



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
CAMPUS PROFESSOR ANTÔNIO GARCIA FILHO  
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA DE LAGARTO**

**JORDANA SANTOS DANTAS**

**RADIOGRAFIAS DIGITAIS: REVISÃO DE LITERATURA**

**LAGARTO  
2020**

**JORDANA SANTOS DANTAS**

**RADIOGRAFIAS DIGITAIS: REVISÃO DE LITERATURA**

Trabalho apresentado ao Departamento de Odontologia da Universidade Federal de Sergipe como requisito parcial à obtenção do grau de Cirurgiã dentista.

**Orientador:** Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Luciana Barreto Vieira Aguiar

**LAGARTO  
2020**

**JORDANA SANTOS DANTAS**

**RADIOGRAFIAS DIGITAIS: REVISÃO DE LITERTURA**

Trabalho apresentado ao Departamento de Odontologia da Universidade Federal de Sergipe como requisito parcial à obtenção do grau de Cirurgiã dentista.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Luciana Barreto Vieira Aguiar(Orientador).  
Departamento de Odontologia/UFS – Campus Lagarto.

---

Prof. Dr. Felipe Rodrigues de Matos (Examinador 1).  
Departamento de Odontologia/UFS – Campus Lagarto.

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Juliana Yuri Nagata (Examinador 2).  
Departamento de Odontologia/UFS – Campus Lagarto.

*Dedico este trabalho a Deus por estar  
comigo em todos os momentos, e ter me  
dado a força necessária para concretizar  
meus objetivos. A Ele toda a minha  
gratidão.*

## AGRADECIMENTO ESPECIAL

*A Prof. Dr. Luciana por ser um exemplo de profissional, pela confiança e dedicação na realização deste trabalho.*

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, por serem exemplo de amor, dedicação e companheirismo, eles que abriram mão dos próprios sonhos para que eu pudesse realizar os meus, não há palavras que possam expressar meu amor e gratidão.

Aos meus irmãos, por toda amizade e cumplicidade, vocês foram essenciais nessa caminhada.

Ao meu noivo, por todo apoio, carinho e amor e ter compreendido que minha ausência tinha um propósito maior, minha formação.

Aos amigos que estiveram comigo durante todos esses anos de faculdade e àqueles que por algum motivo seguiram caminhos diferentes.

**Muito Obrigada!**

## **AGRADECIMENTOS INSTITUCIONAIS**

**À Universidade Federal de Sergipe (UFS)** Campus Professor Antônio Garcia Filho, aos docentes do Departamento de Odontologia por transmitir seus conhecimentos durante todos esses anos de graduação, nos capacitando para que como cirurgiões dentistas possamos, atender nossos pacientes da forma mais adequada e humanizada possível.

## RESUMO

### RADIOGRAFIAS DIGITAIS

Desde a descoberta da radiação, a radiologia tem passado por grandes transformações. A descoberta de novos métodos de avaliação das estruturas em sua totalidade tem oferecido aos profissionais das várias áreas a capacidade de análises cada vez mais precisas e acuradas. Assim deu-se o surgimento da imagem digital, no qual a utilização do filme convencional, foi sucedido por sensores digitais, oferecendo um dinamismo maior à imagem. O presente trabalho foi realizado por meio de revisão de literatura objetivando estudar o princípio de formação da imagem digital, os sistemas digitais diretos e semi-diretos mais utilizados (CCD, PSP), suas vantagens, limitações, aplicação e diagnóstico na Odontologia. Em conclusão a radiografia digital, possibilitou a eliminação de vários processos, como a utilização de soluções químicas, diminuição do tempo gasto, além da necessidade de várias repetições de exames o que vem tornando os diagnósticos cada vez mais precisos. Além de auxiliar no diagnóstico de lesões de cariosas, na endodontia, periodontia, cirurgia, patologia e ortodontia. Suas vantagens sobrepõem-se as desvantagens, tornando assim a radiografia digital um métodos mais eficazes para diagnósticos imaginológicos na Odontologia.

**Palavras-chave:** Imagem digital; sensores digitais; diagnóstico.

# **ABSTRACT**

## **DIGITAL RADIOGRAPHIES**

Since the discovery of radiation, radiology has undergone major changes. The discovery of new methods for evaluating structures in their entirety has offered professionals in various areas the ability to analyze more and more precise and accurate. Thus, the digital image emerged, in which the use of conventional film was succeeded by digital sensors, offering greater dynamism to the image. The present work was carried out through a literature review aiming to study the principle of digital image formation, the most used direct and semi-direct digital systems (CCD, PSP), their advantages, limitations, application and diagnosis in Dentistry. In conclusion, digital radiography made it possible to eliminate several processes, such as the use of chemical solutions, decrease the time spent, in addition to the need for several repetitions of tests, which has been making the diagnoses more and more accurate. In addition to assisting in the diagnosis of carious lesions, in endodontics, periodontics, surgery, pathology and orthodontics. Its advantages outweigh the disadvantages, thus making digital radiography a more effective method for imaging diagnostics in Dentistry.

**Keywords:** Digital image; digital sensors; diagnosis.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Composição da imagem digital - Fonte: PHAROAH (2007)	15
Figura 2 – Sistema CCD	18
Figura 3 – Sistema PSP (placa de fósforo)	20

