

Nuno João Peixoto Ribeiro

CBCT em Endodontia

Universidade Fernando Pessoa
Faculdade de Ciências da Saúde
Porto, 2014

Nuno João Peixoto Ribeiro

CBCCT em Endodontia

Universidade Fernando Pessoa
Faculdade de Ciências da Saúde
Porto, 2014

Nuno João Peixoto Ribeiro

CBCT em Endodontia

Orientação | Mestre Miguel Matos

Trabalho apresentado à Universidade Fernando Pessoa
como parte dos requisitos para a obtenção do grau de
Mestre em Medicina Dentária

Universidade Fernando Pessoa
Faculdade de Ciências da Saúde
Porto, 2014

RESUMO:

A Endodontia é uma área da Medicina Dentária responsável pelo estudo da polpa dentária, de todo o sistema de canais radiculares e dos tecidos periapicais, bem como das doenças que os atingem.

Em casos de alterações por cárie, fraturas dentárias, trauma dentário, trauma ortodôntico, lesões endo-periodontais, necessidades protéticas e outras patologias Endodônticas, o tratamento Endodôntico está indicado, visando a manutenção do dente na cavidade oral e a saúde dos tecidos periapicais.

A imagiologia, área a que a Medicina Dentária recorre frequentemente, associa-se também, e cada vez mais, à Endodontia uma vez que tem vindo, nos últimos anos, a desenvolver novas tecnologias.

A Tomografia Computurizada De Feixe Cónico (CBCT) é uma dessas técnicas imagiológicas relativamente recentes, sendo que é um sistema radiológico que possibilita a visualização de imagens tridimensionais de áreas que se pretendam examinar. Assim, com esta opção imagiológica tornar-se-á mais fácil o diagnóstico, tratamento e controlo de diversas patologias.

ABSTRACT:

Endodontics is an area of dentistry responsible for study of dental pulp, of the whole system of root canals and Periapical tissues, as well as the diseases that affect them.

In cases of dental caries, dental fractures, trauma, endo-perio injuries, prosthetic needs and other pathologies, endodontic treatment may be the solution, as it helps to preserve and the periapical tissues health.

Imagiology, it's a common area used in the Dentistry, and it's associated more and more to Endodontics, as it has been developing new techniques in the last several years.

Cone Beam Computed Tomography (CBCT) is one of those new techniques, and it provides three-dimensional radiological image of the tooth areas that they wish to examine. This Imagiologic choice makes diagnosis and treatment of several diseases easier.

DEDICATÓRIA:

Aos meus pais,

Por todo o esforço, apoio, dedicação ao longo deste meu percurso bem como persistência e incentivo para nunca desistir dos meus objetivos!

À Sophie,

Por fazer parte da minha vida neste ano, apoiando-me sempre no que precisei e por todos os dias me saber guiar e motivar para alcançar todos os meus objetivos.

A toda a minha família,

Que eu muito prezo e me orgulho, por todo o apoio ao longo destes anos.

AGRADECIMENTOS:

Ao meu orientador, Mestre Miguel Albuquerque Matos pela orientação, que graças ao seu saber, tempo e dedicação, tornou possível a conclusão deste trabalho.

À Sophie, minha namorada e ao irmão Raphaël, por todo o apoio e ajuda que me deram para a realização desta Monografia, principalmente nestes últimos tempos.

A todos os meus amigos e colegas, sem esquecer nenhum, os mais próximos, mas também a todos os outros que de uma ou de outra maneira participaram em momentos da minha vida e deste percurso académico. Todos estão presentes nas minhas recordações.

A todos um bem haja e um MUITO OBRIGADO.

ÍNDICE:

RESUMO:	I
ABSTRACT :	II
DEDICATÓRIA:.....	III
AGRADECIMENTOS:.....	IV
ÍNDICE.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE TABELAS.....	X
ABREVIATURAS	XI
I. INTRODUÇÃO :	1
Material e métodos:	3
II.DESENVOLVIMENTO	4
II.1 - Endodontia : Prespectiva histórica.....	4
II.2 - Diagnóstico em Endodontia.....	5
II.3 - Imagiologia : Prespectiva histórica.....	6
II.4 - Imagiologia associada ao tratamento Endodôntico	8
II.4.1.1 - Radiografia pré-operatória.....	8
II.4.1.2 - Radiografia intra-operatória.....	9
II.4.1.3 - Radiografia pós-operatória.	9
II.4.2 - Imagiologia Convencional (2 D)	9
II.4.3 - Cone Beam Computed Tomography (3D).....	12
II.4.4 - Tipos de Equipamento	15
II. 4.5 - Características Imagem (3D)	17
II.4.6 - Tipos de Corte do CBCT	18
II.4.7 - Radiação da CBCT	19
II.4.8 - Princípio ALARA	21
II. 4.9 - Vantagens de CBCT	21
II.5 - Desvantagens e Limitações da CBCT	23
III. - CBCT na Endodôntia	25
III.1 - Aplicações Clínicas da CBCT na Endodontia.....	25
III.1.2 - Lesões Periapicais	25

III.1.3 - Traumatismos	27
III.1.4 - Cirurgia Endodôntica.....	28
III.1.5 - Anatomia e Morfologia Radicular	30
III.1.6 - Fraturas Radiculares	32
III.1.7 - Reabsorções Radiculares	35
III.1.8 - Avaliação pós-operatória.....	38
Conclusão	40
Bibliografia.....	42

ÍNDICE DE FIGURAS:

- Figura 1** - A-Primeira Radiografia tirada por Roentgen (séc XIX); B-Radiografia actual.....7
- Figura 2** - Posicionadores Han-Shin: A posicionadores para radiografia periapical anterior e posterior, B posicionador para radiografia interproximal.....12
- Figura 3** - Esquema de projeção feixe raio x comparando um único detetor fan-beam CT (a) e a geometria da técnica cone-beam CT (b).....14
- Figura 4** - Um pequeno cone de raios-X irradia, enquanto o braço faz 180 ° de rotação em torno da região de interesse.....14
- Figura 5** - Exemplos de unidades de TCCB híbridos. (a) KODAK Dental Imagem 3D 9000, (b) Veraviewepocs 3D, e (c) Picasso Trio.....15
- Figura 6** -a) Vista corte axial CBCT; b) Vista corte coronal CBCT; c)Vista corte sagital CBCT; d) Vista de reconstrução volumétrica 3D.....19
- Figura 7** - (a, b) Coronal (a) corte coronal, (b). Corte axial do dente incisivo central superior restaurado com uma coroa. O endurecimento do feixe provocada pelo pino metálico resultou no aparecimento de manchas, alterando a qualidade das imagens.....23
- Figura 8** - (A) radiografia periapical de um maxilar 2.6. Não há nenhuma evidência de uma radiolucidez periapical associados com as raízes deste dente. (b) Corte sagital CBCT do mesmo dente demonstrando a destruição óssea periapical (setas brancas) não evidentes na radiografia periapical.....26
- Figura 9** - (A) radiografia periapical de um dente 1.1 com uma luxação. (bi) corte axial CBCT, (bii) corte coronal CBCT, (biii) corte sagital CBCT do mesmo dente 1.1. Dente luxado palatinamente resultando no deslocamento vestibular da raiz do dente (setas pretas). Isto resultou num espessamento do espaço do ligamento periodontal em palatino (setas brancas).....27

Figura 10 - (A) radiografia periapical de um 2.1 restaurado com uma coroa. Não há nenhuma evidência de uma fratura radicular na radiografia. (b) Corte sagital do mesmo dente 2.1. É visível a fratura horizontal (seta).....27

Figura 11 - (A) radiografia periapical pré-operatória representa a proximidade do forâmen mentuniano para o ápice. (B) radiografia periapical pós-operatório mostra a obturação raiz com material que extravasa o ápice. (C) CBVT de pós-operatório demonstra cortes axiais, sagital e coronal 2-D do forâmen mentuniano e a sua proximidade com o ápice, além de ser visível o extravasamento de material obturador para além do forâmen.....29

Figura 12 - Exemplo de um caso de imagens 3-D foi importante para o planeamento de uma apicectomia. CBVT foi utilizado como auxilio na determinação da relação entre os ápices e do nervo alveolar inferior.....29

Figura 13 - Cavidade Acesso mostrando 3 canais independentes; um canal méso-vestibular; segundo canal méso-vestibular um canal disto-vestibular; e radiografia periapical pós-operatória exibindo os 3 canais já endodunciados.....30

Figura 14 - (A) radiografia periapical pré-operatória de um dente 2.7 com lesões radiolúcidas nas raízes palatinas e vestibulares. (B e C) Corte axial e coronal imagens CBCT mostram a ausência do canal mesio-vestibular (setas). (D) radiografia periapical pós-operatória já com tratamento endodôntico efetuado.....31

Figura 15 - Radiografia periapical; Corte axial, sagital e coronal CBCT de um dente pré-molar inferior com uma fratura radicular vertical (VRF) completa.....34

Figura 16 - Corte axial, sagital e coronal que mostram uma fratura radicular horizontal nos incisivos centrais, sem evidência de patologia perirradicular ou cervical ou reabsorção interna.....35

Figura 17 - (A) Radiografia periapical pré-operatória apresenta uma lesão na raiz no dente incisivo central. (B) Cortes axial, sagital e coronal CBCT que ilustram a extensão da lesão de reabsorção interna axial. (C) radiografia periapical pós-operatória.....37

Figura 18 - Exemplo de uma reabsorção radicular externa em cortes CBCT.....37

ÍNDICE DE TABELAS:

Tabela 1 - Doses Radiação Ionizante (aproximado).....20

Tabela 2 - Número médio de canais radiculares identificado com diferentes métodos radiológicos; radiografias convencionais, CBCT, pQCT, tomografia computadorizada quantitativa periférica; SCT, tomografia computadorizada espiral.....32

ABREVIATURAS:

2 D - Duas Dimensões

3D - Três Dimensões

TC - Tomografia Computurizada

CBCT - Cone Beam Computed Tomography

ATM - Articulação Temporo-Mandibular

FOV - field of view

ROI - Region of interest

ALARA - As Low As Reasonably Achievable

TENC- Tratamento endodôntico não cirúrgico

VRF - Vertical Root Fracture

HRF - Horizontal Root Fracture

RR - Reabsorções Radiculares

INTRODUÇÃO:

Existe hoje em dia uma pressão socio - cultural no sentido da obtenção da beleza e da estética ideal. Há inúmeras áreas capazes de proporcionar uma notável melhoria na aparência do indivíduo, através de tratamentos que têm uma repercussão direta na sua qualidade de vida. A este fenómeno não serão certamente alheios os *media* e a própria organização de valores das sociedades contemporâneas, onde um sorriso esteticamente harmonioso constitui uma mais-valia.

É importante alertar as pessoas que o tratamento Endodôntico é o último possível para salvar um dente. Não existe nenhum procedimento que o substitua em situações nas quais o dente apresente o tecido pulpar necrosado ou com um processo inflamatório irreversível. Nessas situações, havendo interesse em manter o dente na cavidade oral, o tratamento deve ser obrigatoriamente o Endodôntico, seguido de posterior reabilitação da peça dentária.

A Endodontia, é então uma área da Medicina Dentária que tem vindo a assumir um papel muito importante para manutenção de dentes nas arcadas dentárias. O tratamento do sistema de canais radiculares proporciona uma estabilidade funcional, estética e psicológica.

Nos últimos anos, podemos dizer que houve uma verdadeira revolução em relação ao tratamento Endodôntico, com a introdução de novas tecnologias e mudanças nos conceitos biológicos. Os tratamentos Endodônticos têm vindo a evoluir cada vez mais, e são atualmente tratamentos muito fiáveis. Estes têm vindo a evoluir em várias vertentes como localizadores apicais eletrónicos, ultrassons, instrumentos rotatórios e uso de microscópio clínico, que possibilitam a realização de uma Endodontia segura e rápida, com resultados mais previsíveis do que os alcançados alguns anos atrás.

Outra das vertentes muito importantes, e indispensável, no auxílio à Endodontia é a área da imagiológica. A imagiologia também tem vindo a evoluir exponencialmente , e é sem dúvida a especialidade da Medicina que mais depende da tecnologia, tendo sofrido mudanças espantosas até aos dias de hoje. As inovações permanentes das técnicas têm mudado os equipamentos de trabalho e por sua vez, influenciam positivamente , o papel da imagiologia no diagnóstico e tratamento de patologias. (Pisco, 2003)

A evolução dos recursos imagiológicos nos últimos anos foi muito importante, mas a imagem panorâmicas eram ainda em forma de duas dimensões (2D) o que em muitos casos parece ser escasso e não contribui significativamente para as aplicações Endodônticas no que ao Raio X diz respeito. (Tyndall et al., 2012)

Em 1998 Mozzo et all introduziu uma nova máquina volumétrica de tomografia computurizada usando a tecnologia cone beam muito útil para aplicações maxilofaciais. A elevada necessidade de precisão e de uma imagem em três-dimensões (3D) para o planeamento das cirurgias de implantes, combinado com o desejo de diminuição das doses de radiação da tomografia computurizada convencional foram as razões para as mudanças progressivas, começando-se então a falar-se de tomografia volumétrica de feixe cônico.

