

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS – UNICAMP
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



1290005391

TCE/UNICAMP
P414d
FOP

A DIGITALIZAÇÃO DE IMAGENS NA RADIOLOGIA ODONTOLÓGICA

RENATO CELSO RANGEL PEREIRA

MONOGRAFIA APRESENTADA À FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DE PIRACICABA-UNICAMP COMO
PARTE DOS REQUISITOS PARA OBTENÇÃO DE
TÍTULOS DE ESPECIALISTA EM RADIOLOGIA.

ORIENTADOR: PROF. DR. FRANCISCO HAITER NETO

114

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
BIBLIOTECA**

**PIRACICABA
1999**

N.º Classif. _____
 N.º aster P414d
 v. _____
 Tombo 5391

Unidade - FOP/UNICAMP
ICE/UNICAMP
P414d Ed. _____

Vol. _____ Ex. _____

Tombo 5391

C D

Proc. 16P-130/11

Preço R\$ 11,00

Data 06/01/11

Registro 778392

Ficha Catalográfica

P414d	<p>Pereira, Renato Celso Rangel. A digitalização de imagens na radiologia odontológica. / Renato Celso Rangel Pereira. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 1999. 91p. : il.</p> <p>Orientador : Prof. Dr. Francisco Haiter Neto. Monografia (Especialização) -- Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.</p> <p>1. Radiologia. 2. Dentes - Radiografia. 3. Processamento de imagens. I. Haiter Neto, Francisco. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.</p>
-------	--

Ficha Catalográfica Elaborada pela Bibliotecária Marilene Girello CRB / 8 - 6159, da Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba / UNICAMP.

Dedico este trabalho

aos **meus pais** que sempre
me apoiaram, ajudaram e
incentivaram , procurando
mostrar o melhor caminho da vida
a ser percorrido ,às vezes anulando
suas próprias vontades e desejos em
benefício dos seus

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as pessoas que de alguma forma, tornaram possível a realização deste trabalho.

- a minha irmã **Teresa** pelo incentivo, minha tia **Madalena** pela ternura e carinho;
- ao meu prezado amigo **Sérgio**, pela cooperação dispensada;
- aos colegas de curso: **Patrícia, Patrícia Mendonça, Oneida, Helaine, Felipe, Dario, Humberto e Gustavo** pelo maravilhoso aprendizado de calor humano e companheirismo;
- aos funcionários **Giselda e Fernando** que nos receberam em sua “casa” de portas abertas e em especial ao **Wal** pelo carinho, atenção e ensinamento e atitudes de um verdadeiro profissional;
- aos professores da disciplina de Radiologia da FOP-UNICAMP
 - Prof. Doutor Frab Norberto Bóscolo**
 - Prof. Doutor Francisco Haiter Neto**
 - Prof. Doutor Agenor Montebelo Filho**
 - Prof^a Doutora Solange Maria de Almeida**

pelos ensinamentos, orientação, compreensão e amizade oferecidos a todos nós do curso de especialização.

SUMÁRIO

1) RESUMO.....	6
2) INTRODUÇÃO.....	7
3) REVISÃO DA LITERATURA.....	15
3.1) Método Indireto.....	15
3.2) Método Direto.....	18
3.2.1) Sistemas CCD.....	21
3.2.2) Sistemas de Armazenamento de Fósforo (PSP).....	53
4) DISCUSSÃO.....	73
5) CONCLUSÃO.....	78
6) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	80

1-RESUMO

Este trabalho tem como objetivo realizar um levantamento bibliográfico sobre a digitalização de imagens radiográficas na área odontológica mostrando seus princípios, características, conceitos, sistemas de captação de imagens, e sua legalidade. Alguns autores a consideram e acreditam ser a “radiologia do terceiro milênio”, mas ainda é limitada e deverá ser melhor aperfeiçoada para isto.

2-INTRODUÇÃO

A descoberta dos raios-X em 1895, por WILHELM CONRAD ROENTGEN, fez com que se abrissem novas perspectivas em várias áreas da ciência. Na área odontológica esta descoberta nos permitiu um grande avanço no diagnóstico. Há muito tempo utilizamos a chamada “radiografia convencional”, onde empregamos diversos fatores para que possamos ter uma radiografia de boa qualidade, dentre os quais podemos citar: aparelhos de raio X com variações no kVp, mA, os filtros, os colimadores, os filmes, o processamento radiográfico e a técnica de tomada de radiográfica, levando-se em consideração os princípios geométricos de formação da imagem.

A obtenção de uma imagem radiográfica, durante muitos anos, permaneceu inalterada, onde somente houveram algumas evoluções com relação à utilização de filmes mais sensíveis e o surgimento de aparelhos de raios-X mais sofisticados e seguros, onde a qualidade da imagem para diagnóstico melhorou e a segurança tanto do operador como do paciente foi resguardada.

Atualmente, aliado à informática, a radiologia odontológica vem se desenvolvendo e modernizando-se com a velocidade de uma progressão geométrica. Houve o surgimento e utilização das Imagens Digitais. Essas imagens são obtidas eletronicamente, convertidas em dados numéricos e armazenadas ou manipuladas em um computador. Com os recursos que a computação oferece, as imagens digitais apresentam hoje uma série de vantagens: Armazenamento e Organização: onde podem ocupar pequeno

volume e acessos fáceis e eficientes; Manipulação: onde podem ser alteradas ou retocadas com facilidade e rapidez melhorando o brilho, o contraste, e a alteração de cores e formas; Transmissão: onde a imagem pode ser transmitida a localidades distantes com a mesma facilidade com que se faz uma ligação telefônica; e suas aplicações práticas podem ser em bem diversificadas como nas documentações digitais, onde a capacidade de armazenamento e organização de imagens nos computadores permite o uso de documentações inteiramente digitais compostas de baterias de radiografias, documentações ortodônticas e também no processamento de imagens e diagnóstico, onde os recursos de manipulação e processamento de imagens digitais como filtros, realce de bordas e outros, abrem novas perspectivas no diagnóstico por imagens, permitindo que informações contidas nas imagens sejam melhor detectadas e observadas, e nas medições computadorizadas onde sistemas específicos utilizam imagens digitais em vários tipos de medições como as utilizadas em cefalometria, endodontia, documentação para implante e outros. Mas, perante todo este avanço tecnológico temos que verificar se este sistema traz somente vantagens ou se existem desvantagens em relação ao sistema convencional e também pelo aspecto jurídico destas imagens, pois elas têm a capacidade de serem manipuladas/alteradas e diante do aspecto legal podem não ter valor jurídico.

A formação da imagem digital é realizada por um conjunto de sensores distribuídos espacialmente, denominados “pixels”. Um exemplo da formação de imagem digital poderia ser a imagem desta página formada na sua retina onde ela é capturada pelos cones e os bastonetes (sensores) distribuídos sobre a superfície da sua retina. Entretanto representar uma imagem digital radiográfica no computador requer a exposição do sensor à radiação para que

ocorra a captação da imagem e a conversão dos seus sinais analógicos em digitais. Durante esta conversão, a informação contida na imagem é decomposta em bits (binary digits) e então ocorre a exibição da imagem no monitor. Mas no entanto para que esta imagem apareça no monitor é necessário a quantificação da intensidade de cada pixel, ou seja, uma imagem digital plenamente visível dependerá dos endereços numéricos de cada pixel e um valor numérico da intensidade de cada pixel. O nome dado a este processo é denominado amostragem, que consiste em dividir a imagem original em quadrinhos muito pequenos (amostras) e associar a cada um deles um número que representa a cor daquele pedacinho da imagem. Cada pixel assume um valor numérico correspondente a uma tonalidade de cinza e é o número de tons cinzas disponíveis em uma radiografia digital que irá nos fornecer o contraste da imagem, obedecendo a uma amplitude que vai da escala 0 (zero) que é o preto absoluto onde se possui a máxima radiolucidez até o valor 255 (duzentos e cinquenta e cinco) que é o branco absoluto onde se tem a máxima radiopacidade. Como cada pixel possui uma só cor, fica fácil perceber que quanto maior o número de pixels, ou seja, o número de divisões que se faz da imagem original, melhor será a qualidade da imagem digitalizada. A grandeza que mede o número de pixels da imagem é chamada de resolução. Quanto maior a densidade de pixel em uma imagem, maior é a resolução desta imagem. Esta resolução é comumente medida em uma unidade chamada DPI (Dots Per Inch), isto é, pontos por polegada. Vejamos como exemplo, uma fotografia que tenha uma polegada de comprimento e se faça uma amostragem dividindo a largura em 100 (cem) pixels, a resolução da imagem digital obtida seria 100 (cem) DPI, ou seja, a imagem tem 100 (cem) pixels para cada polegada de comprimento da imagem original. A esta altura fica bem claro que quanto maior a resolução de uma imagem digital, maior será o número

total de pixels que ela possuirá significando que o arquivo de imagem será maior, ocupando maior espaço de armazenamento no computador. Para tanto devemos ter em mente o compromisso entre a qualidade e o tamanho (espaço ocupado) dessas imagens para escolhermos uma resolução adequada para a digitalização.

A imagem digital pode ser obtida por dois métodos: direto e o indireto. No método indireto a imagem digital é obtida através de uma radiografia convencional que é capturada por meio de uma câmera de vídeo de um “scanner”, ou mesmo de uma máquina fotográfica digital que chegaram recentemente ao mercado para a geração de imagens digitais. São máquinas fotográficas que no lugar de filmes utilizam um circuito eletrônico que gera uma imagem digital e a armazena em um disquete dentro da própria máquina. Este disquete é utilizado para transportar a imagem para o computador.

Já no método direto, a imagem é obtida sem a necessidade de utilização de radiografias convencionais, o que já elimina alguns processos para sua obtenção. Existem hoje no mercado dois conceitos diferentes para a aquisição de imagens digitais pelo método direto que são eles: Os sistemas CCD (Charge-Couple Device) e o sistema de Armazenamento de Fósforo (PSP-Photo-Stimulating Phosphor). Atualmente no mercado encontram-se vários sistemas digitais diretos de radiografias intra-orais e extra-orais. Eis alguns deles com seus respectivos fabricantes e tipos de sensores utilizados:

Lista de equipamentos de digitalização intra-orais

Nome do produto	Companhia	Tipo	Nota
RVG	Trophy	CCD	
Sens-A-Ray 2000	Dent-x	CCD	
Flash Dent	Villa System Medicalle	CCD	nova versão Dixsy
Dixi	Planmeca Group	CCD	
Visualix	Gendex	CCD	
CDR	Schick	CCD	
Digora	Soredex	PSP	
CygnusRay2	Cygnus Imaging	CCD	
Panasonic		CCD	Vendido a CygnusRay2 pelo Cygnus Imaging
SIDEXIS	Sirona	CCD	
NI-DX	Dentsply New Image	CCD	
VistaRay	Dürr Dental	CCD	
Dixsy	Villa System Medicalle	CCD	
F1 iOX megapixel X-ray Sensor	Fimet	CCD	
DEXIS	MedizinRechner	CCD	
CD-Dent	DigiDent	PSP	
Combi-X	DigiDent	PSP	Combina Intra-oral, panorâmica e CEPH
DenOptix	Gendex	PSP	Pode ser combinado com panorâmico
DenOptix Ceph	Gendex	PSP	Combina Intra-oral, panorâmico e CEPH

Lista de equipamentos digitais panorâmicos

Nome do produto	Companhia	Tipo	Nota
CDRPan	Schick	CCD	
Digipan (CCD)	Trophy	CCD	
Dimax	Planmeca Group	CCD	
DXIS®	Signet	CCD	
Orthopantomograph® OPD	Instrumentarium imaging	CCD	
Orthopantomograph® OPD C	Instrumentarium imaging	CCD	
ORTHOPHOS DS	Sirona	CCD	
PaXorama	DigiDent	PSP	Inclue CEPH
Combi-X	DigiDent	PSP	Combina Intra-oral, panorâmico e CEPH
DenOptix	Gendex	PSP	Pode ser combinado com intra-oral
DenOptix Ceph	Gendex	PSP	Combina intra-oral, panorâmico e CEPH

Lista de equipamentos cefalométricos

Nome do produto	Companhia	Tipo	Nota
Orthopantomograph® OPD C	Instrumentarium imaging	CCD	
ORTHOPHOS DS Ceph	Sirona	CCD	Inclue Panorâmica
PaXorama	DigiDent	PSP	Inclue Panorâmica
Combi-X	DigiDent	PSP	Combina Intra-oral, panorâmico e CEPH
DenOptix Ceph	Gendex	PSP	Combina Intra-oral, panorâmica e CEPH

Com o surgimento de todos esses novos métodos e processos de obtenção de imagem, devemos fazer uma avaliação das vantagens e desvantagens em relação ao método convencional com relação a qualidade e precisão dessas imagens e também quanto ao seu aspecto legal.

O aspecto legal dos arquivos digitais envolvem um amplo aspecto e é um assunto bastante polêmico e de difícil controle, pois é bastante natural e compreensível na atualidade, que as leis ficam atrás dos avanços tecnológicos. Mas devemos insistir e forçar as mudanças nas leis, pois o progresso não deve ficar estagnado à leis desatualizadas.

No memorial de George Washington situado em Washigton D. C., existe a seguinte inscrição: “Eu não sou favorável a constantes mudanças e

alterações na lei da constituição. No entanto, leis e constituição devem mudar acompanhando o progresso...”.

Para que mudanças ocorram, são necessários um trabalho integrado entre os profissionais que estudam as leis e os profissionais da área odontológica, a fim de que estas leis sejam analisadas e interpretadas com uma visão voltada para o desenvolvimento e o progresso das novas tecnologias nos tempos atuais.

3-REVISÃO DA LITERATURA

3.1) Método Indireto:

No método indireto, a imagem digitalizada obtida se baseia no registro de uma radiografia convencional (intra ou extra-oral), feito através de uma câmera de vídeo ou de um "scanner" e na conversão de sinais para o computador através de um programa de digitalização. Dentre os aparelhos utilizados temos o EKTASCAN da Kodak, e um estudo realizado por KASSEBAUM³⁰ em 1989, concluiu que as imagens radiográficas digitais obtidas pelo EKTASCAN fornecem uma precisão de diagnóstico adequada para avaliar a presença de patologias periapicais, cáries de superfície proximal e algumas anormalidades ósseas.