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2 OBJETIVO GERAL.....</b>	<b>14</b>
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>15</b>
3.1 PRINCÍPIOS DA FORMAÇÃO DA IMAGEM DIGITAL.....	15
3.2 CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE IMAGEM DIGITAL.....	16
3.2.1 Sistema de Aquisição Direto.....	17
3.2.2 Dispositivo de carga acoplada (CCD).....	17
3.2.3 Semicondutores de óxido de metal complementares (CMOS).....	18
3.2.4. Dispositivo de injeção de carga (DIC).....	18
3.2.5 Sistema de aquisição Semi-Direto.....	19
3.2.6 Placa de fósforo fotoativada (PSP).....	19
3.3 VANTAGENS E LIMITAÇÕES DOS SISTEMAS DIGITAIS.....	20
3.4 MANIPULAÇÃO DA IMAGEM DIGITAL E APLICAÇÃO NA ODONTOLOGIA.....	21
3.5 COMPARAÇÃO DA ACURÁCIA DE DIAGNÓSTICO ENTRE SISTEMAS DIGITAIS.....	22
<b>4 METODOLOGIA.....</b>	<b>22</b>
<b>5 DISCUSSÃO.....</b>	<b>23</b>
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>27</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>28</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Em 1895, precisamente no dia 8 de Novembro o professor Alemão Wilhelm Conrad Rontgen, descobriu os “Raios-X”, os filmes empregados em radiografias eram fotográficos. No dia 22 do mesmo mês, exatamente quatorze dias após a descoberta de Rontgen, o Dr. Otto Wallkhoff da Alemanha fez a primeira radiografia odontológica, com uma exposição de 25 minutos em sua própria boca (FREITAS, 2004.). Desde a descoberta da radiação, a radiologia tem passado por grandes transformações. O descobrimento de novos métodos de avaliação das estruturas em sua totalidade tem oferecido aos profissionais das várias áreas (Engenharia, Medicina, Odontologia, etc.) a capacidade de análises cada vez mais precisas e acuradas. (CAVALCANTI, 2010). A única opção de receptor de imagem por décadas foi o filme intraoral convencional. Entretanto, como a radiologia está em constante evolução, para facilitar a obtenção de radiografias com um tempo bem menor, além de melhorar a qualidade da imagem com interpretações mais precisas, com dose reduzida de radiação, foram realizados inúmeros estudos. Assim deu-se o surgimento da imagem digital. Em 1982 Mouyen apresentou o primeiro sistema digital para a realização de radiografia dental, no qual a utilização do filme tradicional como fóton-detector, foi sucedido por sensores digitais, oferecendo um dinamismo maior à imagem, o filme radiográfico é então substituído por um sensor para raios-X. O sinal é transitoriamente guardado nos sensores e transferido para o computador, que mostra a imagem que pode ser guardada, interpretada, manipulada e quantificada (ALMEIDA et al., 2003; MILHOMEM; EID, 2016; DÍAZ-FLORES-GARCÍA et al., 2017).

Uma vantagem importante dos receptores digitais é que eles requerem menor radiação que o filme, consequentemente menor dosagem ao paciente. O aperfeiçoamento em tecnologia despontado na Odontologia nos últimos dez anos, agregado ao fato de os computadores atualmente terem propriedade para apresentar e armazenar imagens com boa qualidade permitindo que os sistemas digitais tornem-se cada vez mais utilizados. Os dois diferentes sistemas de aquisição de imagem mais empregados são, o CCD (charge couple device) ou CMOS (complementary metal oxide Semiconductor) e os de armazenamento de fósforo (PSP). Estas tecnologias são classificadas em direta e semi-direta. Nos sistemas CCD OU CMOS ocorre o aparecimento da imagem digital no monitor logo após à exposição dos sensores aos

raios X. Já nos sistemas digitais semi-diretos, obtenção da imagem digital é dada por meio de placas de armazenamento de fósforo que, ao serem exibidas aos raios X, guardam uma imagem latente, a placa é inserida em um scanner para fazer a leitura e posteriormente pode ser visualizada na tela do computador (TAIÑA, 2000; FILHO et al, 2006; IKUTA, SALZEDAS, 2018).

Há incontáveis vantagens relacionadas à radiografia digital, dentre as quais podemos citar, a redução de até 90% na dose de radiação que é aplicada ao paciente; por ter a possibilidade de utilizar ferramentas que auxiliam a visualização da imagem pode melhorar sua observação pelos dispositivos que estão disponíveis nos softwares, como, zoom, ajuste de brilho, contraste, entre outras características como a obtenção quase instantânea da imagem; ausência do processamento químico dos filmes, o que em consequência irá reduzir problemas no meio ambiente e custos com filmes radiográficas e soluções reveladoras, além de ajustar um melhor acordo de radioproteção, em vista que irá reduzir a quantidade de repetições de radiografias devido a erros desta etapa da obtenção da imagem; armazenamento das imagens geradas pelo computador é facilitada; Possibilidade de transmissão via internet; Capacidade das imagens processadas digitalmente sofrer alteração das suas características de acordo com trabalho de diagnóstico, podendo desta maneira reduzir o número de repetições de exames; Possibilidade de utilização de programas de diagnóstico automatizados; Análises de densidade de áreas que são de interesse; Possibilidade de análises quantitativas (BIASE, 2003; SILVA, 2017).

Porém os sistemas digitais também tem suas desvantagens como o custo inicial para montagem relativamente alto, além de correr o risco do sensor ser danificado, ao se dobrar ou mordendo.

## 2 OBJETIVO GERAL

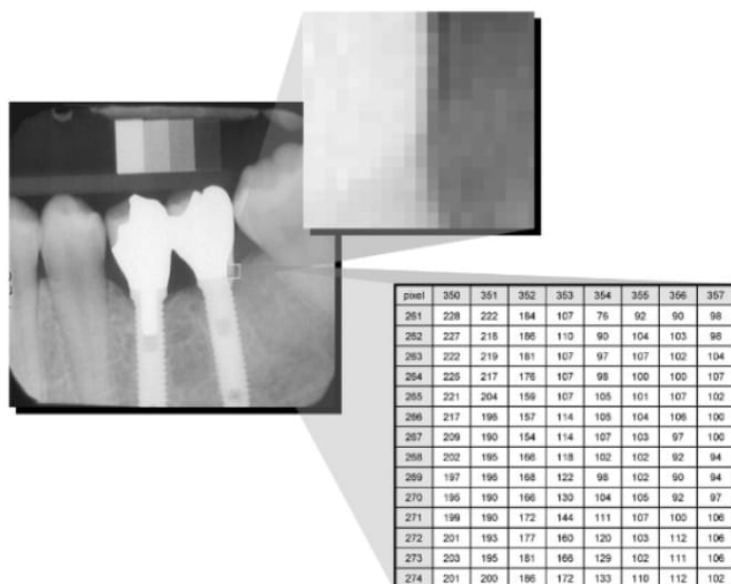
Esclarecer, através de uma revisão de literatura os sistemas digitais, suas vantagens, limitações e aplicação na odontologia.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 PRINCÍPIOS DA FORMAÇÃO DA IMAGEM DIGITAL

De acordo com Van Der Selt (2008) e Paroah (2007) uma imagem digital, é composta por um conjunto de pixels ordenados em filas (pares de linhas no sentido horizontal) e colunas (por pares de linhas no sentido vertical). As filas e colunas formam uma tabela. Cada pixel é caracterizado por três números: a coordenada x, a coordenada y e o valor em cinza. O valor de cinza é um número que corresponde à intensidade do raio-x naquele local durante a exposição do sensor.