Esta nova criação transformou a Medicina, bem como o diagnóstico radiológico de tal forma que as imagens tri -dimensionais são agora o padrão de diagnóstico e tratamento para a patologias e traumas na área Médica. (Kohltharbet et al.,2012)

O objetivo desta revisão bibliográfica será, assim, analisar a utilidade da CBCT em Endodontia, uma vez que esta área da Medicina Dentária recorre sistematicamente a exames complementares imagiológicos e é importante avaliar e interpretar os resultados na prática clínica de Endodontia.

A utilidade de CBCT em detrimento das radiografias tradicionais 2D em casos como anatomia canal, reabsorções radiculares, fraturas verticais, verificação de obturações, fratura de instrumentos dentro dos canais, vai ser também referenciada bem como as doses de radiações emitidas por esta nova técnica. (Scarfe et al., 2009)

Material e métodos:

Para a realização desta revisão bibliográfica foi efetuada uma pesquisa através da biblioteca online da Universidade Fernando Pessoa utilizando os motores de busca B-On, PubMed, de artigos científicos, bem como uma pesquisa através do Google de alguns artigos em formato PDF.

Foi ainda feita uma pesquisa manual de livros da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade Fernando Pessoa.

A pesquisa foi limitada a artigos em Língua Inglesa, Portuguesa e Brasileira com as seguintes palavras-chave e combinações entre as mesmas: *Cone-Beam*, *CBCT*, *endodontics*, *diagnosis tool*. Desta pesquisa resultou a seleção de 29 artigos que obedeciam aos requisitos pretendidos para a realização deste trabalho.

II. DESENVOLVIMENTO

II.1 - Endodontia : Perspetiva histórica

Endodontia é uma palavra de origem grega e pode ser explicada como a área da Medicina Dentária que estuda o conhecimento de tudo aquilo que está presente no interior (endo) do dente (dontia). (Bergenholtz et al., 2010)

A Endodontia deu os seus primeiros passos no século XVII, e desde então a sua evolução tem sido contínua e sustentada em processos científicos.

Em 1687, Charles Allen, escreveu o primeiro livro em Inglês, dedicado exclusivamente ao campo da Dentisteria. Segundo Castellucci, A., a necessidade, naquele tempo, era a chave da invenção: experiências com novas técnicas, materiais e instrumentos, embora fossem muito rudimentares tinham como o objetivo aliviar a dor, manter a polpa exposta, e preservar os dentes. Muitas vezes, essas tentativas foram bem sucedidas e deram-se então os primeiros passos na Endodontia.

Castellucci, A. relata ainda que em 1725 Lazare Riviere introduziu o uso do óleo de cravo com propriedades sedativas. Em 1746, Pierre Fauchard dissipou a lenda do “verme dente”, causador de cáries que estariam na origem das dores dentárias, e experimentou a remoção do tecido pulpar. Em 1820, Leonard Koecker consegue pela primeira vez expôr a polpa dentária com um instrumento previamente aquecido e protegido com folha de chumbo.

Foram então estes nomes os pioneiros e os seus contributos foram determinantes para o desenvolvimento deste ramo da Medicina Dentária, sendo a mesma uma das áreas que mais tem evoluído nos últimos anos, apresentando níveis de sucesso muito elevados.

Endodontia é portanto, uma área Medico Dentária que se dedica ao estudo da prevenção, etiopatogenia, histologia, diagnóstico e tratamento das doenças da polpa e das suas repercussões patológicas sobre outros tecidos, nomeadamente o periodonto. A causa da doença pulpar é bacteriana e, assim sendo, o principal objetivo do tratamento Endodôntico é a prevenção ou a cura da patologia pulpar e periapical, evitando assim a extração de dentes.

O objetivo da Endodontia passa por obter uma correta conformação dos canais radiculares, facilitando uma desinfecção total dos mesmos, com o pressuposto de atingir um ambiente livre de bactérias, que facilitará a cicatrização dos tecidos lesados após a sua obturação tridimensional. (Hargreaves & Cohen, 2011)

II.2 - Diagnóstico em Endodontia

O diagnóstico é a arte de identificar uma doença a partir de sinais e sintomas. Um diagnóstico preciso é um resultado da síntese do conhecimento científico, a experiência clínica, e bom senso.

Cohen define diagnóstico como sendo o conhecimento através de uma cuidadosa e minuciosa recolha de dados, que se inicia com uma triagem para obtenção de informações que possam auxiliar na definição do diagnóstico.

No que respeita à Endodontia e as informações necessários para o estabelecimento das suas condições patológicas ficam restritos à anamnese, exame clínico, testes de sensibilidade pulpar e exame radiográfico. Um plano e tratamento Endodôntico bem sucedido depende diretamente de um diagnóstico correto. (Santos et al., 2011)

Estrela et al afirmam que o exame clínico inclui a observação visual, a inspeção física e o exame extra e intra oral. No exame extra oral deve avaliar-se a simetria facial, deve efetuar-se palpação de gânglios linfáticos, músculos faciais e articulação temporomandibular.

No exame intra oral avalia-se os tecidos moles, continuidade do epitélio, cor e textura das mucosas, cavidades dentárias, bolsas periodontais, trajetos fistulosos, fraturas coronárias e radiculares.

Os testes sensibilidade são utilizados como recursos suplementares do exame clínico e radiográfico e servem como confirmação ou despiste de patologias. Através destes testes, é possível avaliar se a polpa está ou não vital e se responde positiva ou negativamente aos testes. Em caso afirmativo, quando existe dor, falamos de pulpite

reversível ou irreversível. Quando há uma resposta negativa estamos na presença de necrose. (Santos et al., 2011)

Os testes de sensibilidade mais frequentemente utilizados são os de estimulação térmica, teste ao frio ou ao calor, da superfície do dente ou dentes a serem avaliados. Além de fácil execução, são confiáveis e possuem baixo custo para realização e ainda, os materiais e métodos usados nestes testes permitem a determinação do estado de irreversibilidade da polpa. Segundo Cohen, a dor produzida por estímulos térmicos, calor ou frio, é um dos sintomas mais comuns presentes nos casos de pulpites.