WENZEL et al.⁷⁰ (1990) avaliaram a profundidade de cáries oclusais, onde os dentes foram examinados por quatro observadores pela inspeção visual e pelo exame radiográfico, tendo dois dos observadores também examinado a radiografia digitalizada indireta, após a utilização de filtros e a melhoria do contraste. As medidas quantitativas da profundidade da cárie foram obtidas pelas radiografias digitalizadas. Como critério de validação fizeram um corte histológico nos dentes. Observaram nos resultados que os escores clínicos e radiográficos freqüentemente subestimaram a profundidade da lesão. A precisão do exame radiográfico aumentou substancialmente pelo processamento digital e as medidas quantitativas da profundidade de cárie nas radiografias digitalizadas foram fortemente correlacionadas às medidas histológicas. Eles concluíram que o processamento digital da imagem

radiográfica constitui um auxiliar diagnóstico que pode dar estimativas precisas da profundidade da cárie oclusal.

WENZEL et al.⁷¹ (1991) fizeram um estudo com 166 (cento e sessenta e seis) pré molares e molares extraídos sem cavitação microscópica, comparando a inspeção visual, os filmes radiográficos convencionais, as xerorradiografias e as radiografias digitalizadas indiretamente na detecção de cáries em superfícies oclusais sem cavitação. Relataram que a radiografia digital comparada com outras técnicas foi capaz de detectar mais de 70% (setenta por cento) das lesões profundas em dentina, em contraste com 45% (quarenta e cinco por cento) dos outros métodos por imagem, sem o aumento falso positivo dos dentes verdadeiramente livres de cáries.

NICOPOULOU – KARAYIANNI et al.⁴⁵ (1991) compararam as propriedades diagnósticas de radiografias obtidas com filmes “Ultraspeed” e “Ektaspeed”, analisadas convencionalmente e após conversão digital (método indireto), concluíram que as informações diagnósticas dos dois tipos de filmes pareceram ser iguais na imagem digitalizada.

DOVE et al.¹² (1992) verificaram se o processamento digital de uma imagem radiográfica poderia melhorar a precisão diagnóstica. Utilizaram um computador, um programa, uma câmera para digitalizar as radiografias convencionais e um processamento digital da imagem. Os resultados indicaram, que a técnica de processamento digital não melhorou a precisão diagnóstica das radiografias dentais. Nenhuma diferença significativa na precisão diagnóstica foi observada entre a imagem digital e a convencional, na detecção de cáries proximais.

WENZEL et al.⁷⁵ (1992) estudaram em terceiros molares de uma população de adolescentes, a precisão da inspeção visual, da radiografia convencional e da radiografia digital na detecção das lesões de cáries oclusais. Foram extraídos 78 (setenta e oito) terceiros molares onde clinicamente foram considerados sem cavidades oclusais. Antes da exodontia, foram realizadas radiografias intrabucais. Após a exodontia, os dentes foram examinados visualmente e as radiografias foram digitalizadas onde foi realizado uma melhoria da imagem com a extensão do contraste e o procedimento de filtragem, respectivamente. Os três tipos de imagem: Convencional, Digitalizada sem manipulação do contraste e Digitalizada com manipulação do contraste foram examinados. Observaram que a radiografia digital com extensão do contraste foi o melhor dos métodos (detectou mais de setenta por cento), enquanto que a inspeção visual (cinquenta e três por cento) mostrou melhor resultado que a radiografia convencional (quarenta e oito por cento).

WENZEL⁶⁸ em 1994, descreveu que a utilização do método indireto de digitalização de imagens quando realizado por uma câmera de vídeo, gera interferências eletrônicas que comprometem a qualidade de imagem e conseqüentemente a interpretação da mesma.

Esse foi o primeiro método de manipulação eletrônica da imagem radiográfica dental e através dele foi desenvolvido uma técnica denominada de subtração digital bastante usado no estudo de perdas ósseas periodontais e na técnica ortodôntica cefalométrica.⁵² Esta técnica se baseia na sobreposição de duas radiografias, realizando a justaposição de estruturas anatômicas idênticas em imagem, permitindo uma avaliação entre duas radiografias tomadas em intervalos de tempo, contanto que seja observada uma exata reprodução

geométrica, sendo que um estudo realizado por MCDONALD³⁶, 1991 onde ele afirma que esse método requer um perfeito alinhamento e um mínimo de distorção das imagens radiográficas.⁵²

GÜRDAL et al.²³ (1998) fizeram um estudo das resinas disponíveis comercialmente no mercado. Eles realizaram uma avaliação radiométrica utilizando filme convencional e radiografias digitalizadas indiretamente. Para isso utilizaram um densitômetro digital com 0,1 mm de abertura para o filme convencional e aplicação de um histograma para as radiografias digitalizadas. Chegaram à conclusão que o programa de análise digital da imagem, avaliou e posicionou a radiopacidade das resinas mais efetivamente que a densitometria da radiografia convencional e a análise digital da imagem com a função do histograma, deve ter um papel de muita utilidade na prática para detectar pequenas alterações de densidade radiográfica, melhorando o diagnóstico e as decisões de tratamento.

3.2) Método Direto:

WENZEL et al.⁷⁴ (1993) revisaram e discutiram os desenvolvimentos em radiografia convencional, xerorradiografia, imagem digital indireta (com análise computadorizada da imagem e subtração radiográfica) e imagem digital direta. Concluíram que apesar da limitação da resolução ser maior, os métodos de imagem digital parecem atuar também ou melhor que o filme radiográfico convencional. Os sistemas digitais processam um número de vantagens: primeiramente a possibilidade de realçamento das imagens e significativa redução da dose. Pode ser previsto que as técnicas de imagem digital entrarão na rotina clínica num futuro próximo.

VANDRE et al.⁵⁹ (1995), citam: “A radiologia digital oferece um grande potencial para mudar radicalmente a maneira de se diagnosticar e tratar as patologias bucais.” Os autores realizaram um trabalho com os sistemas de radiografias dentais diretas e concluíram que estes sistemas oferecem uma disponibilidade instantânea das radiografias, marcadamente pouca exposição do paciente à radiação X e a eliminação de uso de produtos químicos, além de armazenar as radiografias dentais como dados digitais permitindo sua transmissão por linha telefônica, facilitando até mesmo expedição de autorização por companhias de seguros dentais e com o uso da radiologia de subtração, o sistema é capaz de diagnosticar progressões de doenças periodontais e progressão de cáries dentais.

WENZEL et al.⁶⁹ (1995) escreveram um artigo sobre a radiografia digital direta, descrevendo as características dos sistemas existentes no mercado. Consideraram que o rápido desenvolvimento da tecnologia tem levado a uma revolução na radiografia digital, que vem superando a radiografia convencional. Nos últimos anos, a ênfase dada a radiografia digital indireta foi útil para ajudar as pesquisas e o desenvolvimento da radiografia digital direta, um método mais avançado que não necessita de filme radiográfico e que pode ser utilizado na prática odontológica. As imagens podem ser adquiridas e podem ser manipuladas, melhoradas, armazenadas e enviadas à distância para diversos propósitos, tendo portanto um grande potencial de uso. Somando-se aos benefícios diretos, diagnósticos e clínicos, as técnicas de radiografia digital direta trazem vantagens para o meio ambiente, incluindo a redução da dose de radiação e um menor uso de suas fontes.

BOEL et al.³ (1996) verificaram a exatidão diagnóstica entre a radiografia digital direta e a radiografia convencional de sensibilidade “E” em pequenas lesões periapicais provocadas experimentalmente. Foi igualmente comparada a resolução destes sistemas de imagem para elevados e baixos contrastes. No sistema digital, a resolução para elevados contrastes (visualiza pequenos objetos), era inferior à película radiográfica convencional, mas a resolução para baixos contrastes era semelhante às películas radiográficas convencionais com sensibilidade “E”. Quanto à exatidão de diagnóstico, não existem diferenças significativas entre os dois sistemas e a qualidade das imagens obtidas com a radiografia digital é semelhante à das películas de sensibilidade “E” na detecção de lesões ósseas periapicais.

KATRIEN et al.³¹ (1997) em um estudo na avaliação de distâncias em imagens digitais diretas e radiografias convencionais comentaram que na radiografia digital, o tamanho reduzido dos sensores torna os sistemas particularmente apropriados para a imagem de um único dente durante o tratamento endodôntico. Os autores efetuaram este estudo em dentes molares e pré-molares de cadáveres e utilizaram limas tipo Kerr nº 15. Eles concluíram que a avaliação das distâncias nas imagens digitais era semelhante ou, ainda melhor, do que na radiografia convencional.

VERSTEEG et al.⁶¹ (1998) verificaram se a redução no tamanho das imagens digitais levariam a uma menor capacidade de detecção ou perda de informação diagnóstica. Analisando (3) três formas de imagem: (a) imagem original; (b) imagem reduzida a metade (contendo um quarto da informação da original; e (c) imagens do tamanho original mas com um quarto de informação. Todas as imagens foram visualizadas em um monitor de 15

(quinze) polegadas. Chegaram à conclusão que uma redução no tamanho das imagens digitais pode causar uma menor capacidade de detecção assim como a perda de informação diagnóstica. Recomendam a utilização de monitores de 17 (dezesete) polegadas com elevada capacidade de resolução (1280 x 1024 pixels) sendo a qualidade do monitor de grande importância.

JAMES et al.²⁸ (1998) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar as imagens digitais e as transmitidas via linha telefônica versus imagens de radiografias convencionais em interpretações de lesões ósseas periapicais artificiais. Chegaram à conclusão que não houve diferença significativa estatisticamente para os seguintes pares: imagem digital transmitida/imagem película convencional "D"; imagem digital armazenada/imagem película convencional "D"; imagem digital armazenada/imagem digital transmitida.

Concluíram também que a imagem transmitida telefonicamente tinham o mesmo número de bytes que as imagens originais.

O método direto para a obtenção da imagem radiográfica digital tem dois conceitos: o sistema CCD (Charge-Couple Device) e o sistema de Armazenamento de Fósforo. PSP (Photo-Stimulating-Phosphor).^(41,44)

3.2.1) Sistemas CCD

O sistema CCD foi assim denominado por utilizar um dispositivo de captação de imagem (Charge-Couple Device) que é um chip de silício, sensível a luz ou radiação X. Estes sensores se apresentam em duas categorias: sensores que possuem uma placa intensificadora acoplada ao CCD que se utilizam de fibras ou lentes ópticas para fazer a condução da luz do cintilador

ao CCD e sensores de exposição direta, cuja sensibilização ao CCD se faz diretamente pelos raios-X. Estes sensores se caracterizam por possuírem um fio condutor acoplado com a função de fazer sua conexão ao equipamento e por apresentarem um tamanho reduzido em relação ao filme periapical padrão. Feito a exposição ao raios-X, o sensor capta a imagem e através da conversão desta em sinais analógicos, envia o registro radiográfico para o computador que o armazenará como figuras numéricas e exibirá a imagem quase que instantaneamente, através do monitor ou impressora. Já o sistema de armazenamento de fósforo ⁽⁵⁶⁾ que foi lançado na década passada tem como utilização um sensor em que seu sistema utiliza um placa óptica de raios fósforo, caracterizado por não utilizar fio acoplado ao chip e apresentar dimensões similares às dos filmes convencionais. Funciona da seguinte forma: Feito a exposição à radiação, certa quantidade de energia fica armazenada na superfície da placa, ficando registrado uma imagem latente nos pixels de sua face ativa. O seu processamento se faz posteriormente utilizando um scanner apropriado, que realiza a pré-leitura da imagem. A imagem é então calibrada para melhorar sua qualidade e através de uma varredura a laser, a energia latente é liberada da placa, convertida em uma série de sinais analógicos que são digitalizados e enviada ao computador para exibição e armazenamento da imagem. Se após feito a leitura da placa, e ainda houver alguma energia residual no sensor, esta é descarregada por um brilho intenso de luz halogenada, podendo-se então reutilizá-la inúmeras vezes.

VERSTEEG et al.⁶² (1997) enfatizaram em um artigo de revisão a comparação da imagem digital intra-oral com a do filme convencional. Também discutiram as possibilidades adicionais da imagem digital que poderiam contribuir para a eficiência do sistema. Os assuntos principais de

pesquisa em imagem digital são: qualidade de imagem, aquisição da imagem, qualidade diagnóstica, manipulação da imagem, análise automática e aplicação do software. Utilizaram nessa revisão, os artigos representativos da literatura internacional que abordam esses aspectos. A imagem digital indireta ainda requer o processamento do filme, digitalizadores sofisticados de filme e tempo para digitalizá-los. Embora não seja um método eficiente para a prática odontológica, a digitalização pode ser útil para a análise quantitativa das radiografias. A imagem digital direta é mais eficiente que a indireta. As principais vantagens são o tempo (semi)real da imagem, a não necessidade do processamento químico. Apesar da resolução da imagem ser mais limitada, a imagem direta pode ser tão precisa quanto a imagem convencional. Os sistemas diretos que utilizam placa de imagem podem ser bem utilizados, por exemplo, em séries de boca toda. A principal aplicação dos sistemas que utilizam sensores CCD parecem ser a endodontia e a implantodontia. Resumindo, a imagem digital direta pode ser tão eficiente quanto a imagem convencional na clínica odontológica. O computador oferece muitas opções adicionais para a imagem digital. Como armazenamento digital, a compressão e a troca de informação radiográfica a distância. A manipulação da imagem (realçamento da imagem, radiografia de subtração e reconstrução de imagem) e a análise automática, podem beneficiar o radiodiagnóstico. Concluíram que a imagem digital certamente tem grande potencial, especialmente com respeito ao melhoramento da qualidade diagnóstica e a análise automática da imagem.

MUNETAKA et al.⁴³ (1998) afirmam que “O sistema que usa como sensor o CCD (Charge-Couple Device) tem várias vantagens, mas a sua qualidade de imagem é ainda inferior à da radiografia convencional”.

Contudo relatam que o uso clínico do sistema baseado no CCD pode ser equivalente à da radiografia convencional para a observação de estruturas normais, de alterações ósseas alveolares e na detecção de cáries.