Figura 1: Composição da imagem digital



Fonte: PHAROAH (2007)

Cada um desses pixels tem uma ordem de fila e de coluna que identifica unicamente sua localização na matriz. A formação de uma imagem digital requer vários passos, começando com processos analógicos. Em cada pixel de um detector eletrônico, a absorção dos raios X gera uma pequena voltagem. Maior quantidade de raios X gera uma voltagem mais alta e vice-versa (PHAROAH, 2007). A formação de uma imagem digital pede um método de conversão denominado analógico-digital (CAD) que se dá em dois estágios: amostragem e quantificação. A amostragem significa dividir a imagem original em amostras (quadrados pequenos) e ligar a cada um deles um número que represente a cor daquela parte da imagem. Isso faz com que retrate a imagem como uma associação de números que pode ser guardado na memória do computador (BISSOLI et al, 2007).

HAITER e MELO, (2010) explicam que o pixel é o ponto de resolução gráfica que se interpreta na menor fração de referência da imagem. Ao passo que empregamos letras (alfabeto) e seus sons e assim retratamos as informações em formato de palavras, o computador faz uso de uma linguagem binária para traduzir as informações que estão compreendidas nas imagens. São nos pixels que as informações correspondente aos tons de cinza podem ser vistas na tela do computador. Um ponto importante dos sistemas digitais é que neles o tamanho pixel é semelhante ao tamanho dos grãos de prata da emulsão do filme radiográfico convencional. Já a matriz corresponde a um agrupamento fixo de linhas e colunas de pixels que dão origem a imagem digital. Cada pixel tem sua localização na matriz. As matrizes 512 por 512 totalizando um valor superior a 262.144 pixels (1.048.576) e 2.048 por 2.048, com 4.194.304 milhões de pixels são as mais utilizadas nas radiografias digitais. Quanto maior é a matriz, maior será a aparência da imagem digital na tela do computador e conseqüentemente para armazená-la haverá a necessidade de um maior espaço de memória no computador.

Para se obter uma imagem digital que pode ser considerada de qualidade boa ela deve ser formada por centenas de milhares de pixels, cada um deles contendo uma soma com a informação de cor daquele local na imagem (TAIÑA, 2000).

### 3.2 CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS DE IMAGEM DIGITAL

Para, Pontual (2005) e Fenyo-Pereira (2015) existem 2 tipos de sistema de captura de imagens digitais:

- Sistemas digitais diretos: Utilizam sensores do tipo CCD (Dispositivo de carga acoplada) ou CMOS (Semicondutor de óxido metálico complementar), que expõem-se em duas categorias, sensores que se detém uma placa intensificadora adjunto ao CCD, e sensores de exibição direta, no qual a sensibilização faz-se diretamente pelos raios X. O sensor é colocado no interior da boca, e exposto os raios X. O sensor captura a imagem radiográfica e então transmite essa imagem ao monitor do computador;
- Sistemas digitais semi-diretos: nesse sistema a imagem digital é conseguida por meio de placas de armazenamento de fósforo que, ao serem exibidas aos raios X, guardam uma imagem latente, fazendo-se necessário scanear a placa para a visualização da imagem no computador.

Soares (2006) também afirmou que são três os métodos para se adquirir radiografias digitais: O que as imagens convencionais são digitalizadas e são resguardadas no computador através de arquivos, para uma futura averiguação, o método digital indireto. O semi-direto, que não se conecta ao computador por fio e sim a utilização de um sensor intrabucal de placa óptica que tem em sua constituição fósforo. E o direto, com um sensor CCD fixado a um fio que se liga a um computador, e a imagem aparece instantaneamente.

Ikuta e Salzedas (2018) citam que, no mercado as tecnologias mais utilizadas para aquisição das radiografias bucais são as diretas e semi-diretas, CMOS e PSP mais conhecidas como sensor a cabo e placa de fósforo.

### **3.2.1 Sistema de Aquisição Direto**

O CCD é assim chamado pela utilização um chip de silício que captura a imagem, com uma face ativa menor mesmo que externamente seja maior que o filme periapical. No conjunto em que se utiliza sensores e semicondutores, captura-se a imagem imediatamente em um sensor, com um fio condutor acoplado em que o CCD é conectado ao restante do equipamento diretamente ligado a um computador, por isso, a imagem fica disponível ao operador imediatamente após a o sensor ser sensibilizados pelos raios X. (ABRAHÃO et al.,2009; HAITER; MELO, 2010).

### **3.2.2 Dispositivo de carga acoplada (CCD)**

Foi o primeiro sensor a ser modificado para imagens intra-bucais. O CCD utiliza uma fina extensão de área como base para a formação da imagem. O dispositivo de carga acoplada é um chip de silicone puro que possui semi-condutores sensíveis à luz e aos próprios raios-x. São cobertos por uma face plástica inflexível, a qual apresenta uma média de 25 x 18 mm<sup>2</sup> de área definitiva e 8 mm de espessura, que se conecta ao computador por de um cabo, formando a parte ativa que faz a função do filme radiográfico. Neste caso, os sensores ou receptores são destinados à conversão direta da energia dos feixes de raios X em sinal eletrônico onde a carga ampliada e transformada pelo computador em um sinal digital que é exposto pelo monitor em questão de segundos (BOTELHO; MENDONÇA; CARDOSO, 2003).