Relativamente ao exame radiográfico, este quando devidamente associado ao exame clínico do paciente, auxilia na localização e identificação dos problemas relatado pelos pacientes, obtendo-se, assim, o diagnóstico e a orientação para o devido plano de tratamento. (Scarfe et al., 2006)

As radiografias, além de um meio de diagnóstico, oferecem-nos também informações importantes acerca da anatomia dentária, tecidos periapicais, tamanho da câmara pulpar, canais radiculares, bifurcações radiculares, calcificações e até mesmo fraturas de instrumentos que possam surgir aquando da realização dos tratamentos Endodônticos (TENC). (Scarfe et al., 2009)

II.3 - Imagiologia : Perspetiva histórica

No final de 1895, Wilhelm Conrad Rontgen publicou a primeira descrição dos raios X, na qual apresentou uma caracterização experimental qualitativa da nova radiação. Outros autores e cientistas também conseguiram produzir a radiação em alguns ensaios que faziam, mas nunca chegaram a reconhecê-la como Rontgen.

Foi então Rontgen que verificou pela primeira vez a produção de raios X enquanto trabalhava num tubo envolvido com uma caixa de cartão negra. Percebeu que uma película emitia luz sempre que o tubo funcionava e mostrou que a luminescência era composta por raios invisíveis aos quais chamou de raios “X” uma vez que a letra “X”

era muitas vezes utilizada para incógnitas desconhecidas em equações matemáticas. (Almeida & Vieira, 2008)

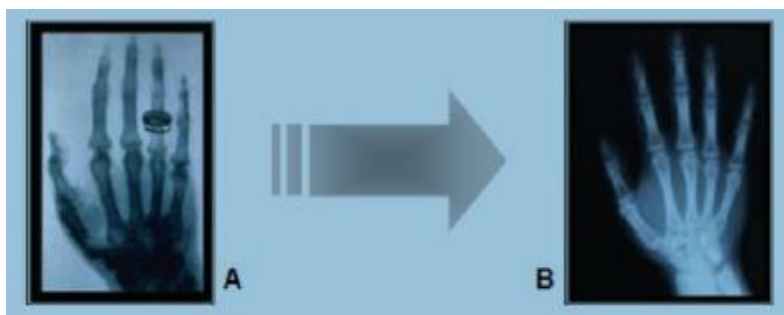


Figura 1: A- Primeira Radiografia tirada por Roentgen (séc XIX); B- Radiografia Atual. (In Almeida & Vieira, 2008)

Otto Walkhoff, um Dentista Alemão, tirou a primeira radiografia dentária, fazendo uma contribuição para a odontologia.

Em 1899, Kells já experimentava o raio -x para determinar o comprimento dos dentes durante o tratamento Endodôntico e descreve a de técnica do paralelismo, que se tornou popular cerca de 40 anos mais tarde.

Embora estas primeiras tentativas levassem a um diagnóstico com pouca eficiência e qualidade, foram o início de uma nova era para todos na Medicina Dentária. Pela primeira vez, os Médicos Dentistas podem visualizar os seus tratamentos e resultados através da imagem.

A radiação X é produzida nos tubos de raio X, constituídos por uma ampola de vidro em vácuo, dentro da qual se encontra um cátodo e um ânodo. No cátodo são produzidos os elétrons, através de um filamento de tungsténio de elevada resistência, produzido pela corrente elétrica que o atravessa., libertando energia cinética. (Almeida & Vieira, 2008)

A maior parte desta energia é libertada na forma de calor, sendo que só uma pequena fração é emitida na forma de energia eletromagnética “X”. A radiação X atravessa as diferentes áreas anatómicas a avaliar e é atenuada pelos tecidos de acordo com a sua estrutura. A imagem é depois captada por impressão de uma película fotográfica sensível aos Raios X que posteriormente é revelada.

A imagiologia é a ciência que estuda corpos ou objetos por meio das imagens obtidas através do exame de Raio X. Inquestionavelmente, a área onde a imagiologia apresentou mais aplicações até hoje foi no campo da medicina.

Nos exames de Raio X, é possível detetar complicações ósseas, artefactos e exames como tomografia, mamografia, raio x odontológico, densitometria óssea e outros exames, tiveram impulso através do desenvolvimento do Raio X.

O Raio X também apresenta desvantagens sendo a maior delas o fato de ser uma radiação ionizante e portanto afeta células do corpo humano, podendo até causar a morte ou a mutação das mesmas. Portanto, o uso do raio “X” deve ser moderado e cuidadoso. Uma boa alternativa de exame de diagnóstico por imagem é a ultrassonografia/ecografia que não utiliza radiação.

II.4 - Imagiologia associada ao tratamento Endodôntico

A imagiologia, como referido anteriormente é um complemento importante para um diagnóstico correto, bem como é indispensável em todas as fases de tratamento em Endodontia.

II.4.1.1 - Radiografia pré-operatória

Esta radiografia tem um papel importante uma vez que nos permite uma visualização de morfologia dentária, incluindo a localização, o número de canais, tamanho, forma direção e curvatura das raízes, tamanho da câmara pulpar e de graus de calcificação da polpa, fraturas, e extensões da cárie dentárias. Esta imagem também nos mostra a presença ou não de patologia periapical e se existem reabsorções radiculares e/ou ósseas. Pode ser importante para diagnóstico e decisão de se realizar tratamento Endodôntico.

II.4.1.2 - Radiografia intra-operatória

Esta radiografia é fulcral no decorrer do tratamento uma vez que é necessária uma primeira radiografia que nos ajuda a determinar o comprimento de trabalho. Também chamada por Rx de Odontometria, esta radiografia é importante para determinar o comprimento de trabalho é importante porque nos dá informação do comprimento que é possível instrumentar os canais. Nesta etapa é realizada ainda outra radiografia, na fase de seleção do cone principal depois da instrumentação e quando se inicia a fase de obturação canal. É chamado de Rx de Conometria, e é importante para verificar se o cone de gutta-percha principal está bem ajustado às paredes e ao comprimento do canal. (Walton, 2008)

II.4.1.3 - Radiografia pós-operatória.