WENZEL⁶⁷ (1998) escreveu um artigo de revisão sobre a radiografia digital no diagnóstico de cáries. Relatou que a radiografia digital direta intra-oral somente se tornou possível na última década. Muitos estudos tem mostrado teoricamente um número de vantagens da radiografia digital direta comparadas as do filme convencional. Estudos laboratoriais como, também estudos clínicos controlados são necessários para determinar se os novos sistemas digitais de imagem alteram o diagnóstico, o tratamento e o prognóstico comparando com os métodos convencionais. A maioria dos estudos são laboratoriais e só tem avaliado seus desempenhos diagnósticos. Essa revisão concentra-se nas evidências que existem sobre a deficiência diagnóstica dos sistemas digitais na detecção de cáries. São revisados em conjunto com o uso da análise automática da imagem para o diagnóstico de cáries os estudos que comparam os sistemas digitais com o filme e aqueles que avaliam os efeitos na precisão diagnóstica do realçamento do contraste e das bordas, do tamanho da imagem, das variações na dose de radiação e da compressão da imagem. Os sistemas radiográficos intra-orais parecem ser tão precisos quanto os atuais filmes radiográficos disponíveis para detecção de cáries. As sensibilidades são relativamente altas (0,6-0,8) na detecção das cáries oclusais dentinárias com frações falso positivas de 5% (cinco por cento) a 10% (dez por cento). A imagem radiolúcida na dentina é reconhecida como um bom preditor para a desmineralização. A radiografia não tem valor na detecção das lesões oclusais iniciais (esmalte). Na detecção das lesões dentinárias proximais, as sensibilidades, as especificações como também os

valores preditivos são bons, mas são muito pobres para as lesões confinadas em esmalte. Entretanto existe muito pouca informação documentada sobre a utilização dos sistemas digitais na clínica. Não se sabe se a dose de fato é reduzida com os sistemas de armazenamento de fósforo ou se o tamanho do colimador é ajustado para caber no tamanho do sensor nos sistemas CCD. Não há provas de que o número de retomadas tenha sido reduzido. Não se sabe quantas imagens são necessárias com os vários sistemas CCD comparadas com a radiografia convencional interproximal, nem quanto estável esses sistemas são no uso clínico diário, ou se o controle apropriado de infecção pode ser mantido no rastreamento da placa de imagem ou nos sensores e o cabo. Existem somente poucas evidências de que as facilidades de realçamento sejam usadas na interpretação das imagens e de que nenhuma delas tem mudado as práticas de trabalho e decisões de tratamento. As consequências econômicas para o paciente, o profissional e a sociedade precisam ser examinadas.

VERSTEEG et al.⁶¹ (1998) avaliaram a radiografia periapical com a utilização de sensores CCD. Segundo os autores. “Depois da introdução dos sensores intra-orais digitais, a investigação de fatores tais como qualidade de imagem, qualidade diagnóstica e capacidade de tratamento das imagens digitais tem sido bastante estudado. No entanto existem poucos estudos sobre os padrões geométricos das imagens obtidas com os sensores intra-orais CCD”. Eles avaliaram que os sensores em vários aspectos podem causar problemas na obtenção de uma imagem adequada. O sensor é mais espesso, mais rígido e geralmente tem uma área sensível à radiação X inferior à da película radiográfica. Além do sensor estar ligado por um cabo ao computador e o desconforto causado pelo tamanho do sensor pode levar a um maior

número de repetições do exame e a vantagem imediata de visualização da imagem pode se tornar uma desvantagem, pois pode encorajar o profissional a efetuar mais exposições. Nos testes realizados, a percentagem de repetições aconselhada para o filme convencional foi de 6% (seis por cento) todas no maxilar superior por erro de posicionamento (padrão geométrico) em comparação com 28% (vinte e oito por cento) para o sensor onde a maioria de repetições foram na região posterior.

Mesmo com 28% (vinte e oito por cento) de erros de posicionamento e sua repetição, isso não significava uma redução da dose de radiação para o sensor em relação à película convencional.

O primeiro sistema comercial de registro e digitalização direta de radiografias intrabucais foi a RadioVisioGrafia inventada na França por MOUYEN⁴¹ et al (1989), foi denominado de Radio Visio Graphy (RVG). A RadioVisioGrafia como o próprio nome diz, compreende três componentes: “radio”, “visio” e “grafia”^(25,52,41). A porção “Radio” consiste de um cabeçote de raios-X convencional conectado a um microprocessador de tempo altamente preciso o que permite uma redução substancial de tempo de exposição às radiações e por um sensor intrabucal que composto de um ecran intensificador de terras raras, um cabo de fibra ótica, e um chip ao CCD como sistema de imagem. Segundo o seu fabricante⁽⁵⁷⁾ (TROPHY), o sucesso do sensor do RVG (Radio Visio Graphy) é conseguido por ser um sistema que recebe a radiação X e converte dentro dele em luz antes de se chegar ao CCD e que isto faz que o tempo de exposição possa ser reduzido em até 90% (noventa por cento) dando uma ótima qualidade de imagem e um vida ilimitada para o sensor. O fabricante cita também que o sensor tem muito mais pixels que os outros sensores de outras marcas (12 p/l x mm) e que atualmente

foi lançado um novo sensor denominado de Xtra que possui uma grande área ativa de 26,5 x 36 mm (951 mm²) especialmente projetado para propósitos de bitewing e também extremamente conveniente para seu uso durante o tratamento endodôntico ou procedimentos de implantodontia. ⁽⁶⁶⁾ A porção “visio” armazena os sinais que vem do CCD após a exposição e converte ponto a ponto em 256 tonalidades de cinza. Desde que a imagem tenha sido armazenada ponto a ponto, ela pode ser manipulada de várias formas como realce no contraste, magnificação, conversão negativo positivo. A porção “grafia” consiste em uma unidade de armazenamento digital que pode estar interligada a um monitor de vídeo, ou a uma impressora ou, mesmo ser fotografado na tela. ^(25,52,41)

MOYEN et al.⁵² (1989) realizaram um estudo em que se compara a utilização de películas radiográficas intra-bucais convencionais com o sistema RVG. Eles utilizaram níveis de radiação mais baixos no RVG e no modo de visualização da imagem, principalmente no zoom, a sua resolução foi inferior do que a imagem produzida pela película convencional. Por outro lado as radiografias convencionais só oferecem uma melhor resolução, quando visualizadas com uma lente de aumento.

Já foram lançados várias versões no mercado do RVG, na sua primeira versão o sensor era posicionado na boca do paciente com o auxílio de um suporte com bloco de mordida. A imagem era visualizada sempre com os ápices voltados para cima, exigindo atenção e habilidade de interpretação do profissional que o estava realizando, além de ser sempre vista na metade esquerda do monitor, ficando a outra metade livre para a visualização de uma nova imagem. O zoom podia ser utilizado, o que aumentava a imagem original

em até 8 (oito) vezes, mas tendo como inconveniente a realização de uma nova tomada radiográfica. O sensor tinha um tamanho reduzido e em cada imagem só se visualizava um dente e seus tecidos adjacentes, o que provocava um maior número de radiografias e conseqüentemente várias exposições do paciente à radiação X. Trabalhos realizados para avaliar o RVG mostram que o mesmo possui uma resolução inferior ao filme convencional, porém possui validade para diagnóstico com exceção das imagens obtidas por impressoras.

(1)

BENZ et al.¹ (1990) relataram que a versão mais recente do RVG foi avaliado em comparação com o seu predecessor e um filme periapical de alta velocidade (Agfa Dentus M4) e concluíram que ambos os sistemas RVG provaram ter a mesma sensibilidade e são capazes de exibir uma série de contrastes parecidos. Contudo suas funções adicionais do novo sistema permitem uma melhor visualização da estrutura da radiografia. Quando comparado com o filme periapical Dentus M4, o novo RVG fornece uma sensibilidade menor, mas uma série mais vasta de contrastes.

LIPPS et al.³³ (1990) procuraram determinar qual seria a dose mínima possível de radiação, utilizando filmes convencionais de sensibilidade D. e o sistema RVG, onde se pudesse ter uma imagem que mostrasse o relacionamento entre os canais radiculares e o instrumento endodôntico. Relataram que o sistema RVG permitiu uma redução no tempo de exposição na ordem de noventa por cento quando comparado ao filme convencional de sensibilidade "D".

WALKER et al.⁶⁵ (1990) verificaram que no uso do sistema RVG, o paciente é exposto a menos radiação X do que a radiografia obtida no modo convencional. A imagem obtida no RVG tem um contraste que pode ser melhorado com uso de aparatos eletrônicos, porém a resolução e a latitude da imagem do RVG são inferiores às do filme convencional, o que limita seu uso em determinadas áreas da odontologia.

SHEARER et al.⁵³ (1991) compararam in vitro o RVG com a radiografia convencional na medição do comprimento do canal radicular e concluíram que o RVG quando utilizado com realce, substitui adequadamente a radiografia convencional na determinação do comprimento do canal radicular, além de diminuir o tempo de exposição do paciente à radiação X e ter uma rápida produção da imagem.

O lançamento de uma nova versão em 1993, o RVG veio acoplado a um computador tendo algumas diferenças da sua versão anterior onde o sensor podia ser esterilizado em substâncias químicas e quando utilizado no paciente deveria ser envolto em saco plástico. A capacidade de armazenamento e o poder de resolução da imagem foram aumentados e pode-se observar a imagem dos elementos dentários e seus tecidos adjacentes na posição anatômica correta e como novidade pode-se obter imagem milimetrada e análise densiométrica com cores.⁽¹⁾

RUSSELL et al.⁴⁹ (1993) estudaram a aplicação do sistema RVG em odontopediatria e concluíram que este sistema é apropriado para o uso em odontologia infantil, principalmente pela sensível redução do tempo de exposição.

YOKOTA et al.⁷⁷ (1994) pesquisaram o potencial de diagnóstico do RVG em detectar lesões periapicais, comparando-os com filmes convencionais de sensibilidade E. Foram criadas lesões com diferentes estágios de comprometimento ósseo alveolar, tendo como avaliadores três endodontistas. Os resultados em relação ao diagnóstico mostraram que: 1) quando não existia lesão, o desempenho do RVG foi melhor; 2) quando as lesões envolviam somente a lâmina dura e o osso medular o RVG apresentou significativamente melhor; 3) quando havia a invasão das corticais, os sistemas apresentaram comportamento similar.

DAGENAIS et al.⁷ (1995) compararam a utilidade diagnóstica das imagens intra-orais da segunda geração do sistema de imagem digital RVG com as do filme convencional. Concluíram que o desempenho do RVG foi inferior ao do filme no diagnóstico das cáries artificiais proximais em esmalte (setenta e seis por cento), contra (oitenta e cinco por cento) do filme convencional.

Na Suécia, em 1986, foi estudado e idealizado um protótipo para a obtenção de imagens digitalizadas pela empresa REGAN System AB. tentando obter um sensor que fosse o maior possível para ser utilizado intraoralmente. Em 1991 ingressou no mercado com o nome de Sens-A-Ray.⁽⁴⁴⁾ Este sistema tem uma particularidade no seu sensor, que é a exposição direta do chip CCD aos raios-X, dispensando, portanto, o uso de um cintilador acoplado, o que o diferencia dos sistemas lançados anteriormente que possuem o cintilador cuja condução da luz do cintilador até o chip se faz via fibra óptica ou lentes ópticas.

FURKART et al.¹⁸ (1992) compararam a acurácia das imagens dos filmes convencionais de sensibilidade “D” e “E” e radiografias do sistema digital Sens-A-Ray, na detecção de lesões ósseas periodontais provocadas artificialmente. Ressaltaram que o sistema Sens-A-Ray tem como desvantagens o tamanho reduzido da área ativa do sensor e a falta de um padrão de exibição da imagem digital, pois a definição de um melhor contraste e brilho ficam a critério de uma escolha aleatória do observador. Na análise das radiografias convencionais e o as imagens do sistema Sens-A-Ray, não foi notada diferença estatisticamente significativa, na detecção de lesões ósseas de 1 a 3 mm de profundidade.

NELVIG et al.⁴⁴ (1992) escreveram um artigo sobre o lançamento de um sistema de radiografia digital intra-oral, o SENS-A-RAY. Relataram que o sistema é baseado em um detector com CCD (Charge-Couple Device), dispositivo que foi projetado especificamente para exposição direta do raios-X. O sistema utiliza um computador pessoal IBM ou compatível, monitor de alta resolução e um software para exposição, captura, armazenamento e realçamento das imagens. Para a produção da imagem radiográfica digital é utilizado um reduzido tempo de exposição do paciente à radiação em relação aos filmes convencionais.

MCDONNELL et al.³⁷ (1993) compararam o sistema de radiografia digital intra-oral SENS-A-RAY com o filme convencional de sensibilidade “D” e “E”, com relação a resolução e qualidade da imagem. Usando pl/mm, a resolução foi determinada ser 10 pl/mm. com uma fonte de raios-X constante. Um objeto de alumínio foi utilizado o Sens-A-Ray com dois tipos de filmes

convencionais. Trinta observadores foram selecionados para identificar buracos executados no modelo de teste. Relataram que havia uma pequena diferença entre os filmes de sensibilidade “D” e “E” e o sucesso na identificação dos buracos executados no modelo de teste foi significativamente reduzida quando comparado os filmes convencionais de sensibilidade “D” e “E”.

WELANDER et al.⁶⁶ (1993) analisaram algumas propriedades técnicas do sensor Sens-A-Ray, onde ressaltaram que o sistema Sens-A-Ray apresenta propriedades técnicas que podem substituir o filme convencional.

RAZMUS⁴⁸ (1994) investigou a acurácia dos métodos digitais na clínica odontológica, com os sistemas RVG, Sens-A-Ray e subtração radiográfica, onde cita: “Os resultados das investigações usando estas técnicas, em comparação à radiografia tradicional, tem demonstrado um aumento de informações no diagnóstico precoce de processos cariosos, mudanças ósseas sutis de doenças periodontais e lesões periapicais”.

SANDERINK et al.⁵⁰ (1994) avaliaram a qualidade dos sensores radiográficos intra-orais odontológicos, na análise do comprimento do canal radicular. Os sistemas digitais utilizados foram o RVG, Visualix/VIXA, Sens-A-Ray e Flash-Dent, que tiveram como referência o filme convencional de sensibilidade E. Limas de número 10 e 15 foram introduzidas em condutos de pré-molares e molares extraídos, ficando em 1,5 mm dos ápices dentários. As conclusões a que chegaram foram: o RVG e o Sens-A-Ray renderam um resultado comparável ao filme convencional com o uso da lima número 15;

todos os outros sistemas de sensores tiveram um desempenho inferior à imagem do filme quando utilizado a lima de número 10.