O CCD é um circuito integrado que contém um número especificado de capacitores conectados ou acoplados, cada um dos quais pode transferir sua carga para outros capacitores dentro do circuito. É composto de 1,5 a 2,5 milhões de pixels de 20 a 70  $\mu\text{m}$  cada. Os pixels são dispostos em uma matriz, sobre a qual há uma camada de cintilação na qual os fótons de raios X atingem e são posteriormente convertidos em luz. Esta luz interage com o silício para criar um pacote de carga. Os pacotes de carga formados representam a imagem latente, cada carga é transferida para um amplificador de leitura por cabo, para um conversor analógico-digital do computador (BOCANEGRA, 2016).

Os elétrons que compõem o CCD de silício podem ser visualizados ao serem divididos em um arranjo de blocos ou elementos de figura conhecidos como pixels. Um pixel é uma pequena célula ou “casela” no interior da qual os elétrons produzidos pela exposição aos raios X são depositados. Um pixel é um equivalente digital do cristal de prata usado em uma radiografia convencional. Ao contrário da emulsão do filme, que contém um arranjo aleatório de cristais de prata, um pixel é estruturado em um arranjo organizado (JOEN; IANNUCCI, 2010).

Figura 2: Sistema CCD



Fonte: <https://cos.odo.br/2016/08/22/rx-digital-uma-nova-era-na-odontologia>

### 3.2.3 Semicondutores de óxido de metal complementares (CMOS)

De acordo com HAITER e MELO (2010) os receptores CMOS são estruturalmente similares aos dispositivos de carga acoplada (CCD), mas se diferenciam na forma com que o pacote de carga elétrica proveniente da ionização dos cristais de silício é propagado. Na matriz de cristais de silício do receptor CMOS, cada componente de imagem do cristal é separado, isto é, cada pixel é afastado do pixel que está próximo, sendo conectado justamente ao conversor. O datagrama de carga de cada pixel é transportado como uma voltagem separada, permitindo assim que o pixel seja avaliado de maneira individual. Ou seja, o sinal que representa o valor aceitável de cinza de cada pixel é lido isoladamente. A tecnologia CMOS é extensamente usada na construção de chips de unidades centrais de processamento, como também em detectores de câmera de vídeo, e é uma tecnologia mais barata do que a usada na construção de CCDs (PHAROAH,2007).

#### 3.2.4 Dispositivo de injeção de carga (DIC)

O CID é um conjunto bidimensional de detectores ópticos (pixels) construídos usando a tecnologia de circuito integrado semiconductor de óxido de metal (SIMS; DENTON, 1990).

Não se faz necessário o uso de computador para processamento de imagem. Esse sistema possui um sensor DIC de raios X, cabos e plugs que são inseridos na fonte de luz Reveal, na plataforma da câmara, as imagens são vistas no monitor do sistema em segundos (JOEN; IANNUCCI, 2010).

#### 3.2.5 Sistema de aquisição Semi-Direto

Nesse tipo de sistema o filme convencional é então trocado por placas fotoativadas (PSP) que, quando expostas aos raios X os absorvem e os armazenam, a imagem fica acondicionada na placa e, quando se manuseia com o paciente, quase não tem diferença dos métodos convencionais. Se faz necessário o escaneamento dessas placas, após a aquisição radiográfica, com um scanner a laser de hélio-neônio, para liberar a energia que foi guardada na forma de luz (ABRAHÃO et al.,2009; HAITER; MELO, 2010).

#### 3.2.6 Placa de fósforo fotoativada (PSP)

De acordo com Souza (2011) o sistema de aquisição semi-direto da imagem digital, utiliza placas de fósforo ou placas de fósforo fotoestimuladas (photostimulate phosphor plates- PSP). Antagônico do(ao) receptor CCD, não possui cabo que conecte ao computador e tem tamanho e espessura semelhantes ao filme convencional, sendo esta uma vantagem desse tipo de receptor (BOTELHO; MENDONÇA; CARDOSO, 2003). Todavia, faz-se necessário um sistema de leitura plugado a um computador que transforma o sinal recebido pela placa óptica em sinal digital. Após ler a imagem no computador, a energia que ainda persistir na placa pode ser anulada exibindo a placa à luz do sol ou a luz do aparelho. Ao eliminar esta energia que ainda resta a reutilização da placa pode ser feita (CANDEIRO; BRINGE; VALE, 2009).

O receptor PSP é uma base de poliéster coberta por uma camada de flúor-halogeneto de bário ativado por europium. Os elétrons do fósforo de bário ao serem exibidos aos raios X, são levados a um estado energético mais elevado (elétrons ficam excitados). Quando se está em temperatura ambiente, estes elétrons continuam em estado excitado. A porção de fósforo capta e arquiva a energia dos raios X que atravessam o paciente. A porção de fósforo capta e arquiva a energia dos raios x que atravessam o paciente. A placa de fósforo fotoestimulada (PSP) absorve e armazena energia de raios x e então libera esta energia como luz (fosforescência) (TAIÑA, 2000; PHAROAH, 2007).

Figura 3 :Sistema PSP (Placa de fósforo).



Fonte: <https://lojadabi.com.br>

### 3.3 VANTAGENS E LIMITAÇÕES DOS SISTEMAS DIGITAIS

Para, Botelho e Mendonça (2003), as vantagens dos sistemas digitais são: (1) Manipulação de brilho e contraste; (2) O tempo de trabalho é diminuído- aquisição da imagem quase instantaneamente; (3) Processamento químico é eliminado; (4) Função zoom; (5) Capacidade de realização de medições lineares e angulares; (6) ) Diminuição da dose de radiação- tempo de exposição menor; (7) Facilidade de armazenamento e envio ; (8) Possibilidade de duplicar a imagem com facilidade e qualidade; (9) Redução da contaminação do meio ambiente.