Esta radiografia é realizada imediatamente após a obturação dos canais radiculares e é feita para avaliar o selamento e o grau de condensação dos materiais obturadores. É o Rx final, no fim do tratamento Endodôntico, e, além de servir para o registo clínico serve também para controlo e avaliação do tratamento Endodôntico a longo prazo. (Scarfe et al., 2007)

II.4.2 - Imagiologia Convencional (2 D)

A radiografia convencional em duas dimensões é uma imagem em duas dimensões de um objeto que tem três dimensões. Por este facto, é uma imagem limitada no fornecimento de profundidades e localizações exatas de estruturas.

As radiografias periapicais continuam a ser as mais utilizadas em tratamentos Endodônticos, sendo que através destas ainda conseguimos recolher muitas informações úteis para a prática clínica.

Uma radiografia intra oral baseia-se na transmissão de raios-X para um filme analógico ou digital, e exige uma conjugação de fatores posicionais numa harmonia de posições

entre o aparelho de raios X; local a ser radiografado e a película radiográfica. Quando um destes pressupostos falha, a radiografia resultante pode apresentar erros e uma qualidade reduzida. Segundo Goldman cit (in Patel et al., 2007), aquando da verificação da cicatrização de lesões periapicais utilizando radiografias periapicais 2D, havia apenas 47% de acordo entre seis examinadores, mesmo avaliando as mesmas radiografias em momentos diferentes. (Patel et al., 2012)

Radiografias com erros de visualização podem tornar-se dúbias e resultar numa má interpretação do início da doença ou progressão da mesma. Apesar da utilização intensiva dos Rx periapicais, estes possuem informações escassas e várias limitações: variações morfológicas e anatómicas, sobreposição de estruturas, tecidos duros, angulações dos raios X e o contraste, que podem influenciar na interpretação radiográfica.

A complexidade da anatomia tridimensional associada à radiografia convencional, impede uma avaliação exata da relação de raízes de um dente com a anatomia circundante e de lesões periapicais associadas. (Patel & Durack, 2012)

Radiografias periapicais devem ser tiradas usando a técnica do paralelismo, da bisettriz ou de Clarck. Isto proporciona uma representação mais precisa do objeto de interesse. Para obter imagens paralelas o recetor de imagem deve ser posicionado paralelamente ao dente em causa e o feixe de raios- X deve ser perpendicular a ambos.

A técnica do paralelismo também conhecida como técnica do “cone longo”, foi introduzida por Price em 1904, tendo sido divulgada por McCormack a partir de 1911. O seu uso foi restrito até 1947, quando Fitzgerald procedendo as modificações técnicas viabilizou a sua prática em consultórios dentários.

Esta técnica proporciona a obtenção de uma imagem radiográfica com menor grau de deformação uma vez que o filme é posicionado paralelamente ao eixo longitudinal do objeto e o feixe de raios X incide perpendicularmente ao eixo longo de ambos. (Caldeira et al.,2004)

A técnica da bisettriz, também conhecida como a técnica da “isometria” foi desenvolvida por Cieszynski em 1907. Nesta técnica deve orientar-se o feixe de raios X perpendicularmente à bisettriz do ângulo formado pelo objeto e do filme para que o resultado radiográfico apresente as mesmas proporções do objeto examinado. (Coelho et al.,2007)

Todavia, para que seja viável a obtenção de imagens com qualidade de diagnóstico, utilizando-se esta técnica, devemos considerar as variações anatômicas que ocorrem em cada região da boca e de paciente para paciente. (Caldeira et al.,2004)

A técnica de Clark foi preconizada por Clarck em 1910 e é conhecida como Princípio do Paralaxe ou Deslocamento Horizontal. O uso desta técnica é útil para localizar destes inclusos e auxiliar na localização de fraturas radiculares e corpos estranhos.

A teoria consiste na variação do ângulo horizontal de incidência do raio-x. Segundo o princípio de Paralaxe: dois objetos em linha reta com o observador, o objeto mais afastado será escondido pelo outro. Se o observador se mover para a direita, o objeto mais distante também se move para a direita, ou seja, o objeto mais distante acompanha o observador e o mais próximo faz o movimento contrário ao observador. (Settanni ,2004)

Esta técnica é de grande importância para a Endodontia e consiste na realização de três radiografias, sendo uma em posição central, e as outras duas com uma alteração de angulação, uma para mesial e outra para distal.

As técnicas radiográficas são falíveis e para melhorar a precisão das radiografias, é necessário posicionar corretamente o filme radiográfico. A utilização de suportes para o filme radiográfico facilita a manutenção e não necessita do apoio do filme pelo paciente, melhorando a relação do filme com o longo eixo do dente. (Coelho et al.,2007)

O uso dos posicionadores radiográficos visa diminuir erros sistemáticos, como angulações defeituosas, promovendo a obtenção de imagens como mais qualidade e fiabilidade para realização de diagnóstico ou tratamento Endodôntico. (Coelho et al.,2007)

Estes posicionadores contêm um anel localizador que facilita a determinação dos ângulos verticais e horizontais e a área de incidência do feixe de raios. (Figura 2)

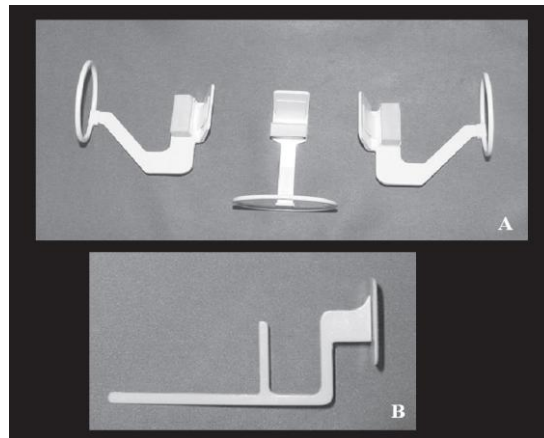


Figura 2: Posicionadores Han-Shin: A posicionadores para radiografia periapical anterior e posterior, B posicionador para radiografia interproximal. (In Coelho et al.,2007)

As radiografias convencionais como as periapicais são úteis e eficazes na visualização méso-distal, mas são insuficientes na reprodução de detalhes no sentido vestibulo lingual. (Tyndall et al.,2012)

Radiografias periapicais intra-orais de uma determinada área ou dente devem ser comparados ao longo do tempo para avaliar a o desenvolvimento ou a progressão de uma doença. Radiografias convencionais precisam sempre de confirmação clínica. Com o recurso à imagiologia 2D pode ser difícil de detetar tecido pulpar inflamatório, lesões, linhas de fissuras, e fraturas radiculares, dependendo da sua localização e da sua complexidade. (<http://www.carlosboveda.com/tvd.htm>)

II.4.3 - Cone Beam Computed Tomography (3D)

Para superar as limitações radiográficas da imagiologia em duas dimensões (2D) e proporcionar imagens com maior resolução surgiram as tomografias computadorizadas, que são técnicas de aquisição de imagens em três dimensões (3D).