GOSHIMA et al.²⁰ (1996) avaliaram a densidade e o contraste considerando as variações de kVp no sensor radiográfico do sistema Sens-A-Ray. Concluíram que enquanto no convencional o kVp precisa ser selecionado de acordo com as características do receptor e do tecido, é possível com o Sens-A-Ray, utilizar uma técnica com baixa quilovoltagem sem aumentar a dose de radiação.

PRICE et al.⁴⁷ (1997) compararam a exatidão diagnóstica da película radiográfica convencional (Ektaspeed Plus) com o sistema radiográfico diretos Sens-A-Ray, utilizando um modelo de cáries proximais. O resultado foi de que a película radiográfica foi superior ao Sens-A-Ray na visualização de cáries proximais.

MISTAK et al.³⁸ (1998) analisaram imagens radiográficas convencionais, imagens digitais diretas e as transmitidas eletronicamente, na interpretação de lesões periapicais. Utilizaram filme convencional Kodak Ultraspeed e o sistema Sens-A-Ray. As lesões periapicais foram produzidas artificialmente em mandíbulas e maxilas maceradas. Os resultados mostraram que durante a análise da radiografia digital direta, filme convencional e transmissão telefônica, apresentaram similar comportamento na capacidade de identificar lesões ósseas periapicais artificiais.

Atualmente, segundo seu fabricante, foram criados dois novos sensores com áreas ativas maiores. O sensor 468 (quatrocentos e sessenta e oito) e o sensor 648 (seiscentos e quarenta e oito).⁽⁸⁾

No Brasil, este sistema é comercializado pela empresa “New Image” situada no estado de São Paulo e o nome do comercial do aparelho é denominado “Acuray”. Este aparelho tem como características técnicas os seguintes componentes:

- Sensor CCD modelo 468 ou 648;
- Fonte de sensor;
- Placa de captura;
- Software (programas) para Windows;
- Mordedores e protetores externos descartáveis para sensores;
- Cabos.⁽⁸⁾

Os sensores deste sistema são geralmente menores que um filme convencional, devido ao fato de que durante a fabricação dos mesmos, o risco de defeito em um detector aumenta com o aumento da área deste detector.⁽⁸⁾

Este sistema captura e armazena imagens radiográficas instantaneamente nas fichas individualizadas dos pacientes e possibilita o estudo destas imagens através do controle do contraste, inversão de cores e zoom, bem como a medição de distâncias (odontometria, medição de bolsas) e ainda o histograma que permite a análise da densidade da imagem radiográfica.

Seu uso também pode ser feito em atividades didáticas, pois o sistema possibilita a criação de banco de dados de imagens, em microcomputador, para posterior consulta. Permite a observação de imagens radiográficas ampliadas em telão ou monitor de vídeo, um zoom, para acompanhamento dos alunos em sala de aula ou auditório. As imagens capturadas por este sistema também podem ser transmitidas entre microcomputadores, via disquete ou modem. Segundo o fabricante leva maior precisão do diagnóstico e facilita a comunicação ao paciente, através das imagens radiográficas.⁽⁸⁾

VAN DER STELT et al.⁵⁸ em 1991 realizaram um trabalho em que verificaram se o processamento digital de imagens radiográficas no computador poderia ser confiável para um bom diagnóstico. Os autores relataram que a capacidade do observador humano em detectar e definir objetivamente pequenos defeitos ósseos é limitada, e o processamento da imagem pode fornecer uma proveitosa contribuição no processo de diagnóstico.

Em 1992 ingressou no mercado um novo sistema de imagem radiográfica digital direta, foi o sistema Flash Dent do fabricante Villa Sistem Medicalle, Itália, que também utiliza um sensor CCD e uma placa

intensificadora tendo como peculiaridade a utilização de lentes óticas. O sistema tem os mesmos princípios de funcionamento dos sistemas já mencionados mas difere dos outros por possuir um sensor muito espesso e uma baixa latitude radiográfica.⁽⁴⁴⁾ Atualmente , o nome do Flash Dent é denominado de DIXSY.⁽⁶⁴⁾

FARMAN⁶² em 1993 publicou um artigo em que relatava a aprovação pela FDA de dois sistemas de radiografia intra-oral para uso clínico nos E.U.A. O RVG e o Sens-A-Ray e em fase de processo, mais dois equipamentos: Visualix/VIXA e o Flash-Dent. Os sistemas RVG e Flash-Dent empregam uma tela de terra rara para converter a radiação X em luz, um sistema óptico (tungstênio, vidro de fibra ótica para o RVG, sete lentes para o Flash-Dent) e um sensor CCD sensível à luz. Todos os sistemas tem sensores que são grandes o bastante para captar a articulação temporomandibular. Relata que todos os sistemas permitem uma produção imediata da imagem, sendo bastante útil nos procedimentos de endodontia e implantes dentais. Permite uma redução de exposição do paciente à radiação em aproximadamente de setenta e cinco a oitenta por cento, dependendo do sistema utilizado. Se ocorrer uma exposição e esta estiver incorreta, isto é visto imediatamente e ajustado antes que exposições adicionais sejam executadas. Não utiliza câmaras escuras, processadoras, filme e adicionalmente não existe contaminação do consultório. Conclui que o futuro da radiologia odontológica é digital e que vem para: melhorar a qualidade dos serviços; reduzir significativamente o tempo de trabalho; simplificar o controle de infecção.

DUNN et al.¹³ (1993) realizaram um estudo em que verificam que a dose de radiação necessária para uma tomada radiográfica com o sistema RVG, Flash-Dent e Sens-A-Ray, em relação ao filme convencional de sensibilidade E, situa-se em 40% (quarenta por cento), enquanto que no sistema Visualix/VIXA esse valor posiciona-se em 30% (trinta por cento).

Com relação a qualidade da imagem digital eles revelam : “ A tecnologia atual limita a informação contida nos receptores que não é o do mesmo nível do filme. Entretanto, esses receptores capturam e exibem a imagem bem mais rapidamente que o filme e num futuro próximo devem se equiparar com a imagem do filme padrão em termos de diagnóstico, tendo-se no futuro a substituição total do filme pelos receptores digitais, eliminando assim a necessidade de máquinas processadoras, soluções químicas e câmaras escuras”. Com relação à imagem radiográfica eles citam “Uma vez registrada a imagem, não existem maneiras de aumentar o conteúdo de informações que ela possui. Entretanto, nem todas as informações são úteis para a realização do diagnóstico. O sistema visual humano, tem a capacidade limitada de discernir as informações úteis da radiografia, daquelas consideradas supérfluas e o processamento da imagem na radiografia digital pode ser utilizada na superação destas limitações, com apresentações seletivas das informações proveitosas e supressão do resto”.

A Gendex Dental System, Monza, Itália, lançou no mercado um sistema de digitalização direta de radiografias intra-buciais denominado de Visualix/VIXA Systems. Este sistema nos E. U. A. é denominado de VIXA, com pequenas modificações, somente para adaptar-se às normas do mercado norte-americano.⁽³⁹⁾ Seu sensor é bem menos espesso que os sensores de outros sistemas, pois o mesmo funciona de modo semelhante ao do sistema

Sens-A-Ray, ou seja, ocorre uma exposição direta de radiação X no chip CCD, sem o uso de lentes para adaptar o tamanho da imagem.⁽³⁹⁾

Segundo a Gendex, fabricante do Visualix/VIXA, afirma que o seu sensor digital é feito com uma matriz com mais de 300.000 elementos diminutos sensíveis à radiação e um cintilador que melhora o efeito do raio X, dando uma boa percepção de detalhes e uma resolução comparável aos filmes convencionais, mas com uma dose muito menor de radiação do que as necessárias para os filmes.⁽¹⁹⁾ O seu sensor CCD possui as seguintes características técnicas:

- Matriz do CCD com 456 x 684 elementos sensíveis (pixel);
- Área sensível de 20 x 30 mm;
- Tamanho do pixel de 44 x 44µm (mícron);
- Resolução espacial: + - 10 lp/mm .⁽¹⁹⁾

WENZEL et al.⁷² (1993) avaliaram a percepção dos dentistas à qualidade das radiografias capturadas digitalmente pelo sistema radiográfico digital VISUALIX/VIXA. Em geral, a maioria dos dentistas preferiu as imagens tratadas às originais. Concluíram que a possibilidade de tratamento da imagem deve ser oferecida pelas radiografias digitais, já que a maioria dos dentista preferiram a imagem tratada à versão original. A escolha do tratamento da imagem parece ser dependente da tarefa a ser realizada.

WENZEL et al.⁶⁹ (1995) realizaram um estudo “in vitro” com quatro sistemas radiográficos digitais: DIGORA, RVG, SENS-A-RAY, VISUALIX/VIXA, com o objetivo de avaliar a precisão diagnóstica e o impacto da compressão da imagem na detecção de cáries. Eles concluíram que os quatro sistemas detectaram bem a presença de cárie “in vitro” e as imagens comprimidas foram tão precisas quanto as não comprimidas.

VERSTEEG et al.⁶⁰ (1997) estudaram o efeito da alteração do tamanho da imagem na qualidade do diagnóstico, utilizando radiografias de três sistemas digitais: DIGORA, SIDEXIS e o VISUALIX/VIXA. A conclusão chegada foi que, relevantes informações podem ser perdidas quando imagens são reduzidas no tamanho e que para uma melhor apresentação, é preferível que as imagens menores sejam ampliadas, e que as maiores sejam reduzidas. Os autores sugerem que seja utilizada uma escala padronizada para os sistemas digitais, que poderão ter uma reconhecida utilidade quando são utilizadas importações de imagens entre diferentes sistemas.

Em 1995 um outro equipamento de digitalização intra-oral foi lançado pela empresa Schick Technologies Inc. (Long Island City, E. U. A.). É o CDR (Computed Dental Radiography), que é um sistema de formação de imagens digital, que utiliza um sensor eletrônico (CCD). O fabricante relata que os sensores possuem 5 mm de espessura e que possuem margens arredondadas oferecendo desta maneira grande conforto ao paciente e facilidade de trabalho ao profissional. O CDR vem acompanhado de 3 (três) sensores de tamanhos diferentes correspondentes a 3 (três) tamanhos dos filmes convencionais padronizados. Os sensores não podem ser autoclavados ou esterilizados em estufa. Os sensores geram boa qualidade de imagens radiográficas, sem

“noise”, e evita a utilização da câmara escura e produtos químicos. Para aquisição de imagens, o CDR utiliza até 90% (noventa por cento) menos radiação que nos filmes convencionais, sendo compatível com todos os aparelhos de raio X convencionais que possuem capacidade de registrar 0,04 segundos ou menos de tempo de exposição.⁽⁵¹⁾

FARMAN et al.¹⁴ (1995) avaliaram o sistema CDR onde citam: “o CDR é um sistema radiográfico intra-oral que possui o CCD como base do receptor, e este se apresenta com a área de recepção de imagem e qualidade radiográfica próxima à do filme, no que diz respeito ao tamanho do sensor, resolução da imagem e acurácia do diagnóstico. Mas se levarmos em consideração as características de velocidade de aquisição de imagem, redução da dose de radiação, capacidade de recuperação de dados, organização e armazenamento das imagens, o CDR supera o tradicional filme de raios-X”. Estes autores destacam ainda: “O CDR pode sem dúvida substituir completamente o uso do filme intra-oral para realização de uma boca toda, sem a necessidade de nenhuma exposição extra se o sensor utilizado for de número 2. O tempo de exposição necessário para produzir uma imagem ideal em termos de densidade e contraste varia em adultos de 0,03 seg. para a região de incisivos inferiores, 0,04 seg. para incisivos superiores, 0,06 seg. para pré-molares e molares inferiores e até 0,08 seg. para a região de molares superiores e isto representa 90% (noventa por cento) da dose requerida para uma ótima exposição do filme convencional de sensibilidade D”.

FARMAN et al.¹⁶ (1996) confeccionaram escalas de densidade de seis marcas diferentes de resinas com a finalidade de avaliar entre os sistemas radiográficos digitais intra-orais, o contraste e a densidade óptica das resinas,

utilizando os sistemas Sens-A-RAY, CDR, Digora e o filme convencional de sensibilidade E., isto em função do tempo de exposição. Concluíram que: a) todas as quatro modalidades de sistemas testadas puderam diferenciar as várias espessuras dos materiais examinados, desde que respeitada a latitude inerente à cada sistema; b) os métodos radiográficos digitais fornecem razoável contraste com baixa dose de radiação, mesmo sem a manipulação da imagem; c) a detecção de contraste dos sistemas digitais, comparada à do filme convencional de sensibilidade E., apresenta-se como clinicamente aceitável.

WHITE et al.⁷⁶ (1997) avaliaram o desempenho do sistema digital direto com sensor CCD (CDR - Computed Dental Radiography) na detecção de cáries, comparando-o com a película radiográfica convencional .

Foram estudados 790 (setecentos e noventa) dentes extraídos. Estes dentes foram radiografados pelos dois sistemas e 16 (dezesseis) profissionais avaliaram as superfícies de cáries proximais destes dentes. Chegaram à conclusão que a sensibilidade do sistema que utilizava sensores CCD foi inferior à película enquanto a especificidade foi superior; a exatidão das imagens não foram significativamente diferentes. Os profissionais tiveram um desempenho semelhante na interpretação das superfícies cariadas dos dentes, tanto no sistema digital, como na radiografia convencional de sensibilidade E.. finalizaram o estudo relatando, "Este trabalho sugere que para este fim , os sistemas são semelhantes".

MOORE et al.⁴⁰ (1998) selecionaram 130 (cento e trinta) dentes extraídos, com lesões de cáries em várias profundidades e realizaram um estudo comparativo de (4) quatro sistemas de imagem para detecção das

cáries neste dentes. Os (4) quatro sistemas foram: Películas Ektaspeed; películas Ultraspeed; sensor CDR (Schick Technology) e sistema de imagem digital Digora. Chegaram à conclusão que as lesões de cáries localizadas no esmalte foram detectados deficientemente por todos os sistemas. Quando se estenderam à dentina, todos os sistemas detectaram igualmente bem.

“Em termos de detecção global, independentemente da profundidade da lesão, as películas Ektaspeed Plus obtiveram melhor resultado do que o sistema digital, no entanto, atendendo às pequenas diferenças observadas, o sistema digital pode ser aconselhado para a detecção de cáries”.