Taiña (2000) relata que, as vantagens dos sistemas digitais diretos são: proporcionar a organização de imagens de pacientes em forma mais efetiva (ex.: disquetes, CDs, cartões óticos); possibilidade de integração, com sistema de cadastramento de paciente e gerenciamento de consultório odontológico, permitindo também a utilização de programas computadorizados de auxílio ao diagnóstico e de procedimentos radiográficos quantitativos; transmissão destas imagens via Internet para colegas ou consultores especializados; a não utilização de produtos químicos, diminuindo o potencial de poluir o meio ambiente. Facilitam o compartilhamento de imagens com colegas, especialistas e pacientes (SNEL, et al; 2018). Qualidade de imagem superior e menor dose no paciente; fluxo de trabalho mais eficiente, teleradiologia; redução do espaço de armazenamento de imagens e estudos que durem menor tempo e propiciem mais conforto ao paciente, outra vantagem é que na radiografia digital são utilizadas 256 tonalidades de cinza, o que dá mais qualidade a imagem. (MARQUES, et al.;2019).

Embora a constante evolução da radiografia digital e dos sensores digitais, ela ainda apresenta algumas limitações. Para Christensen (2004), são desvantagens das radiografias digitais: o custo da conversão de registros anteriores para digital, tempo significativo para dominar o uso do software, rigidez do sensor, como os sensores CCD são rígidos e podem irritar os tecidos moles da boca e causar dor, perda ou quebra de sensores.

A aparência da imagem pode ser facilmente modificada pelos algoritmos de software que apresentam a radiografia, dificultando ao cirurgião- dentista rastrear a autenticidade de uma radiografia digital. Ainda mais importante, alguns desses algoritmos podem produzir artefatos que afetam o diagnóstico. Este último fato pode apresentar sérios desafios clínicos e legais (YOON, et al; 2018). Outra desvantagem

geral ao converter para radiografia digital é o custo inicial de instalação (NIEMIEC, 2007).

Um certo trabalho em conseguir, na reprodução, qualidade similar à da imagem exibida na tela do monitor; restrição pela carência de padronização e pela falta de compatibilidade entre algumas tecnologias, o que dificulta a transmissão entre computadores e a legalidade em relação as imagens expostas, pela viabilidade de modifica-las na sua forma original, através de programas gráficos, além da acentuada curva de aprendizado para profissionais e técnicos (BRUNIERE; TANAKA; ITO, 2011).

### 3.4 MANIPULAÇÃO DA IMAGEM DIGITAL E APLICAÇÃO NA ODONTOLOGIA

Segundo Haiter e Melo (2010) a manipulação das radiografias digitais ocorrem pela alteração da dimensão e dos valores de cinza dos pixels da imagem. Modificando o valor do pixel, pode-se mudar o brilho, contraste, ter a inversão dos valores de cinza dos pixels entre outras maneiras de manipular. A manipulação digital das imagens radiográficas facilita que erros oriundos de sub-exposição possam ser revistos sem a obrigação de se fazer uma nova radiografia. Além disso a manipulação permite também que o profissional disponha de equipamentos desenvolvidos para simplificação do diagnóstico de algumas lesões, mas que em muitos casos não mudam a visibilidade do profissional. Entre os ajustes disponíveis, o brilho e o contraste são os mais utilizados pelos dentistas na prática clínica (MOREIRA-SOUZA et al.; 2019).

Para Pharoah (2007) o brilho pode ser considerado como equivalente ao grau de escurecimento do filme radiográfico. Aumentando o brilho, o grau de escurecimento diminui e torna a imagem mais clara. Isto é conseguido aumentando-se o valor numérico de cada pixel na imagem, o que determinará uma tonalidade de cinza mais clara. Levando-se ao extremo, a cada pixel poderia ser atribuído o valor numérico mais alto possível e a imagem resultante seria totalmente branca. Inversamente, diminuindo o brilho, o grau de escurecimento é aumentado e a imagem resultante fica escura.

A alteração da densidade ótica (DO) na radiografia é o que denominamos contraste e torna a imagem anatômica mais visível. Ele é resultante das dessemelhanças anatômicas nas fraquezas do feixe de raios-X ao atravessar os diversos tecidos do corpo e tem controlador principal o kVp (Quilovoltagem de pico),

que controla a resolução do contraste, porém essa redução demanda uma maior evidência para que haja aumento dos tons de cinza (ALBUQUERQUE, 2016).

Soares (2006) relata que, quando uma imagem digital é filtrada pode acarretar na diminuição de exposição das estruturas que estão próximas, quando se realça o contraste e a filtração, existe um significativo aumento na constatação de lesões cariosas e da visualização da profundidade.

De acordo com, Botelho et al. (2003) relatam que a aplicação da imagens digitais na odontologia abarcam o diagnóstico da cárie dentária (vários filtros de imagens podem aumentar a precisão na detecção da doença cárie), endodontia (permite a observação detalhadamente das estruturas anatômicas como, os canais radiculares acessórios, periodontia ( possibilita medidas de perda e ganho ósseo através da subtração digital), diagnóstico de patologias ( a manipulação do computador torna viável a obtenção de medidas e alterações de padrões de trabeculado ósseo no estudo de doenças sistêmicas além de tornar o acompanhamento mais preciso), no diagnóstico de fraturas, perfurações, e reabsorções radiculares e a ortodontia ( auxiliar nos pontos cefalométricos e na observação do desenvolvimento ósseo).

### 3.5 COMPARAÇÃO DA ACURÁCIA DE DIAGNÓSTICO ENTRE SISTEMAS DIGITAIS

Wenzel e Kikervang (2004) fizeram uma comparação da acurácia de diagnóstico entre dois sistemas digitais CCD e PSP no tratamento endodôntico de dentes extraídos multirradiculares e unirradiculares e na detecção de fraturas radiculares induzidas, ambos realizados por um grupo de alunos do curso de odontologia, foram avaliados as diferenças entre as duas imagens. O CCD mostrou ter mais sensibilidade que o PSP(<0,05).