A partir da década de 90 surge a técnica radiológica Cone Beam, mais propriamente a tomografia computadorizada de feixe cônico como resultado do desenvolvimento de algumas aplicações tecnológicas, passando a ser uma opção muito interessante para utilização na Medicina Dentária. (Matherne et al., 2008)

As principais inovações que impulsionaram o desenvolvimento deste método radiológico foram a mudança do analógico para o digital bem como a extensa informação de dados cada vez mais detalhados que as imagens 3D nos oferecem.

Atualmente existem dois tipos de Tomografias Computurizadas: a tomografia computadorizada (TC) e a tomografia computadorizada cone beam ou de feixe cônico (CBCT). Os dois tipos de exames imagiológicos permitem a obtenção de imagens em cortes da região dento-maxilo-facial, no entanto a única característica em comum refere-se à utilização da radiação X. (Cotton et al., 2007)

A técnica Cone Beam requer uma dose de radiação significativamente mais baixa do que a tomografia computadorizada e está a ser utilizada na Medicina Dentária em áreas como a Implantologia, Ortodontia, Periodontia, Cirurgia, Cirurgia Maxilo-Facial, exames da ATM e Endodontia.

A TC utiliza um feixe de raios X em forma de leque ou séries de cortes individuais com fim de obter um estudo tomográfico. Por sua vez, a CBCT, utiliza um feixe de raios X em forma de cone (daí isso o nome da técnica), que consegue capturar todas as estruturas ósseas num só volume do crânio, mandíbula e maxila, gerando imagens precisas e apresentando redução significativa de artefactos metálicos. (Costa et al., 2007)

A fonte detetora de raios-X gira em torno de um eixo fixo dentro da região de interesse (region of interest - ROI). Durante as inúmeras sequências de exposição e projeção de imagens é adquirido o campo de visão (field of view- FOV) num arco de pelo menos 180°. Numa única rotação, CBCT é capaz de fornecer uma imagem precisa e imediata em três dimensões. (Scarfe et al., 2009)

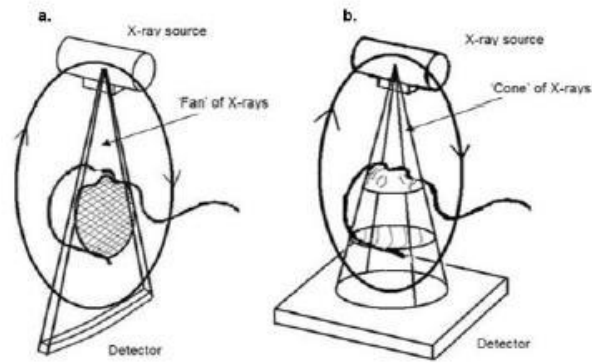


Figura 3 : Esquema de projeção feixe raio x comparando um único detector fan-beam CT (a) e a geometria da técnica cone-beam CT (b) (In Scarfe et al, 2006)

Todos os dados dos pacientes radiografados são transferidos para um computador onde as imagens de alta resolução (3D) são construídas e exibidas num monitor. As imagens aparecem sem distorções, o que comprova que esta é uma técnica muito eficaz. (Farschey & Zia, 2011)

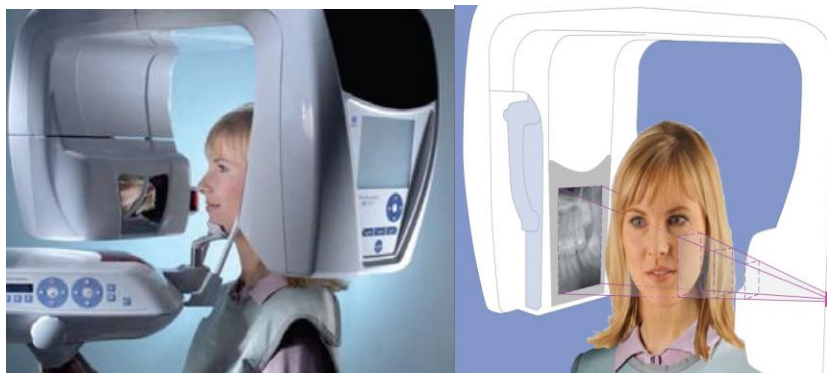


Figura 4: Um pequeno cone de raios-X irradia, enquanto o braço faz 180 ° de rotação em torno da região de interesse (In Farschey & Zia,2011)

No ano de 2000, a Food and Drug Administration aprovou a primeira unidade CBCT para fins Médico-Dentários nos Estados Unidos. Desde 2007, surgiram pelo menos 12 sistemas cone-beam concebidos unica e especificamente para uso em Medicina Dentária.

II.4.4 - Tipos de Equipamento

Os equipamentos imagiológicos da Tomografia Computurizada de Feixe Cônico podem ser classificados de acordo com a orientação do paciente durante realização do exame, do volume de digitalização, ou das múltiplas funcionalidades clínicas.