São requisitos mínimos necessários de um computador para que o CDR possa ser acoplado, são eles:

- PC Pentium compatível;
- Windows 95, 98 ou NT;
- Memória de 32 RAM do MB e 1 GB de espaço no disco rígido;
- Vídeo com resolução de pelo menos 800 x 600 x 256 cores (1MB de memória).⁽⁵¹⁾

Assim como os outros equipamentos o CDR possui um software para visualização das imagens e o mesmo possui uma série de opções para auxiliar o profissional no momento de realizar o diagnóstico. Possui como ferramentas, o controle de brilho, contraste, zoom, cores onde as variações da mesma revelam um resumo visual rápido dos níveis relativos de densidade e

realçar pontos anatômicos significantes, o modo de mensuração que permite calcular distâncias que auxiliam procedimentos cirúrgicos como na realização de implantes e tratamento de canais radiculares, além de permitir tomadas radiográficas com uso de diques de borrachas e grampos.⁽⁵¹⁾

O CDR também permite a criação de relatórios personalizados com as radiografias embutidas diretamente no relatório, assim como possui e permite ao profissional via Internet à emissão via “e-mail” (correio eletrônico) o envio das imagens digitais para outro profissional ou até mesmo o cliente. O CDR também possibilita a utilização do CDRCam que é uma câmera digital intra-oral que proporciona imagens de vídeo.⁽⁵¹⁾

Além do CDR, a empresa tem o projeto de lançamento previsto para o mês de março de 1999 do CDR Pan. O CDR Pan elimina a necessidade do filme convencional, da utilização de produtos químicos e o seu sensor (PSP) pode ser facilmente adaptado no aparelho de raio X panorâmico convencional.⁽⁵¹⁾

Eis algumas especificações técnicas do CDR:

➤ Sensor

- Dimensões em mm.

Tamanho 0:	31 x 22
Tamanho 1:	37 x 24
Tamanho 2:	43 x 30

- Área ativa

Tamanho 0:	24 x 18
Tamanho 1:	30 x 20

Tamanho 2 : 36 x 25,6

- Espessura: menos de 5 milímetros;
- Resolução: 11-12 pl/mm;
- Redução da dose de radiação comparado com filme convencional de sensibilidade D: 80 a 90 %;
- Vida útil do sensor: 400.000 exposições.⁽⁵¹⁾

A Cygnus Imaging (Panasonic) também produz e comercializa um sistema de radiografias digitais utilizando sensores CCD (Charge-Couple Device) . Segundo o fabricante o Cygnus Ray que oferece como vantagem uma redução de até 95% (noventa e cinco por cento) de radiação, a eliminação de produtos químicos, conforto ao paciente três tamanhos de sensores duráveis, projetados pela PANASONIC e de um programa de manipulação de imagens, onde elas podem ser armazenadas ou então enviadas eletronicamente via modem para outros profissionais.⁽⁶⁾

➤ Especificações:

- Requisitos do computador: IBM PC/AT ou compatível, processador de 166 mhz ou superior, 32 MB de memória RAM, vídeo SVGA e Windows 95;

- Sensores: Panasonic CR₂:

tamanho 0: área ativa: 328 mm²

externo: 26,5 x 20 mm

tamanho 1: área ativa: 552 mm²

externo: 31,7 x 24,1 mm

tamanho 2: área ativa: 949 mm²

externo: 42,1 x 30,3 mm

- 2 anos de garantia nos sensores;
- Raios-X convencional de 50 a 70 Kv ou equivalente;
- Impressora: no Windows 95, qualquer impressora compatível. Para melhores resultados, recomenda-se impressora de alta resolução e qualidade(6).

A companhia MEDIZINRECHNER fabrica o DEXIS , sistema de radiografia digital que utiliza sensores CCD (Charge-Couple Device).⁽³⁵⁾

O sensor tem 32 mm x 25,6 mm, suas bordas são arredondadas e permite realizar tomadas interproximais. O DEXIS oferece posicionadores

RINN especiais para todos os tipos de posicionamento. Além de ser o único sistema global que oferece e permite a utilização de LAPTOP para radiografias digitais.⁽³⁵⁾

O fabricante do DEXIS confeccionou a seguinte tabela, que compara o tempo tipicamente gasto ao se tomar uma imagem de radiografia dental comparando o sistema convencional, CCD (Charge-Couple Device) e o sistema PSP (Photo-Stimulating Phosphor).⁽³⁵⁾

CCD	Tempo (Seg)	PSP	Tempo (Seg)	Filme convencional	Tempo (Seg)
Colocação da capa protetora	10	Placa preparada após último uso	0	Filme pronto para o uso	0
Posicionamento do sensor na cavidade bucal do paciente	15	Posicionamento da placa de PSP na cavidade bucal do paciente	15	Posicionamento do filme radiográfico na cavidade bucal do paciente	15
Disparo do Rx	5	Disparo do Rx	5	Disparo do Rx	5
Diagnóstico da imagem e orçamento		Levar a placa em outra sala para scanear	20	Enviar o filme para a câmara escura	20
		desenvolver a placa	10	Desenvolver o filme	10
		Scanear a placa	30	Revelação (processamento) do filme	300
Remoção da capa protetora e desinfecção	10	Limpeza da placa e envelopamento	20	Examinar o filme	40
		Retorno para o uso	20	Retorno para o uso	20
TOTAL	40		120		410

A indústria Planmeca Group lançou no mercado o equipamento de radiografia digital intra-oral de nome DIXI. O fabricante relata que este sistema acentua a qualidade da imagem, reduz a dose de radiação do paciente e é rápido. Fornece ergonomia total, diminui o tempo na formação de imagens em cirurgias aumentando a eficiência. A inovação neste equipamento se baseia no sensor e caixa de controle que se posicionam na braço do raios-X, o que elimina a presença de cabos entre o paciente e o equipamento. O cabo do sensor desta maneira é relativamente curto (cerca de 90 cm), evitando desta maneira que o mesmo sofra quedas no chão. Possuem três tamanhos de sensores CCD (Charge-Couple Device). O software utilizado é o DIMAXIS que fornece meios para a aquisição segura e intuitiva da imagem e seu arquivamento. As imagens são automaticamente visualizados em sua posição anatômica correta e também pode incluir outras imagens tal como panorâmicas, cefalométricas ou mesmo imagens de vídeo intra-oral.⁽⁴⁶⁾

➤ Especificações:

➤ Dimensões dos sensores:

- Físico: A0: 19 x 27 x 5 mm
 A1: 23 x 41 x 5 mm
 A2: 29 x 43 x 5 mm

- Área ativa: A0: 15 x 21 mm
 A1: 19 x 35 mm
 A2: 25 x 37 mm

detalhes e o contraste e as adaptações de densidade , permitem o aumento de informações para um bom diagnóstico.⁽⁴⁶⁾

Existe também no mercado o F1 iOX megapixel X-ray Sensor da empresa Fimet, que utiliza o sistema CCD (Charge-Couple Devide). O seu sensor tem uma capa macia com cantos arredondados e uma área ativa de 20 x 30 mm. Sua espessura é de 5,5mm. O sensor necessita de metade do tempo de exposição comparado a outros sensores, segundo seu fabricante, portanto reduz para o paciente a dosagem de radiação. Relatam Ter a melhor resolução disponível no mercado e de ser uma solução econômica para cirurgias clínicas. Eles relatam também possuírem um dispositivo de segurança para isolamento de grau médica entre a porta USB do computador e o sensor (na boca do paciente). O controle do programa para manipulação e armazenamento da imagem são compatíveis com a maioria dos computadores comuns, com uma interface fácil para o uso.⁽¹⁷⁾

➤ Especificações:

- Resolução: 20 pl/mm;
- Tamanho do pixel: 25 μ m;
- Tamanho do sensor: 25 x 36 x 5,5 mm;
- Área ativa do sensor: 20 x 30 mm.⁽¹⁷⁾

O MPDx da empresa DMD Dental/Medical Diagnostic Systems, utiliza o sistema CCD em radiografias digitais intra-orais. Como vantagens relacionadas pelo seu fabricante temos: econômico e ambientalmente agradável, pode ser usado em um laptop, tem armazenamento eletrônico com chamada instantânea, radiação reduzida, segurança, qualidade de imagem superior, conforto ao paciente, três tamanhos de sensores.⁽¹¹⁾

➤ Especificações:

- Tamanho do sensor:

sensor S	32 x 26mm
sensor HR	38 x 25 mm
sensor L	43 x 32 mm

O sensor S é o infantil, o sensor HR é o padrão e o sensor L é utilizado para imagens periapicais verticais.

- Espessura do sensor: 3,2 mm

Relatam ser o sensor mais “magro” do mercado, tornando-o confortável para o paciente.

- Resolução: 11-22 pl/mm
- Segurança: Segure Tagged Block Format

A empresa destaca esta ferramenta de segurança única para a armazenagem das imagens digitais. Este recurso protege as imagens originais de alteração.⁽¹¹⁾

A Instrumentarium possui um equipamento de radiografia panorâmica convencional , que é o Orthopantomography OP100, possuindo uma ótima qualidade de imagem radiográfica, podendo ser expandido com o Orthoceph OC100, permitindo a realização de outras técnicas radiográficas e o Ortho Trans , que é um sistema de tomografia linear. Atualmente a empresa está desenvolvendo um equipamento de imagem digital que é o OP Digital Panoramic X-ray, sendo um sistema de formação de imagens digital baseado na tecnologia CCD (Charge-Couple Device). O equipamento se destaca pela aquisição de uma imagem rápida com um PC Pentium e o sistema operacional Windows Nt.. As imagens podem ser visualizadas instantaneamente na tela do computador. O OPD é uma adaptação para todos os modelos OP100.⁽²⁷⁾

Além do OPD, a Instrumentarium desenvolve o projeto do ORTHO TACT, que é um método para se produzir imagens em terceira dimensão, a partir de qualquer imagem de um objeto em duas dimensões. Estas imagens em duas dimensões podem ser produzidas de qualquer ângulo e o objeto pode se mover entre uma exposição e outra. Ele é uma adaptação para ser executada no OP100 digital e é uma junção que compreende de um sensor CCD, raios-X, dispositivos posicionando o paciente, colimação de raios de luz e um software. Uma vez com as imagens em duas dimensões no computador, esta imagem é reconstruída para uma terceira dimensão, o que melhora bastante o diagnóstico.⁽²⁷⁾

Como o ORTHO TACT realiza seu trabalho:

- 1- Radiografias digitais intra-orais ou extra-orais são realizadas utilizando o OP100 Digital em várias tomadas e ângulos diferentes sem a preocupação com movimento do objeto entre uma tomada e outra.
- 2- Um sistema de referência é utilizado para reconstruir a geometria da projeção das imagens.
- 3- Uma vez reconhecida a geometria da projeção, o software reconstrói em terceira dimensão cada detalhe do objeto no computador.
- 4- O resultado obtido é uma imagem tridimensional do objeto que pode ser rodado no espaço ou então visualizar em fatias o objeto em duas dimensões.⁽²⁷⁾

O ORTHO TACT pode ser utilizado na obtenção de imagens para detecção de fraturas da articulação temporo-mandibular, em endodontia, implantes, pesquisa de lesões dentárias e periodontais.⁽²⁷⁾

Em outubro de 1997, ocorreu a independência da companhia Sirona Dental Systems, que atualmente representa a Siemens Dental Division. É deles o equipamento ORTHOPHOS DS, sistema digital direto baseado no sensor CCD (Charge-Couple Device). Assim como outras empresas, este equipamento pode ser adaptado em aparelhos convencionais, neste caso, os equipamentos são o ORTHOPHOS 5 e o ORTHOPHOS Plus.⁽⁵⁴⁾

Entre 60 e 100 segundos depois de terminado o processo de radiografar o paciente, a imagem digital já pode ser visualizada na tela do computador. Diferente do processo convencional, o sensor oferece uma imagem em tempo

real logo depois de radiografado. O profissional não precisa mais tomar os passos para o processamento.⁽⁵⁴⁾

Juntamente como o ORTHOPHOS DS ou a atualização dos equipamentos convencionais em digitais, vem o software SIDEXIS com várias e poderosas ferramentas de manipulação de imagens. Este software tem a possibilidade de manter a imagem original sem a possibilidade de realizar alterações ou mesmo deletar, oferecendo assim um bom meio para se evitar fraudes ou mesmo por descuido perda da imagem.⁽⁵⁴⁾

3.2.2) Sistemas de Armazenamento de Fósforo (PSP)

O sistema de armazenamento de fósforo ⁽⁵⁶⁾ que foi lançado na década passada tem como utilização um sensor em que seu sistema utiliza um placa óptica de raios fósforo, caracterizado por não utilizar fio acoplado ao chip e apresentar dimensões similares às dos filmes convencionais. Funciona da seguinte forma: Feito a exposição à radiação, certa quantidade de energia fica armazenada na superfície da placa, ficando registrado uma imagem latente nos pixels de sua face ativa. O seu processamento se faz posteriormente utilizando um scanner apropriado, que realiza a pré-leitura da imagem. A imagem é então calibrada para melhorar sua qualidade e através de uma varredura a laser, a energia latente é liberada da placa, convertida em uma série de sinais analógicos que são digitalizados e enviada ao computador para exibição e armazenamento da imagem. Se após feito a leitura da placa, e ainda houver alguma energia residual no sensor, esta é descarregada por um brilho intenso de luz halogenada, podendo-se então reutilizá-la inúmeras vezes.

A Soredex Finndent, Orion Corporation, Helsink, Finland lançou em 1994 no mercado, um equipamento de digitalização de imagem radiográfica direta denominado de DIGORA.

Seu processo de obtenção de imagem digitalizada difere dos sistemas que utilizam os sensores CCD (Charge-Couple Device).