Pimentel et. al (2018) em um estudo in vitro comparou capacidade diagnóstica de 3 exames imaginológicos quanto aos indicadores qualitativos de sensibilidade, especificidade e acurácia. Foram utilizadas, radiografias convencionais (filmes), radiografias digitais (sensores de placas de fósforo) e tomografia computadorizada por feixe cônico na detecção de cáries oclusais em dentes que foram realizadas exodontias, esse estudo verificou que radiografia digital e a tomografia computadorizada por feixe cônico obtiveram um desempenho geral superior à radiografia convencional.

Tovo et al (2003) em um outro estudo avaliou o desempenho do sistema convencional e digital no diagnóstico de cáries proximais utilizando-se no convencional, filme Ektaspeed plus e no digital o sistema Digora por meio de uma amostra de 37 molares decíduos extraídos (superiores e inferiores). As imagens de 41 faces proximais foram investigadas sob condições padronizadas e foram utilizados cinco recursos de edição de imagem disponíveis no software do sistema digital. Observou-se que diagnóstico de todas as lesões, a proporção dos diagnósticos positivos corretamente afirmados pelo filme (sensibilidade), foi numericamente inferior à do sistema digital. O filme não revelou valor de especificidade menor que os encontrados pelo sistema Digora. A sensibilidade do sistema radiográfico digital, ao definirmos o diagnóstico de todas as lesões cut-off presença/ausência de lesão sofreu pequenas variações de acordo com o recurso de imagem. Em termos gerais, a taxa de diagnósticos positivo- verdadeiros aumentou enquanto a porcentagem de falso-negativos diminuiu, o que favoreceu o coeficiente de sensibilidade. Ao lançarmos mão dos valores de acurácia, na presença de todas as lesões, o valor resultante do filme Ekta, não alcançou o do sistema digital em nenhuma modalidade, sendo sua acurácia ligeiramente menor (70,73%).

Wenzel (1998) em concordância com outros autores concluiu que a radiografia digital intraoral parece ter uma precisão tão adequada quanto outros métodos para a detecção de cáries. Apenas poucos de um número expressivo de estudos em vitro, falam o contrário. A sensibilidade é alta ( $0,6 \pm 0,8$ ) para detectar cáries oclusais que se prolongam até a dentina com uma parcela de falso-positivas de aproximadamente 5 a 10%. Para a cárie oclusal inicial em esmalte a radiografia se mostrou sem importância. Para lesões proximais em dentina a sensibilidade e especificidade se mostrou razoável, entretanto não são boas para detectar lesões em esmalte.

## 4 METODOLOGIA

O presente trabalho foi realizado por meio de uma revisão de literatura seguindo os respectivos passos: Busca nas Bases de dados, Google Scholar, Scielo, Pubmed e Lílacs e livros. Para a pesquisa as palavras chaves utilizadas foram: “imagem digital”, “sensores digitais”, e “diagnóstico”.

Quanto aos critérios de inclusão, foram incluídos, artigos publicados em português, espanhol e inglês, com os resumos disponíveis nas bases de dados utilizadas, capítulos de livros e demais trabalhos da temática alvo, no período compreendido entre 1998 a 2019. A busca pelos artigos ocorreu entre os meses de janeiro a junho de 2020 de forma online. Foram excluídos aqueles estudos que não tenham relevância ou fora da temática proposta, e que não foram possíveis baixar nas bases de dados.

## 5 DISCUSSÃO

As radiografias digitais possuem grande importância clínica como ferramentas para ajudar na análise, na elaboração de um plano e no desempenho dos inúmeros tratamentos odontológicos. O profissional deverá relacionar o tipo de sistema com sua finalidade clínica. Para garantir uma imagem digital de boa qualidade, faz-se necessário a escolha de um sistema radiográfico digital adequado (LIMA et al, 2010; MILHOMEM; EID, 2016).

No que se refere à velocidade de tempo para aquisição/visualização da imagem radiográfica os sistemas CCD são mais rápidos que os sistemas que empregam placa de fósforo, o tempo necessário para gerar uma radiografia intraoral com receptores PSP é de aproximadamente 0,88 e CCD de 0,70 minutos. Por outro lado o CCD é mais volumoso e rígido sendo mais difícil de posicionar que o PSP o que poderia ocasionar ao paciente desconforto ao introduzi-lo na cavidade oral. Enquanto que nos sistemas que utilizam placas de fósforo por se assemelhar ao filme tradicional em tamanho e espessura o torna mais confortável se comparado ao dispositivo de carga acoplada. No que diz respeito à qualidade da imagem, as placas PSP são superiores aos receptores CCD para nitidez/definição e para brilho/contraste, que são significativamente maiores que as medidas ou seja as imagens que utilizam PSP tem nitidez/definição e brilho/contraste melhores do que as que usam CCD quando estas são avaliadas subjetivamente. Em relação a precisão, os sistemas PSP e CCD tem desempenho semelhante para erros de posicionamento. Entretanto, para problemas de angulação, o PSP tem melhor angulação do que o sistema CCD. Esse resultado significa que ao utilizar o CCD gera mais erros de angulação do que quando utiliza o sensor de placa (CANDEIRO; BRINGE; VALE, 2009; FARRIER, et al., 2009; ZHANG, et al., 2019).

Quanto a manipulação da imagem digital MOREIRA-SOUZA et al.; 2019 menciona que a manipulação da imagem facilita que erros cometidos de sub-exposição por exemplo possam ser revistos sem a necessidade de realização de um novo exame radiográfico. É benéfica para melhorar uma imagem que foi exposta incorretamente possibilitando a correção digital da mesma aumentando a resolução de diagnóstico por imagem (FALCÃO; SARMENTO; RUBIRA, 2003; ZANG, W. et al., 2019).

Apesar dos possíveis benefícios que a manipulação pode proporcionar para, Soares (2006) quando ocorre a manipulação da imagem digital pode ocasionar uma diminuição da exposição das estruturas anatômicas. Devido a facilidade em manipular a imagem, a radiografia pode ser exportada do software, aberta em qualquer outro programa, podendo ser modificada para fins ilícitos (CALBERSON; HOMME; MOOR, 2008).

