30, pp. 20-26.

Matteson, S., Deahl, S. T., Alder, M. E. & Nummikoski, P. V., 1996. Advanced Imaging Methods. *Sage Journals*, p. 350.

Radiografia de subtração

Medical, 2014. *MS Medical*. [Em linha]
Disponível em: <http://www.msmedical.com.br/?em=servicos> [Consultado em 21 07 2014].

Nascimento, P. R. C., JR, M. T., Jr, A. C. & Sallum, E., 2009. Radiografia por subtração em periodontia. *Revista de periodontia - Sociedade Brasileira de Periodontia*, Dezembro.

NCRP - National Council on Radiation Protection and Measurements, 2009. *NCRP - National Council on Radiation Protection and Measurements*. [Em linha]
Disponível em: http://hps.org/media/documents/NCRP_Report-People_Exposed_to_More_Radiation_from_Medical_Exams_9Mar.pdf [Consultado em 17 07 2014].

Parks, E. T. & Williamson, G. F., 2002. Digital Radiography: An Overview. *Jornal of Contemporary Dental Practice*, Volume 3, pp. 1-13.

Pisco, J. M., 2003. *Imagiologia Básica - Texto e atlas*. Lisboa: Lidel.

Pramod, J. R., 2011. *Textbook of Dental Radiology*. 2^a ed. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers, Lda.

PRO RAD, 2014. *PRO RAD*. [Em linha]
Disponível em: <http://www.prorad.com.br/> [Consultado em 16 06 2014].

Ray-bar Engineering Corp, 2014. *Ray-bar Engineering Corp - USA*. [Em linha]
Disponível em: <http://www.raybar.com/xray-barriers> [Consultado em 23 07 2014].

Radiografia de subtração

Safco Dental Supply co., 2014. *Safco Dental Supply co.* [Em linha]
Disponível em: <https://www.safcodental.com/catalog/x-ray/bite-wing-loops/rinn-bite-wing-loops> [Consultado em 16 07 2014].

Santos, C. A., 2010. *Instituto Ciências Hoje.* [Em linha]
Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br/colunas/do-laboratorio-para-a-fabrica/a-hora-e-a-vez-da-radiacao-terahertz> [Consultado em 26 07 2014].

Sirona The dental company, 2014. *Sirona.* [Em linha]
Disponível em: <http://www.sirona.com.br/br/produtos/topicos/a-dose-importa/>
[Consultado em 25 07 2014].

Stelt, V. d., 2003. *Advances in Dental Research.* [Em linha]
Disponível em: <http://adr.sagepub.com/content/7/2/158> [Consultado em 25 07 2014].

Sutton, D., 1998. *Radiologia e Imagiologista para estudantes de medicina.* 7ª ed. Brasil: Manole.

Takeshita, W. M., Iwaki, L. C. V. & Geron, L. B. G., 2013. Comparison of the diagnostic accuracy of direct digital radiography system, filtered images, and subtraction radiography. *Contemporary Clinical Dentistry*, Volume 4, pp. 338-342.

Tutor Circle, 2014. *Tutor Circle.* [Em linha]
Disponível em: <http://chemistry.tutorcircle.com/inorganic-chemistry/cathode-ray-tube-experiment.html> [Consultado em 15 07 2014].

Valizadeh, S., Ehsani, S. & Tavakoli, M. A., 2008. Accuracy of Digital Subtraction Radiography in Combination with a Contrast Media in Assessment of Proximal Caries Depth. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects*, pp. 77-81.

Radiografia de subtração

Wakoh, M. et al., 2006. Digital Subtraction Technique for Evaluation of Peri-Implant Bone Change in Digital Dental Imaging. *The Bulletin of Tokio Dental College*, pp. 57-64.

Whaites, E., 2007. *Essentials of Dental Radiography and Radiology*. 4ª ed. UK: Elsevier.

Williamson, G. F., 2010. *Best Practices in Intraoral Digital Radiography*. [Em linha] Disponível em: <http://www.rdhmag.com/articles/print/volume-30/issue-> [Consultado em 23 04 2014].

World Health Organization, 2014. *World Health Organization*. [Em linha] Disponível em: http://www.who.int/ionizing_radiation/about/what_is_ir/en/ [Consultado em 19 07 2014].

Xenolite, 2014. *Xenolite radiation protection garments*. [Em linha] Disponível em: <http://www.xenolitexray.com/product/frontal-aprons/> [Consultado em 20 07 2014].

Zacharaki, E. et al., 2004. A digital subtraction radiography scheme based on automatic multiresolution registration. *Dentomaxillofacial Radiology*, Volume 33, pp. 1-14.