O sistema possui uma placa óptica de sais de fósforo que se caracteriza por não possuir fio acoplado ao sensor e tem as seguintes dimensões: 30 x 40 mm ou 20 x 30 mm tendo uma área ativa maior que o CCD e semelhante à do filme convencional. Quando a placa óptica de fósforo é exposta à radiação X, certa quantidade de energia fica armazenada na sua superfície formando uma imagem latente, através de um fenômeno denominado de luminescência foto estimulante na sua superfície ativa (partículas embebidas em um polímero umidificador e colocado em uma base plástica). A placa já exposta, então é colocada no interior do "scanner" do DIGORA, que inicialmente, realiza uma pré-leitura da imagem estimando a quantidade de radiação recebida. a imagem é calibrada e através de uma varredura a laser, a energia latente é liberada da placa, transformando os sinais analógicos em sinais digitais e enviados ao computador para exibição e armazenamento da imagem. Feito a leitura da placa óptica de fósforo, a energia residual do leitor é removida com a utilização de uma luz halogenada incidindo sobre a mesma.^(56,22)

KASHIMA²⁹ (1995) relata que o sistema DIGORA difere dos sensores CCD (Charge-Couple Device), fornecendo uma qualidade de imagem superior sob as mesmas condições.

O autor relatou que a radiografia digital produz imagens processando numericamente os radiogramas. Refere-se a radiografia computadorizada como sendo o método pelo qual a imagem radiográfica digital é obtida em uma placa plana de fósforo fotoestimulável, sendo esta a característica mais distinta do sistema. A placa de imagem, que substitui o filme convencional, é uma base de poliéster coberta de compostos de haletos cristalinos à base de flúor-haleta de bário “europium”-ativado (BaFBr:Eu²⁺). Quando o feixe de raios-X é irradiado em direção à placa, sua energia é temporariamente armazenada dentro dos cristais. Em seguida, um feixe de laser He-Ne é incidido sobre a placa, e a energia armazenada dos raios-X nos cristais é emitida como luz azul fluorescente. O resultado dos sinais ópticos fluorescentes é convertido então em sinais elétricos. Uma pequena quantidade de energia armazenada dos raios-X permanece na placa até mesmo após a imagem latente ter sido convertida em luz. Essa energia residual pode ser facilmente eliminada expondo-se a placa à luz do sol. Consequentemente, a placa pode ser repetidamente reutilizada. A correlação entre dose de radiação na placa e a quantidade de luminescência é linear com uma grande variação, tornando possível substituir precisamente a informação dos raios-X pela luminescência. Além da vantagem da ampla variação dinâmica, a radiografia computadorizada permite uma livre manipulação das imagens. O autor também descreveu as características do Sistema de Radiografia Computadorizada Intrabucal DIGORA. Diferentemente dos sistemas convencionais, que utilizam os sensores CCD, esse novo sistema fornece uma qualidade de imagem digital superior em condições semelhantes. A leitura da placa é realizada por um feixe de laser He-Ne, com tamanho de abertura de 70 µm. Comprovou que o sistema DIGORA é um excelente sistema digital de imagem radiográfica intrabucal e que o valor de diagnóstico das imagens

fornecidas pelo sistema é comparável ao das imagens dos filmes periapicais convencionais. O relacionamento entre as características anatômicas normais da mandíbula com as características que apresentam doença pode ser avaliado pelo sistema. Não há diferenças marcantes na detecção das cáries proximais entre as imagens do DIGORA e do filme convencional.

LUOSTARINEN et al.³⁴ (1995) realizaram um estudo em que comparavam o sistema digital DIGORA com o filme convencional de sensibilidade E., no diagnóstico de lesões ósseas periapicais. Concluíram que a resolução espacial do DIGORA ficou por volta de 6 pl/mm e a do filme em torno de 10 pl/mm, e que a resolução espacial do DIGORA é teoricamente suficiente para o diagnóstico das lesões ósseas periapicais.

BORG et al.⁴ avaliaram o sistema Sens-A-Ray e Visualix/VIXA II (sistemas CCD), Digora e o filme convencional de sensibilidade E., comparando entre si, a qualidade da imagem destes sistemas. Os resultados que chegaram foram que as radiografias realizadas pelo Digora alcançaram valores similares às do filme no que diz respeito à qualidade de imagem, enquanto que as imagens dos sensores CCD tiveram uma avaliação mais baixa. Eles concluem: “ A melhor qualidade de imagem e maior amplitude de exposição foi alcançada pelo sistema de armazenamento de fósforo, quando comparado ao filme e sistemas CCD”.

GRÖNDAHL et al.²² (1996) relataram que o DIGORA permite uma considerável redução da dose de radiação e é muito menos sensível às variações de exposição do que os sistemas CCD e o filme convencional, embora sua resolução espacial seja menor que as do filme convencional e os

sistemas CCD, sua qualidade de imagem é alta, provavelmente devido ao efeito da grande variação dinâmica da placa de imagem.

HUDA et al.²⁶ (1997) compararam o desempenho do sistema DIGORA com o filme radiográfico odontológico do grupo E. A resposta de cada sistema de imagem foi medida em função da exposição à radiação. Também foram feitas medidas do desempenho da imagem em termos de limite da resolução espacial e detectabilidade de baixo contraste. A placa de imagem tem uma maior variação dinâmica do que o filme. O limite de resolução espacial da placa de imagem foi de 6,5 pl/mm e independente da ampliação da imagem. Para o filme, o limite de resolução espacial variou de 11 a 20 pl/mm, dependendo da ampliação da imagem. Na mesma exposição radiográfica, a detectabilidade de baixo contraste da placa de imagem foi superior a do filme. Os maiores benefícios do sistema DIGORA incluem a eliminação do processo químico e a melhoria na detecção do baixo contraste.

YOSHURA et al.⁷⁸ (1999) realizaram um estudo com o propósito de comparar os dois tipos de filmes convencionais e quatro sistemas de radiografias digitais: CDR, DIGORA, DIXEL, SENS-A-RAY sem a camada de cintilador. Para este estudo foram utilizados sete observadores e dois tipos de imagem digital foram preparados para o teste de desempenho destes observadores: um com escalas cinzas originais e outra com aumento de contraste. Imagens com e sem aumento foram exibidos para os sete observadores. Avaliaram que todos os sistemas, exceto o DIGORA, mostraram melhor resultado do que o filme convencional de sensibilidade E. Com o aumento do contraste, todos os sistemas digitais, exceto o sistema Sens-A-Ray, mostraram visibilidade superior do que os filmes convencionais.

Com o CDR, DIGORA e sistemas do DIXEL, a exposição pode ser reduzida a um valor considerável mais baixo que os filmes convencionais, com uma maior retenção de informações. Finalizaram informando que os resultados fortemente sugerem que os sistemas digitais quando utilizados corretamente podem exceder o sistema de filmes convencionais na detecção de pequenas mudanças de massa.

Segundo seu fabricante, o sensor pode ser reutilizado pelo menos por 3.000 vezes e que sua vida útil depende mais da sua degradação mecânica do que o número de exposições que ele seja submetido e são utilizados embalagens protetoras de plástico para proteger os sensores de arranhões. O seu fabricante enumera várias vantagens deste sistema sobre a radiologia convencional, onde relata que o DIGORA encurta o tempo exigido para se radiografar e que a visualização da imagem radiografada no computador leva pelo menos 1 (um) minuto, o que economiza tempo e esforço envolvido no arquivamento e recuperação de informações, que a imagem pode ser processada e editada de várias maneiras, realizando ajuste de contraste, luminosidade, além de executar várias otimizações. A imagem também pode ser girada na direção desejada, obter negativos ou ampliar esta imagem usando um aumento de até 16 (dezesesseis) vezes, além de ter a facilidade de se realizar cópias impressas, redução do tempo de exposição do paciente aos raios-X, que pode ser de até 80% (oitenta por cento) menos que no método convencional, não há necessidade de substituir o equipamento atual de raios-X, custo operacional baixo e relatam também preços “atraentes” das placas ópticas de fósforo, não é necessário câmara escura, nem nenhum equipamento ou química de revelação. Não há necessidade de armazenar e nem se dispor de produtos químicos nocivos.⁽⁵⁵⁾

São especificações técnicas e requisitos do sistema DIGORA:

➤ Placa óptica de fósforo:

- Dimensões: 35 x45 x 1,6 mm 26 x 35 x 1,6mm
- Área da imagem: 30 x40 mm 21 x 30mm
- Tamanho da imagem: 422 x 560 pixels 292 x 416 pixels
- Tamanho do pixel: 70 x 70 μm ;
- Resolução: 6 pares de linha por milímetro (pl/mm);
- Dose recomendada: 20 a 50% da dose de exposição do raios-X tradicional.

➤ Dimensões do scanner:

- Largura: 452 mm;
- Profundidade: 483 mm;
- Altura: 135 mm;

- Peso: 20 kg.
- Configuração do Hardware recomendada:
- Micro 486 ou superior;
 - Monitor de vídeo com placa aceleradora: 1024 x 768 x 256;
 - Disco rígido com capacidade suficiente para armazenar imagens por no mínimo 3 (três) anos;
 - Dispositivo para fazer backup do disco rígido;
 - Monitor 17 polegadas.^(55,10)

Acompanhando o sistema DIGORA, vem um programa de processamento de imagens. Foi lançado recentemente no mercado um novo software, o “Digora for Windows 2.0”, onde além de tratar imagens intra-orais, também realiza tratamento de imagens panorâmicas digitais, cefalometria e imagens de tomografias. As combinações de imagens múltiplas podem ser realizadas no monitor com muitas configurações diferentes. Também imagens de câmeras intra-orais podem ser exibidas no monitor e armazenadas na base de dados do DIGORA.⁽⁵⁵⁾

Segundo WENZEL et al.⁷⁰ e MOYSTAD et al.⁴², a precisão do exame radiográfico aumenta com o processamento digital da imagem radiográfica e subjetivamente, a maioria dos examinadores prefere o processamento digital

da imagem radiográfica, e este processamento parece depender do procedimento de diagnóstico.

A DIGIDENT – Digital Imaging Technologies desenvolve e fabrica sistemas de formação de imagens digitais utilizando a tecnologia do PSP (Photo-Stimulating Phosphor) que são:⁽⁹⁾

CD-DENT que utiliza sensores PSP de tamanho padrão (40 x 30), infantil (30 x 21), interproximal (53 x 26), oclusal (76 x 57), com alta resolução (60 μ m), baixa dose de radiação.⁽⁹⁾

➤ Especificações:

- Resolução: 6-7 pl/mm;
- Tamanho do pixel: 60 μ m x 60 μ m;
- Tipo de placa: AGFA ADC-MD Hi Res (produzido e licenciado a DIGIDENT pela AGFA-GEVAERT A. G.)
- Tempo do exame: 60 segundos (115 para o tambor oclusal);
- Sistema operacional: Windows 95;
- Software: Dent-A-View;

- Dimensões: 36 x 36 x 18 cm (14" x 14" x 7");
- Voltagem: 115 ou 230 V.⁽⁹⁾

Também existe o PAXORAMA que utiliza o sistema PSP (Photo-Stimulating Phosphor) e é compatível com qualquer sistema de raios-X panorâmico e cefalométrico.⁽⁹⁾

➤ Especificações:

- Resolução: 4 pl/mm;
- Tamanho do pixel: 100 µm x 100 µm;
- Tamanho da placa: 300 x 150 mm (12" x 5")
250 x 200 mm (10" x 8");
- Tipo de placa: AGFA ADC-MD-10 (produzido e licenciado para a DIGIDENT pela AGFA-GEVAERT A. G.)
- Requisitos do computador: Pentium 133 ou acima com 64 MB de memória;
- Sistema operacional: Windows 95;
- Software: Dent-A-View;

- Dimensões: 43 x 51 x 21 cm (17"x 20"x 8");
- Voltagem: 115 ou 220V.⁽⁹⁾

COMBI-X também é um sistema fabricado pela DIGIDENT e utiliza o sistema de armazenamento de fósforo (PSP) e serve tanto para radiografias panorâmicas e cefalométricas, como também para todos os tamanhos de radiografias digitais intra-orais.⁽⁹⁾

➤ Especificações:

- Resolução: intra-oral: 6 a 7 pl/mm
panorâmico e cefalométrico: 4 pl/mm;
- Tamanho do pixel: intra-oral: 60 µm x 60 µm
panorâmico e cefalométrico: 100 µm x 100µm

➤ Tamanho das placas:

- Intra-oral: infantil: 30 x 21 mm
- Interproximal: 54 x 27 mm
- Oclusal: 76 x 57 mm

- Panorâmico e cefalométrico: 300 x 150 mm, 240 x 180 mm

➤ Tipo de placa:

- Intra-oral: AGFA ADC-MD Hi Res
- Panorâmico e cefalométrico: AGFA ADC-MD-10

(produzidos e licenciados para a DIGIDENT pela AGFA GEVAERT A. G.)

- Tempo de exame: intra-oral: 60 segundos (115 segundos para oclusal) e 300 segundos para o panorâmico e cefalométrico.
- Requisitos do computador: Pentium 133 ou acima com 64 MB de memória.
- Sistema operacional: Windows 95;
- Software: Dent-A-View;
- Dimensões: 41 x 51 x 21 cm (17" x 20" x 8");
- Voltagem: 115 ou 220 V.⁽⁹⁾

Segundo o fabricante, os sistemas de radiografias digitais produzidos por ela se adapta a qualquer equipamento de radiografia convencional, tendo como vantagem um baixo tempo de exposição do paciente à radiação e comparando este sistema com os fabricados pela GENDEX (DenOptix) e pela SOREDEX (Digora) , eles relatam que o DenOptix está 70% (setenta por cento) mais caro que o DIGIDENT e está limitado a radiografias intra-orais embora o DenOptix lançou recentemente no mercado o DenOptix Ceph que combinam intra-oral, panorâmico e cefalométrico e o Digora está 60% (sessenta por cento) mais caro que o DIGIDENT e está limitado a utilizar filmes de tamanhos padrão e infantil, sem oferecer os de tamanho oclusal e interproximal.⁽⁹⁾

O sistema de placa de fósforo, segundo a AGFA GEVAERT A. G., que fabrica as placas para a DIGIDENT ,afirma que não há limite para o número de tempos para a exposição da placa de armazenamento de fósforo, pois não existe mudança química para a aquisição de imagens, entretanto o uso impróprio da placa (acidentes mecânicos) podem danificá-los. O seu processo de reutilização é imediato, pois quando o scanner volta a zero, a imagem latente estará apagada, pronto para o uso novamente.⁽⁹⁾

Além do sistema Visualix/VIXA que é o sistema digital direto para radiografias intra-orais que utiliza sensor CCD, a Gendex lançou recentemente no mercado, um equipamento denominado de DenOptix que utiliza o sistema de armazenamento de fósforo (PSP).