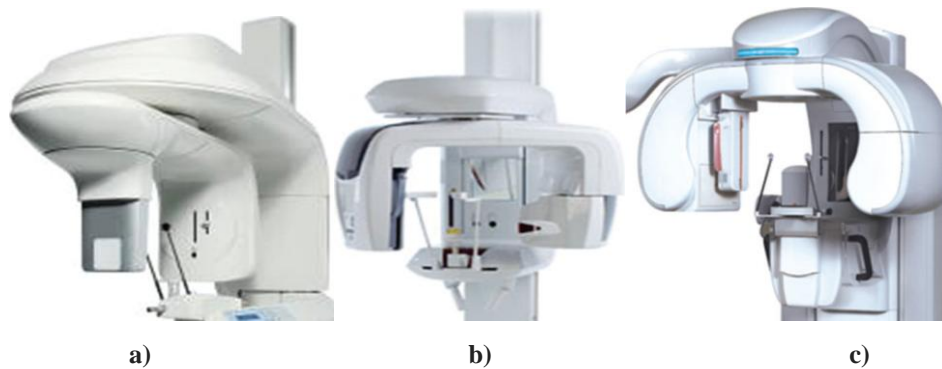


Figura 5: Exemplos de unidades de TCCB híbridos. (a) KODAK Dental Imagem 3D 9000, (b) Veraviewepocs 3D, e (c) Picasso Trio (*In Scarfe et al, 2009*)

Relativamente à orientação do paciente durante a realização do exame, este pode ser realizado sentado, de pé e em posição de supinação dependendo dos sistemas que se utilizem.

Alguns equipamentos que são de maior porte tornam-se limitadores em algumas posições e não são muito acessíveis por exemplo para pacientes especiais, portadores de alguma deficiência física uma vez que estes equipamentos são difíceis de serem ajustados.

Os equipamentos mais confortáveis são os que o paciente se pode sentar contudo também apresentam limitações por exemplo nos pacientes que possam estar em cadeira de rodas, sendo que o mais importante é o mecanismo de apoio de cabeça usado aquando se efectua o exame. (Scarfe et al.,2009)

Relativamente ao volume de digitalização as dimensões são principalmente dependentes do tamanho e forma do detetor, da geometria de projeção do feixe, e a capacidade para colocar o feixe paralelo. A forma do FOV (field of view) pode ser cilíndrica ou esférica. Assim, a limitação de tamanho de campo garante que um FOV preferencial pode ser selecionado mediante cada paciente e cada região a ser radiografada.

Com base no volume de digitalização, podemos ter equipamentos com pequeno volume ou volume limitado com uma digitalização máxima de 5cm. Existem outros equipamentos de arco único com um volume de digitalização entre 5 a 7 cm, outros com o FOV dentro de um arco, inter arco, com um volume de 7 a 10 cm. Os equipamentos maxilofaciais variam de 10 a 15 cm, e os craniofaciais apresentam uma altura do campo de visão acima dos 15 cm. (Patel & Durack, 2012)

No respeito à múltipla funcionalidade clínica dos equipamentos CBCT existem equipamentos híbridos que permitem realizar radiografias com campos de visão pequenos ou médios e realizam radiografias digitais com um nível elevado de definição. A Promax 3D CBCT (Planmeca Oy, Helsinki, Finlândia) foi o primeiro a incorporar um pequeno sensor de FOV 3D na sua linha panorâmica digital, e que pode ser também adaptado a qualquer um dos modelos digitais.

Para aplicações Endodônticas, os equipamentos com campo de visão pequenos ou médios, em que a resolução espacial das imagens chega até 0,076 milímetros num equipamento pequeno FOV significa que as imagens de alta resolução com um resolução espacial até 0,076 milímetros o que reduz o volume analisado, e torna o objecto em estudo mais fácil de analisar e de interpretar por parte do clínico.

Estes equipamentos com campo de visão pequeno são então muito úteis para avaliação de arcadas dentárias ou articulações temporomandibulares, pois são estruturas mais pequenas.

Estes equipamentos são muito fiáveis para Endodontia mas, no entanto, no caso de Cirurgia maxilo-facial ou para Implantologia onde estes equipamentos não conseguem ter um campo de visão maior e portanto, são mais restritivos nos detalhes da cavidade craniana e seios paranasais e estruturas de maior dimensão. (Scarfe et al, 2009)

II. 4.5 - Características Imagem (3D)

As imagens em três dimensões para diagnóstico requerem uma alta resolução de contraste.

A resolução de contraste é definida como a capacidade de diferenciação de áreas na imagem que diferem em densidade. A resolução espacial é a capacidade do sistema para produzir uma imagem, de dois objetos diferentes que são muito próximos um do outro, como duas entidades distintas.

Contraste e resolução espacial estão relacionados com a dose de radiação absorvida pelo sensor. A tomografia computadorizada (TC) tem a mais alta resolução de contraste, mas resolução espacial inferior à das películas radiográficas. Cone Beam (CBCT) têm relativamente maior resolução espacial mas a dispersão de imagem é mais elevada. (Nair et al.,2007)

As imagens digitais são compostas por elementos chamados pixels. Um pixel é uma imagem, um elemento, um quadrado numa matriz 2D. Cada pixel tem um tamanho específico, um valor de intensidade e localização dentro da matriz.

Um Bold é um elemento de volume, é a forma de um pixel em cubos, tendo uma terceira dimensão. As imagens tridimensionais são compostos, em vez de pixels, por Bolds. Um Bold é um elemento de volume, e que é a forma de cubos de um pixel, mas em três dimensões. O tamanho de cada Bold é determinado pela sua altura, largura e espessura, sendo que um Bold é o elemento mais pequeno do volume de uma imagem 3D.

A CBCT utiliza Bolds isotrópicos, ou seja, Bolds com a mesma altura, largura, e espessura. A natureza isotrópica dos Bolds oferece a mesma qualidade da imagem original nas reconstruções e reproduções de imagem que se fazem posteriormente. (Özer et al.,2011)

A Endodontia requer imagens o precisas quanto possível. A anatomia dos canais radiculares, a presença de calcificações e devem, preferencialmente, ser observadas numa imagem 3D. A imagem adquirida pela CBCT é composta por um Bold isotrópico que a resolução, ou seja, as partes reconstruídas desses Bolds têm a mesma resolução espacial do que qualquer orientação externa. O tamanho dos Bolds varia dependendo do tipo de dispositivo e é, em média, 0,15 milímetros, sendo ligeiramente menor do que o tamanho de um pixel de um scanner da Tomografia computadorizada convencional. (<http://www.carlosboveda.com/tvd.htm>)

II.4.6 - Tipos de Corte do CBCT

Os programas da Tomografia Computurizada de Feixe Cônico, assim como na TC tradicional, permitem a reconstrução volumétrica, ou seja, a visualização de imagens em cortes axiais, coronais, sagitais e oblíquas, assim como a reconstrução em 3D. (Garib et al.,2007)

Os cortes do CBCT são produzidos por um fã feixe helicoidal que permite a visualização de imagens em tempo real de imagens, não só no plano axial, mas também imagens em 2D no coronal, sagital e mesmo imagens oblíquas ou curvas, fornecendo informações em três dimensões.