Quando se tem a manipulação de imagens pode gerar problemas de segurança jurídica já que não existe um controle sobre a manipulação caso ocorra alguma reclamação legal. Se o cirurgião dentista ou o paciente não tem acesso a imagem original antes da manipulação, pode dificultar a validade de um exame radiográfico caso o tratamento odontológico seja falho. Isto se dá porque não existem padronização para verificação da imagem ou seja atualmente a possibilidade de manipulação é desconhecida (DÍAZ-FLORES-GARCÍA et al., 2017).

Como alternativa para tentar contornar problemas em relação a fraude das imagens digitais é sugerido realizar a certificação digital, que permitirá a troca de documentos com autenticidade. Porém não há garantia que a assinatura digital garanta autenticidade, uma vez que a imagem já pode ter sido adulterada antes de ser assinada digitalmente (ALMEIDA; CARVALHO; RADICCHI, 2017).

Outro problema é o formato em que a imagem é comprimida, que tem como intuito diminuir o tamanho do arquivo digital, foi observado que devido a essa compressão informações que poderiam ser de importância, como por exemplo o limite anatômico são perdidas, o que interfere negativamente no diagnóstico por imagem digital (IKUTA; SALZEDAS, 2018).

## 6 CONCLUSÃO

Conclui-se então que o advento da imagem digital trouxe outras formas de se adquirir radiografias, a substituição do filme convencional por sensores digitais, possibilitou a eliminação de vários processos, como a utilização de soluções químicas, diminuição do tempo gasto, além da necessidade de várias repetições de exames o que vem tornando os diagnósticos cada vez mais precisos. Além de auxiliar no diagnóstico de lesões de cariosas, na endodontia, periodontia, cirurgia, patologia e ortodontia. Suas vantagens sobrepõem-se as desvantagens, tornando assim a radiografia digital um métodos mais eficazes para diagnósticos imaginológicos na Odontologia.

## REFERÊNCIAS

1. ABRAHÃO *et al.* Avaliação qualitativa entre as radiografias cefalométricas laterais digital e convencional. **R Dental Press Ortodon Ortop Facial**, Maringá, v. 14, n. 3, p. 60-68, maio/jun. 2009.
2. ALBUQUERQUE, A. S. D. *et al.* Estudo comparativo entre sistemas radiográficos convencionais e digitais: revisão de literatura. **Ciências biológicas e da saúde**, Recife, v. 2, n. 3, p. 99-110, Jul/2016.
3. ALCARAZ, M. *et al.* Dose reference levels in spanish intraoral dental radiology: Stabilisation of the incorporation of digital systems in dental clinical practices. **Radiation Protection Dosimetry**, Spain, v. 172, n. 4, p. 422-427, dez./2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/rpd/ncv508>>. Acesso em: 23 mar. 2020.
4. ALMEIDA, S. M. D. *et al.* Image quality in digital radiographic systems. **Brazilian Dental Journal**, v. 14, n. 2, p. 136-171, 2003.
5. ALMEIDA, S. M. D; CARVALHO, S. P. M; RADICCHI, R. Aspectos legais da documentação odontológica: uma revisão sobre validade legal, privacidade e aceitação no meio jurídico. **Rev Bras Odontol Leg RBOL**, v 4, n. 2, p. 55-64, 2017.
6. BIASI, F. B. **Comparação entre imagem digital convencional e invertida na detecção e estimativa da profundidade de cáries proximais**. [Dissertação]. Florianópolis (Santa Catarina): UFSC. 79p.2003.
7. BISSOLI. C. F. *et al.* Digitalização de imagens em radiologia: Uma nova visão de futuro. **Revista Odonto**, ano 15, n. 30, Jul./dez. 2007.
8. BOCANEGRA, T. P. A. **Validez diagnóstica de dos sistemas de radiografía digital directa: dispositivo de carga acoplada y placa de fósforo foto-estimulable en la detección de lesiones de caries proximal incipiente: estudio in vitro**. Disponível em: <http://repositorio.upch.edu.pe/handle/upch/340>. Acesso em: Mar de 2020.
9. BOTELHO, T. D. L; MENDONÇA, E. F. D; CARDOSO, L. L. M. Contribuição da Radiografia digital na clínica Odontológica. **Rev. Robrac**, v. 12, n. 33, p. 55-59, 2003.
10. BUTT *et al.* The impact of computer display performance on the quality of digital radiographs: a review. **Australian Dental Journal**, v. 57, p. 16-23, 2012.

11. BRUNIERE, L. S., TANAKA, E. E.; ITO, F. A. Proteção da integridade e da autenticidade das radiografias odontológicas digitais. **Odontol. Clín.-Cient.**, Recife, 10 (3) 211-216, jul./set., 2011.
12. CANDEIRO, G. T. D. M; BRINGEL, A. D. S. F; VALE, I. S. D. Radiologia digital: revisão de literatura. **Revista Odontológica de Araçatuba**, v. 30, n. 2, p. 38-44, Julho/Dezembro, 2009.
13. CALBERSON, F. L. G; HOMME, G. M; MOOR, R. J. D. Fraudulent Use of Digital Radiography: Methods To Detect and Protect Digital Radiographs. **JOE**, v34, n5, p. 530-536, May 2008.
14. CAVALCANTI, M. **Tomografia computadorizada por feixe cônico: Interpretação e Diagnóstico para o Cirurgião-dentista**. São Paulo: Santos, 2010.
15. CHRISTENSEN G. J. Why switch to digital radiography? **J Am Dent Assoc.** 135(10):1437-39, 2004.
16. DÍAZ-FLORES-GARCÍA, V., et al. Detecting the manipulation of digital clinical records in dental practice. **Radiography**. 23(4), 103-107.2017.
17. FALCÃO, A. F. P; SARMENTO, V. A; RUBIRA I. R. F. Valor legal das imagens radiográficas digitais e digitalizadas. **R. ci med biol**, Salvador, v2, n2 p. 263-268 jul/ dez 2003.
18. FARRIER, S. L. et al. A comparative study of image quality and radiation exposure for dental radiographs produced using a charge- coupled device and a phosphor plate system. **International Endodontic Journal**. V 42, p. 900-907, 2009.
19. FILHO, E. M. et al. Sistema radiográfico digital: aspectos importantes na aquisição dos principais sistemas. **Revista da Associação Brasileira de Odontologia**, v.14, n. 3, 2006.
20. FENYO-PEREIRA, M. **Radiologia Odontológica e Imaginologia**- 2ª Ed. São Paulo: Santos, 2015.
21. FREITAS, A.; ROSA, J. E.; SOUZA, I. F. **Radiologia Odontológica**- 6. ed. São Paulo: Artes Medicas, 2004.
22. GONÇALVES et al. Imageologia na odontologia e aspectos legais. **Rev Gaúcha Odontol**. Porto Alegre, v. 59, p. 89-95, jan./jun., 2011.