O DenOptix é um equipamento de formação de imagem digital. Ele tanto pode ser usado para técnicas intra-orais como para técnica extra-orais.

Só ficou disponível no mercado em dezembro de 1998. Ele possui uma coleção de ferramentas que permitem controle de brilho, contraste, zoom, cores, medidas que facilitam bastante ao profissional. Utiliza o sistema de placa óptica de sais de fósforo que são flexíveis que podem ser posicionados nos aparelhos de raios-X convencionais exatamente igual aos filmes convencionais, não necessitando investir em um novo equipamento radiográfico. O sistema do DenOptix opera sob o controle de um software do próprio fabricante denominado VixWin que possui uma plataforma de formação de imagens para diagnóstico com diferentes dispositivos de apoio. De acordo com o fabricante o sistema DenOptix elimina custos e efetivamente pode reduzir em 90 % (noventa por cento) a radiação em comparação aos filmes convencionais de velocidade "D".⁽¹⁹⁾

Especificações Técnicas do DenOptix:

➤ Scanner do DenOptix;

- altura = 33,9 cm;
- largura = 49,3 cm;
- profundidade = 25,6 cm;
- peso (vazio) = 14 Kg;
- voltagem = 100-250v;
- frequência = 50/60 Hz.

➤ Sistema de formação de Imagem:

- tamanho do panorâmico = 15 x 30 cm e 5" x 12";
- tamanho do CEPH = 18 x 24, 20 x 25 (10");
- resolução = aproximadamente 4 pl/mm em 300 dpi;
- tamanho do intra-oral: equivalente aos filmes convencionais de tamanho 0, 1, 2, 3 e 4 com aproximadamente 9 pl/mm de resolução.⁽¹⁹⁾

A indústria Planmeca Group também lançou no mercado, equipamentos de radiografia digital intra-oral, panorâmico e cefalométrico que utilizam o sistema PSP (Photo-Stimulating Phosphor), que são o INTRASCAN , o INTRASCAN W e o MULTISCAN. Estes equipamentos são operados através do software DIMAXIS.⁽⁴⁶⁾

No INTRASCAN, são utilizados por vez somente 6 placas e no INTRASCAN W, pode ser utilizado por vez até 12 placas de fósforo. Utilizam todos os tamanhos dos filmes convencionais, sendo que o oclusal somente pode ser executado no INTRASCAN W.⁽⁴⁶⁾

➤ Especificações:

- Resolução: 6 a 7 pl/mm

- Tamanho do pixel: 60 μm ;
- Número de placas INTRASCAN 6 placas
por equipamento: INTRASCAN W 12 placas;
- Tipo de placa: AGFA ADC-MD-Hi Res;
- Tempo de exame: 60 Seg.⁽⁴⁶⁾

O MULTISCAN é utilizado em todos os tamanhos de radiografias panorâmicas, cefalométricas assim como radiografias intra-orais e podendo utilizar por vez até 20 placas em cada tambor.⁽⁴⁶⁾

➤ Especificações:

- Resolução: 6-7 pl/mm (intra-oral)
4 pl/mm (pan. e ceph)
- Tamanho do pixel: 60 μm (intra-oral)
100 μm (pan. e ceph)
- Tamanhos dos pratos:

infantil:	20 x 30 mm
padrão:	30 x 40 mm

bite-wing:	27 x 54 mm
oclusal:	50 x 70 mm
panorâmico:	150 x 300 mm
cefalométrico:	180 x 240 mm

- Tipo de placa:
AGFA ADC-MD Hi Res (intra-oral)
AGFA MD-10 (panorâmico e cefalométrico)
- Tempo de exame: 60 seg (intra-oral)
300 seg (panorâmico e
cefalométrico).⁽⁴⁶⁾

O problema da legalidade das imagens digitais, não é somente do setor odontológico, e sim de todas as atividades humanas, que utilizam em grande escala os computadores. Devido toda esta gama de interesses, devemos estar atentos, acompanhar, apoiar e direcionar os novos projetos de leis e regulamentações. Todavia, enquanto as novas regulamentações não chegam, temos a obrigação e o dever de cumprir à lei vigente e para isto quando utilizamos arquivos de computador , devemos imprimir e fazer o paciente ou responsável assinar, pois é a assinatura do paciente que dá validade ao documento, sem o qual ele nada vale, seja qual for a forma de apresentação. As radiografias tem peculiaridades próprias, independente que sejam digitais ou película convencional. O que tem maior validade é o laudo do radiologista, reconhecido pelo Conselho Federal de Odontologia, pois em caso de litígio, o paciente e o juiz, não tem conhecimentos para interpretar ou reconhecer uma radiografia. É o laudo do radiologista que se impõe.

As imagens digitais, sejam elas radiografias ou fotografias, são facilmente manipuladas ou alteradas em relação aos processos da película convencional. Entretanto estas modificações, quando grosseiras são facilmente identificadas quando as imagens são ampliadas. Quando as modificações são mais perfeitas, elas demandam mais tempo para sua composição e mesmo assim podem ser reconhecidas por um técnico. Quando a autenticidade de uma imagem é impugnada, o juiz ordena a realização de um exame pericial.

Transcrição do artigo do Código de Processo Civil:

Art. 385: “A cópia de documento particular tem o mesmo valor probante que original, cabendo ao escrivão, intimadas as partes, proceder a conferência e certificar a conformidade entre a cópia e o original”.

Parágrafo 1º : Quando se trata de fotografia, esta terá de ser acompanhada do respectivo negativo.

Parágrafo 2º : se a prova for uma fotografia publicada em jornal, exigir-se-ão o original e o negativo.

Entretanto verifica-se no artigo 383: “Qualquer reprodução mecânica, como fotografia, cinematografia, fonografia ou de outra espécie, faz prova dos fatos ou das coisas apresentadas, se aquele contra quem foi produzida lhe admitir a conformidade.

Parágrafo único: Impugnada a autenticidade da reprodução mecânica, o juiz ordenará a realização de exame pericial”.

Nota-se nestes artigos, que a necessidade do original, quanto à reprodução mecânica de documentos, não se refere exclusivamente a imagens digitais, mas também as fotografias feitas no sistema antigo. A verdade é que as imagens digitais são uma realidade da tecnologia moderna e a tendência é serem utilizadas com uma frequência cada vez maior. Hoje tem sua legalidade contestada, mas com a proliferação do seu uso, poderão ter sua imposição determinada.

O Conselho Federal de Medicina, atualmente permite que o laudo do radiologista seja entregue ao destinatário devidamente assinado e o arquivamento do laudo possa ser guardado de forma digital, sem assinatura. Em caso de litígio, o documento é impresso e assinado pelo radiologista.

As profissões médicas e odontológica estão cada vez mais expostas ao risco de ação judicial pelos pacientes e é a radiografia que compoem evidência importante para as partes envolvidas. Atualmente, com o surgimento de sistemas de radiografias digitais, onde estas imagens podem ser deletadas da ficha do paciente, alteradas, manipuladas, utilizando softwares de processamento de imagens largamente disponíveis no mercado. Diferente das radiografias convencionais, estas imagens podem ser alteradas com vantagem para uma ou outra parte no processo odonto-legal. E isto nos leva a um problema ético muito grave, sob vários aspectos: 1) As imagens podem ser deletadas das fichas do paciente, por má fé ou necessidade de liberação de espaço no disco rígido do computador (pode ser realizado cópias em disquetes). Surgem aí algumas considerações, pois existem regulamentações que obrigam o profissional a manter o seu arquivo durante um determinado

período após o tratamento; 2) A exportação das imagens para processadores de imagens e suas manipulações, provocando uma falsificação da imagem original, perante a justiça para benefício de um ou de outrem em processos legais.

O que hoje em dia se questiona e exige-se, é um posicionamento e atitudes dos fabricantes destes sistemas, para que incorporem meios de impedir que estas alterações sejam realizadas nas radiografias digitais originais.⁽³²⁾

4-DISCUSSÃO

Técnicas e sistemas de obtenção de imagens radiográficas digitalizadas ainda são muito recentes e vários estudos têm sido realizados desde seu surgimento nos seus mais diferentes aspectos.

GRÖNDAHL²¹ (1992) faz uma série de questionamentos onde ele questiona o futuro da radiologia digital odontológica. “O futuro desenvolvimento da direção escolhida da radiologia dental digital, deveria ser direcionada para uma radiologia sem filme? Deveria ser dirigida para uma mistura de sistema sem filme e sistema híbrido com o desenvolvimento de técnicas de digitalização e de fácil armazenamento? Outra pergunta importante é: para quem deve ser direcionado um sistema digital? Para o clínico geral, o especialista em radiologia ou ambos? Estariam ambas categorias interessadas e instruídas o bastante para tirar vantagem disto, incluindo as possibilidades de processamento de imagens? Será possível ensinar os estudantes em radiografia digital quando se julga por vários estudos, que não tem sido possível educá-los o suficiente para utilizar os sistemas de tecnologia simples atuais? Estariam os clínicos interessados em uma tecnologia sofisticada quando muitos não parecerem capazes ou preocupados o bastante no uso correto das técnicas convencionais? Será que devemos defender os sistemas digitais exatamente devido as razões acima mencionadas?”. Além desses questionamentos o autor também relata que uma das vantagens do sistema digital é a eliminação do tempo que consome o procedimento da câmara escura que freqüentemente não produz uma alta

qualidade de radiografia. A redução da dose de radiação é outra vantagem do sistema digital, embora a área tem de ser restringida para corresponder ao tamanho do sensor e que as imagens digitais poderiam ser ideais para criação de bancos radiográficos a serem usados com propósitos educacionais. O autor relata também que uma razão comum nos fracassos de diagnóstico em radiografias digitais pelo sistema direto é a cobertura insuficiente de áreas de interesse fazendo com que lesões de osso extensas sejam difíceis de avaliar e às vezes até mesmo de descobrir, isto devido ao tamanho reduzido dos sensores. Devido a estes questionamento e fatores relacionados o autor resume que a radiografia digital ainda se encontra em sua infância e que o seu desenvolvimento deveria ser criticamente analisado por membros da comunidade da radiologia dental.

COLEMAN et al.⁵ (1994) destacam: “Os computadores na nossa prática odontológica, temos as seguintes opções: abraçar esta tecnologia como forma de sobrevivência ou rejeitá-la, ficando de lado sem prosperar.”

HORNER et al.²⁴ (1996) apresentaram em um trabalho alguns exemplos de imagens clínicas produzidas por radiografia computadorizada em que demonstram a facilidade com que as radiografias odontológicas digitais podem ser manipuladas, quer para acrescentar, quer para retirar informação e referem que estas ações são facilmente levadas a cabo, com a ajuda dos referidos programas, mesmo por pessoas sem experiência na interpretação de radiografias dentárias. É de presumir que uma tal capacidade se preste a uma manipulação menos escrupulosa da imagem, representando assim um risco no julgamento correto dos casos médicos-legais. Os autores propõe que os fabricantes deste equipamento radiográfico digital incorporem meios que

permitam identificar a imagem original ou que permitam guardar de forma permanente todas as imagens.

❖ Comparando os sistemas que utilizam sensores CCD com os filmes radiográficos convencionais temos as seguintes vantagens e desvantagens:

➤ **Vantagens:**

- menor tempo de exposição do paciente à radiação;
- não utiliza soluções para processamento e não utiliza câmaras escuras;
- grande redução do tempo de trabalho;
- a imagem se forma quase que instantaneamente no monitor;
- as imagens podem ser ampliadas na sua totalidade ou parcialmente;
- as imagens podem ser invertidas, tanto na posição como no contraste;
- pode se realizar um controle do brilho e contraste;
- ocorre uma maior inter-relação entre os profissionais;
- realiza mensurações de tamanhos de lesões e dentes , assim como determina a densidade óssea.

➤ **Desvantagens:**

- tem um alto custo inicial;
- a área de abrangência é menor ;
- devido o tamanho reduzido dos sensores, temos que aumentar o número de tomadas;

- tem uma menor nitidez;
- tempo maior para treinamento de pessoas capacitadas para operar o equipamento;
- pelo tamanho do sensor, tem acesso difícil nas regiões posteriores;
- não tem valor legal.

❖ Comparando os sistemas de armazenamento de fósforo (PSP) e os filmes radiográficos convencionais temos:

➤ **Vantagens:**

- redução acentuada da dose de radiação a que o paciente é exposto;
- a imagem fica pronta em aproximadamente 30 segundos;
- pode ser realizado a manipulação de imagens, utilizando processadores de imagem;
- não há sub ou super exposição do paciente à radiação;
- não utiliza câmaras escuras nem soluções para processamento;

➤ **Desvantagens:**

- tem um alto custo;
- tem menor resolução espacial;
- não tem valor legal.

❖ Analisando o sistema de radiografia digital que utiliza o sistema CCD e o sistema de armazenamento de fósforo, podemos dizer que o sistema à base de fósforo são mais lentos que os sistemas CCD.

- ❖ De uma forma geral os dois sistemas digitais (CCD e PSP), apresentam as seguintes vantagens sobre a película radiográfica convencional:
 - o tempo de trabalho desde a exposição à sua visualização da imagem é reduzido consideravelmente;
 - a dose de radiação X necessária para a obtenção da imagem vai de 6 a 50 por cento da dose necessária para a radiografia convencional com películas de sensibilidade E;
 - o custo das películas, dos líquidos de processamento e do equipamento necessário para o processamento laboratorial são eliminados;
 - os problemas ambientais da eliminação dos líquidos de processamento são evitados;
 - as imagens podem ser armazenadas eletronicamente ou em papel;
 - as imagens podem ser manipuladas utilizando determinadas funções de programas de processamento de imagens;

5-CONCLUSÃO

Analisando o importante papel da radiografia na complementação do diagnóstico, os novos sistemas de radiografias digitais deveriam melhorar as possibilidades de se realizar um diagnóstico preciso, aliado a outras vantagens como ter um menor custo.

A aplicação da tecnologia dos computadores à radiologia permitem a aquisição, manipulação, armazenamento e transmissão da imagem para locais distantes, na forma digital, mas apesar destes avanços, devemos observar que as radiografias digitais não se sobressaem às radiografias convencionais, pois mesmo com todos estes aparatos eletrônicos, podemos ter grandes falhas de diagnóstico quando o mesmo é executado por profissionais sem o conhecimento do sistema de captação de imagens e não possuem experiência profissional na área de informática.

Embora todos os sistemas radiográficos digitais estejam sendo cada vez mais utilizados por profissionais, existe pouca informação sobre sua eficiência clínica, sendo a maioria dos estudos baseado em estudos experimentais laboratoriais. Todos estes estudos mostraram existir ora vantagem para o sistema de radiografia digital, ora vantagem para o sistema de radiografia convencional e às vezes nenhuma diferença entre eles. Existe a necessidade de se realizar estudos clínicos para se determinar em que medida os novos sistemas digitais alteram o diagnóstico e o tratamento quando comparados aos métodos convencionais.

Além disto, o alto custo, a veracidade e confiabilidade das imagens armazenadas, nos leva a utilizar estes equipamentos com uma certa ressalva, mas a evolução o qual chamam de “Radiologia do Futuro” ou “Radiologia do Terceiro Milênio”, tem suas vantagens em alguns casos para seu uso clínico e poderiam ser utilizados em parceria com o sistema radiográfico convencional.

6-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

1. BENZ, C. et al. Evaluation of the new RadioVisioGraph system image quality. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, Saint Louis, v.72, n.5, p.627-631, Nov. 1991.
2. _____. et al. Evaluation of the new radiovisiography system. Dtsch Zahnarztl Z, Munchem, v.45, p.728-729, Nov. 1990.
3. BOEL, K. et al. Diagnostic accuracy of direct digital dental radiography for the detection of periapical bone lesions. Overall comparison between conventional and direct digital radiography. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, Saint Louis, v.82, p.334-350, 1996.
4. BORG, E. et al. On the dynamic range of different X-ray photon detectors in intra-oral radiography. A comparison of image quality in film, Charge-couple device and storage phosphor systems. Dentomaxillofac Radiol, Oxford, v.25, n.2, p.82-88, Apr. 1996.

* De acordo com a NBR 6023, de 1989, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Abreviatura do periódicos em conformidade com o Medline.

5. COLEMANS, S. et al. Computer aided diagnosis and treatment planning. Curr Opin Cosmet Dent, Philadelphia, p.113-122, 1994.
6. [CYGNUS IMAGING] Disponível na World Wide Web: <http://www.cygnusimaging.com>.
7. DAGENAIS, M.E. et al. Receiver operating characteristics of RadioVisioGraphy. Oral Surg Oral Med Oral Radiol Endod, Saint Louis, v.79, n.2, p.238-245, Feb. 1995.
8. [DENT-X] Disponível na World Wide Web: <http://www.dent-x.com>
9. [DIGIDENT] Disponível na World Wide Web: <http://www.digident.co.il>.
10. DIGORA Instruction Manual, Soredex, Finlândia, 1994.
11. [DMD-DENTAL/MEDICAL DIAGNOSTIC SYSTEMS] Disponível na World Wide Web: <http://www.dmdcorp.com>
12. DOVE, S.B. et al. A comparison of conventional intra-oral radiography and computer imaging techniques for the detection of proximal surface dental caries. Dentomaxillofac Radiol, Oxford, v.21, n.3, p.127-134, Aug. 1992.

13. DUNN, S.M. et al. Digital Radiology – facts and fictions. J Am Dent Assoc, Chicago, v.124, p.39-46, Dec. 1993.
14. FARMAN, A.G. et al. Computed dental radiography: evaluation of a new Charge-couple device based intraoral radiography system. Quintessence Int, Berlim, v.26, n.6, p.399-404, June 1995.
15. _____. et al. Digital Imaging in Craniomandibular Praticce. Cranio, Baltimore, v.11, n.3, p.161-163, July 1993.
16. FARMAN, T.T. et al. Optical densities of dental resin composites: a comparison of CCD, storage phorsphor and Ektaspeed plus radiographic film. Gen Dent, Chcago, p.532-537, Nov.-Dec. 1996.
17. [FIMET] Disponível na World Wide Web: <http://www.fimet.fi>
18. FURKART, A.J. et al. Direct digital radiography for the detection of periodontal bone lesions. Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, Saint Louis, v.74, n.5, p.652-660, Nov. 1992.
19. [GENDEX] Disponível na World Wide Web: <http://www.gendex-dental.com>.
20. GOSHIMA, T. et al. Sensitometric response of the Sens-A-RAy, a charge-couple imaging device, to changes in beam energy. Dentomaxillofac Radiol, Oxford, v.25, n.1, p.17-18. Jan. 1996.

21. GRÖNDAHL, H.G. Digital radiology in dental diagnosis: a critical view. Dentomaxillofac Radiol, Oxford, v.21, p.198-202, Nov. 1992.
22. _____. et al. An image plate system for digital intra-oral radiography. Dent Update, Guilford, v.23, n.8, p.334-337, Oct. 1996.
23. GÜRDAL, P. et al. Comparison of two methods for radiometric evaluation of resin-based restorative materials. Dentomaxillofac Radiol, Oxford, v.27, p.236-239, 1998.
24. HORNER, K. et al. The potential medico-legal implications of computed radiography. Br Dent J, London, v.180, n.7, p.271-273, Apr. 1996.
25. _____. et al. Radio visio graphy: An initial Evaluation. Br Dent J, London, v.168, n.24, p.244-248, Mar. 1990.
26. HUDA, W. et al. Comparison of a photostimulate phosphor system with film for dental radiology. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, Saint Louis, v.83, n.6, p.725-732, Jun. 1997.
27. [INSTRUMENTARIUM IMAGING] Disponível na World Wide Web: <http://www.instrumentarium.fi>

28. JAMES, M.E. et al. Interpretation of periapical lesions comparing conventional, direct digital and telephonically transmitted Radiographic Images. J Endod, Baltimore, v.24, n.4, p.262-266, 1998.
29. KASHIMA, I. Computed radiography with photostimulate phosphor in oral and maxillofacial radiology. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, Saint Louis, v.80, n.5, p.577-598, Nov. 1995.
30. KASSEBAUM, D.K. et al. Spatial Resolution Requirements for Digitalizing Dental Radiographs. Oral Sug Oral Med Oral Pathol, Saint Louis, v.67, n.6, p.760-769, June 1989.
31. KATRIEN, H.V. et al. Estimating Distances On Direct Digital Images And Conventional Radiographs. J Am Dent Ass, Chicago, v.128, p.439-443, 1997.
32. [LEGALIDADE] Disponível na Word Wide Web:
<http://www.bolacel.com.br/cleber>
33. LIPPS, K. et al. Operative radiology for endodontics: direct digitization versus film receptors. Amer Acad Oral Max Fac Rad, 11, 1990.
34. LUOSTARINEN, T. et al. Comparison of intra-oral digital and film radiography for diagnosis of periapical bone lesions. Dentomaxillofac Radiol, Oxford, v.24, n.2, p.92-93, 1995.

35. [MEDIZINRECHNER] Disponível na World Wide Web:
<http://www..medizinrechner.com>.
36. MCDONALD, N.J. Radiographic and electronic diagnostic systems.
Alpha Omegan, New York, v.84, n.4, p.45-48, 1991.
37. MCDONNELL, D. et al. An evaluation of the Sens-A-Ray digital dental imaging system. Dentomaxillofac Radiol, Oxford, v.22, n.3, p.121-126, Aug. 1993.
38. MISTAK, E.J. et al. Interpretation of periapical lesions comparing conventional, direct digital and telephonically transmitted radiographic images. J Endod, Baltimore, v.24, n.4, p.262-266, Apr. 1998.
39. MOLTENI, R. Direct Digital Dental X-Ray Imaging with Visualix/VIXA, Oral Surg Oral Med Oral Pathol. Saint Louis, v.76, n.2, p.235-243, Aug. 1993.
40. MOORE, W.S et al. Comparison of modern imaging systems for the detection of proximal caries. Dentomaxillofac Radiol, Oxford, v.27, p.122, 1998.
41. MOUYEN, F. et al. Presentation and Physical evaluation of RadioVisioGraph. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, v.68, n.2, p.238-242, Aug. 1989.

42. MOYSTAD, A. et al. Detection of approximal caries with a storage phosphor system. A comparison of enhanced digital images with dental X-ray film. Dentomaxillofac Radiol, Oxford, v.25, n.4, p.202-206, Sept. 1996.
43. MUNETAKA N. et al. Observer agreement in the detection of proximal caries with direct digital intraoral radiography. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, Saint Louis, v.85, p.107-112, 1998.
44. NELVIG, P. et al. Sens-A-Ray. A new system for direct digital intraoral radiography. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, Saint Louis, v.74, n.6, p.818-823, Dec. 1992.
45. NICOPOULOU-KARAYIANNI, K. et al. Diagnosis of alveolar bone changes with digital subtraction images and conventional radiographs, Oral Surg Oral Med Oral Pathol, Saint Louis, v.72, n.2, p.251-256, Aug. 1991.
46. [PLANMECA] Disponível na World Wide Web:
<http://www.planmeca.com>.
47. PRICE, C. et al. A comparison of a film-based and a direct digital dental radiographic system using a proximal caries model. Dentomaxillofac Radiol, Oxford, v.26, p.45-52, 1997

48. RAZMUS, T.F. et al. Caries, periodontal disease and periapical changes. Dent Clin North Am, Philadelphia, v.38, n.1, p.13-31, Jan. 1994.
49. RUSSEL, M. et al. Radiovisiograph – a preliminary subjective assessmet in a hospital dentistry department. Int J Paediatr Dent, Oxford, v.3, n.2, p.77-82, Jun. 1993.
50. SANDERINK, G.C.H. et al. Image quality of direct digital intraoral x-ray sensors in assessing root canal lenght. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, Saint Louis, v.78, n.1, p.125-132, July 1994.
51. [SCHICK] Disponível na World Wide Web: <http://www.schicktech.com>.
52. SEWELL, C.M.D. et al. Princípios de produção da imagem digitalizada. RPG, v.4, n.1, p.55-58, Jan./Mar. 1997.
53. SHEARER, A.C. et al. Radiovisiograph for length estimation in root canal treatment: an in vitro comparison with conventional radiograph. Int Endod J, Oxford, v.24, n.5, p.233-239, Sept. 1991.
54. [SIRONA] Disponível na World Wide Web: [http://www.sirona .de](http://www.sirona.de)
55. [SOREDEX] Disponível na World Wide Web: <http://www.soredex.com>.

56. SUANAES, D.B. et al. Intraoral storage phosphor radiography for approximal caries detection and effect of image magnification: comparisons with conventional radiography. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, Saint Louis, v.82, p.94-100, July 1996.
57. [TROPHY] Disponível na World Wide Web:
<http://www.trophy.imaging.com>
58. VAN DER STELT, P.F. et al. Computer-aided interpretation and quantification of angular periodontal bone defects on dental radiographs. IEEE Trans Biomed Eng, New York, v.38, n.4, p.334-338, Apr. 1991.
59. VANDRE, R.H. et al. Future Trends in Dental Radiology. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Radiol Endod, Saint Louis, v.80, n.4, p.471-478, Oct. 1995.
60. VERSTEEG, C.H. Efficacy of digital intra-oral radiography in clinical dentistry. J Dent, Kidlington, v.25, n.3/4, p.215-224, May-July 1997.
61. _____. et al. An evaluation of periapical radiography with a Charge-couple device. Dentomaxillofac Radiol, Oxford, v.27, p.97-101, 1998.

62. VERSTEEG, C.H. et al. Impact of scale standardization on images of digital radiography systems. Dentomaxillofac Radiol, Oxford, v. 26, p. 337-343, 1997.
63. _____. et al. Reduction in size of digital images: does it lead to less detectability or loss of diagnostic information? Dentomaxillofac Radiol, Oxford, v.27, p.93-96, 1998.
64. [VILLA SYSTEM MEDICALLE]Disponível na World Wide Web:
<http://www.villasm.com>
65. WALKER, A. et al. Quantitative Assesmet of a New Dental Imaging System, Br J Radiol, London, v.64, n.762, p.529-536, June 1991.
66. WELANDER, U. et al. Basic technical properties of a system for direct acquisition of digital intraoral radiographs. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, Saint Louis, v.75, n.4, p.506-516, Apr. 1993.
67. WENZEL, A. Digital radiography and caries diagnosis. Dentomaxillofac Radiol, Oxford, v.27, n.1, p.3-11, Jan. 1998.
68. _____. Sensor noise in direct digital imaging (the RadioVisioGraph, Sens-a-Ray and Visualix/Vixa systems) evaluated by subtraction radiograph. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, Saint Louis, v.77, n.1, p.70-74, Jan. 1994.

69. WENZEL, A. et al. Accuracy of caries diagnosis in digital images from Charge-couple device and storage phosphor systems: an "in vitro" study. Dentomaxillofac Radiol, Oxford, v.24, n.4, p.250-254, Nov. 1995.
70. _____. et al. Depth of occlusal caries assessed clinically, by conventional film radiographs, and by digitized, processed radiographs. Caries Res, Basel, v.24, n.5, p.327-333, Sept. 1990.
71. _____. et al. Detection of occlusal caries without cavitation by visual inspection, film radiographs, xeroradiographs, and digitized radiographs. Caries Res, Basel, v.25, n.5, p.365-371, Sept. 1991.
72. _____. et al. Developments in radiographic caries diagnosis. J Dent, Guilford, v.21, n.3, p.131-140, Jun. 1993.
73. _____. et al. Direct digital radiography in the dental office. Int Dent J, Guilford, v.45, n.1, p.27-34, Feb. 1995.
74. _____. et al. Perception of image quality in direct digital radiography after application of various image treatment filters for detectability of dental disease. Dentomaxillofac Radiol, v.22, n.3, p.131-134, Aug. 1993.
75. _____. et al. Validity of diagnosis of questionable caries lesions in occlusal surfaces of extracted third molars. Caries Res, Basel, v.26, n.3, p.188-194, May. 1992.

76. WHITE, S.C. et al. Comparative performance of digital and conventional images for detecting proximal surface caries. Dentomaxillofac Radiol, Oxford, v.26, p.32-38, 1997.
77. YOKOTA, E.T. et al. Interpretation of periapical lesions using Radiovisiography. J Endod, Baltimore, v.20, n.10, p.490-494, Oct. 1994.
78. YOSHURA, K. et al. Assesement of image quality in dental radiography, part 2: optimum exposure conditions for detection of small mass chenges in 6 intraoral radiography systems. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, Saint Louis, v.87, n.1, p.123-129, Jan. 1999.