23. HAITER, N. F.; MELO, D.O. Radiografia digital. **Revista da ABRO**; 11(1):5-17, 2010.
24. IKUTA, C. R.; SALZEDAS, L. M. P. Comparação clínica de dois sistemas digitais de radiografias intraorais. **Arch Health Invest.** v. 7, n. 6, 2018.
25. JOEN, M.; IANNUCCI, L. J. **Radiografia Odontológica Princípios e técnicas- 3ª Ed.** São Paulo: Santos, 2010.
26. LIMA, L. R. *et al.* Avaliação da qualidade e do arquivamento de radiografias periapicais na clínica de endodontia da Faculdade NOVAFAPI. **Odontol. Clín.- Cient.** Recife, v. 9, n. 4, p. 355-358, Out./dez. 2010.
27. MARQUES, L. L. B. L. *et al.* Estudo Comparativo de Dose de Radiação Aplicada a Pacientes nos Sistemas Convencionais e Sistemas Digitais de Imagem. **Revista Eletrônica Gestão & Saúde**; Edição Especial, 142-152. 2019.
28. MILHOMEM, Y. D. F; EID, N. L. M. Sistemas radiográficos digitais: revisão de literatura. **Revista da ACBO.** v. 5, n. 1, 2016.
29. MOREIRA-SOUZA, L., *et al.* Brightness and contrast adjustments influence the radiographic detection of soft tissue calcification. *Oral Diseases.* 00:1-6.2019.
30. NIEMIEC, B. A. Digital Dental Radiography. **Journal of veterinary Dentistry**; 24(3), 192-197.2007.
31. PHAROAH, S. C. **Radiologia Oral Fundamentos e interpretações.** São Paulo: Elsevier, 2007.
32. PIMENTEL, P. A. G. *et al.* Comparação entre radiografia interproximal convencional, radiografia digital e tomografia computadorizada de feixe cônico no diagnóstico de lesões oclusais de cárie – estudo in vitro. **Rev Odontol Bras Central**; 27(81): 82-86. 2018.
33. PONTUAL, A. A. **Comparação de sistemas digitais e filme radiográfico convencional diagnóstico de cáries proximais em esmalte.** [Dissertação]. Piracicaba (São Paulo): FOP/UNICAMP.64p.2005.
34. SILVA, L. S. Radiografia digital odontológica. [Dissertação]. Santa Cruz do Sul (Rio Grande do Sul): UNISC. 27p. 2017. SILVA, W. R. Sistemas de imagens digitais com aplicabilidade na Odontologia. [Dissertação]. Porto Alegre (Rio Grande do Sul): UFRS. 30p. 2011.

35. SIMS, G. R. DENTON, M. B. Simultaneous multielement atomic-emission spectrometry with a charge-injection device detector. *Talanta*, 37(1), 1–13. 1990.
36. SNEL, R., et al. Digital dental radiology in Belgium: a nationwide survey. **Dentomaxillofacial Radiology**; 1-12. 2018.
37. SOARES, M. G. Manipulação em imagem radiográficas odontológicas digitais e digitalizadas e a certificação digital. [Dissertação]. São José dos Campos (São Paulo): Unesp. 105p. 2006.
38. SOUZA, E. C. Radiografia digital na clínica odontológica. [Dissertação]. Porto Alegre (Rio Grande do Sul): UFRS. 36p. 2011.
39. TAIÑA, D. V. A radiografia digital direta: tipos de sistemas e sensores de radiografia digital direta existentes no mercado internacional. Florianópolis, 2000.
40. TOVO, M. F. et al. Validade do exame radiográfico digital no diagnóstico de lesões proximais em molares decíduos. **R. Fac. Odontol.** Porto Alegre v. 44, n.1, p. 70-75, jul. 2003.
42. VAN DER STELT, P. F. Better Imaging The advantages of digital radiography. **The Journal of the American Dental Association**; 139:7S-13S. 2008.
43. WENZEL, A. Digital radiography and caries diagnosis. **Dentomaxillofacial Radiolog.** v. 27, p. 3-11, 1998.
44. WENZEL, A. KIRKEVANG, L. L. Students' attitudes to digital radiography and measurement accuracy of two digital systems in connection with root canal Treatment. **Eur J Dent Educ**, v. 8, p.167–171, 2004.
44. YOON, D. C. et al. Digital Radiographic Image Processing and Analysis. **Clinics of North America**; 63(3), p.341-359. 2018.
45. YEUNG, J-Y. S.; HURST, D. Diagnostic efficacy of direct and indirect digital imaging for approximal caries. **Evidence-Based Dentistry**, v. 19, n. 3, p. 71-72, 2018.
46. ZDESAR, U.; et al. Is digital better in dental radiography? **Radiation Protection Dosimetry**, 129(1-3), 138–139. 2008.

47. ZANG, W. et al. Comparison of efficiency and image quality of photostimulable phosphor plate and charge-coupled device receptors in dental radiography. **Journal of Dental Education**, v83, n10, p. 1205-1212, 2019.