A captura de imagens do scanner CBCT envolve uma única rotação de 360° da fonte de raios x e um detector de área em torno da cabeça do paciente. O softawre do CBCT tem muitos algoritmos refinados que usam as imagens de projeção base para gerar dados volumétricos em 3D em diferentes planos. (Patil,et al.,2012)

O plano axial é qualquer corte transverso que passa através de um objeto ou corpo, em ângulo reto ao plano longitudinal, dividindo o corpo em porções superior e inferior.

O plano coronal representa um plano longitudinal que divide o corpo em partes anterior e posterior. Já o plano sagital divide o objeto em partes direito e esquerdo, cortando o objeto radiografado no sentido antero -posterior.

Os cortes axiais são selecionados pelo operador em uma visão lateral da cabeça e são considerados reconstruções primárias ou diretas. Cada corte contíguo pode apresentar uma espessura mínima inferior a 1mm. (Garib et al.,2007)

A partir do corte axial obtêm-se as reconstruções secundárias incluindo as reconstruções coronais e sagitais, os cortes perpendiculares ao contorno dos arcos dentários, as reconstruções em 3D e as imagens convencionais 2D. Sobre todas essas imagens, o software do CBCT permite ainda a dispor as imagens digitais com diferentes angulações angulares, assim como colorir estruturas de interesse. (Patil et al.,2012)

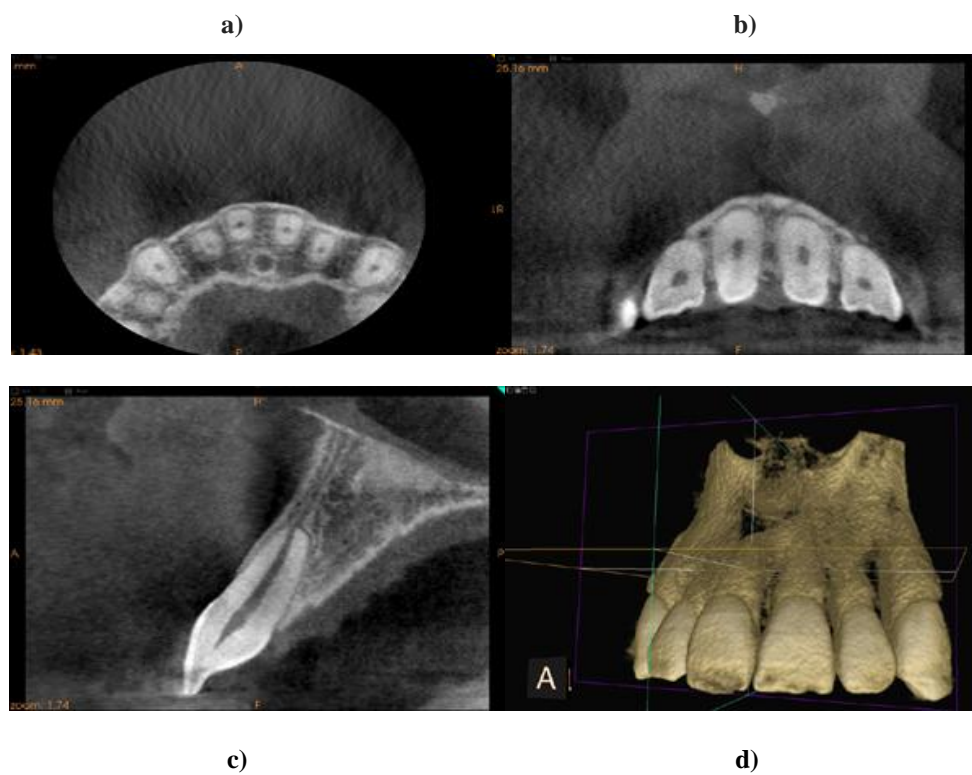


Figura 6: a) Vista corte axial CBCT; b) Vista corte coronal CBCT; c) Vista corte sagital CBCT; d) Vista de reconstrução volumétrica 3D. (In <http://www.carlosboveda.com/tvd.htm>).

II.4.7 - Radiação da CBCT

A dose de radiação produzida por um determinado equipamento CBCT depende e é influenciada pelo feixe de raios X ou seja, se é contínuo ou pulsátil, depende do grau de rotação da fonte de raios-X e do tamanho do FOV, sendo que quanto menor o

campo de visão de um dado sistema, quanto mais baixa a radiação dose aplicada.

Alguns tecidos humanos são mais sensíveis à radiação ionizante do que outros. A fim de obter um resultado significativo sobre o efeito biológico que a radiação tem sobre o paciente, os tecidos humanos são analisados de acordo com a sua sensibilidade à radiação. Os órgãos utilizados para calcular a dose eficaz englobam a medula óssea, tireoide, o esôfago, a pele, a superfície óssea, as glândulas salivares e cérebro.

A dose eficaz (E) é a dose de radiação produzida pela radiografia e a sensibilidade à radiação do feixe de raios-X que passa através de, durante a exposição a que os tecidos são sujeitos. A dose eficaz é medido em Sieverts (Sv) sendo que em algumas situações é expressa em micro Sieverts (mSv), uma vez que os níveis de radiação são mínimos. (Patel, 2012).

Doses eficazes para radiografias digitais variam entre 5,5 e 22,0 mSv (Tabela 1). Estas doses podem ser comparadas com uma média anual de dose eficaz de radiação nos Estados Unidos de cerca de 3.000 Sv (3.0mSv)

Ionizing Radiation Dosages (approximate)

Activity	Effective Dose in μSv	Dose as Days of Equivalent Background Radiation
1 day background radiation, sea level	7-8	1
1 digital PA radiograph	6	1
4 dental bite-wing radiographs, F-speed film	38	5
FMX; PSP or F-speed film	171	21
Kodak® CBCT focused field, anterior	4.7	0.71
Kodak® CBCT focused field, maxillary posterior	9.8	1.4
Kodak® CBCT focused field, mandibular posterior	38.3	5.47
3D Accuitomo, J. Morita	20	3
NewTom 3G, ImageWorks	68	8
Chest x-ray	170	25
Mammogram	700	106
Medical CT, head	2,000	243
Medical Cat Scan (Spiral CT abdomen)	10,000	1,515
Federal Occupation Safety Limit per Year	50,000	7,575

Tabela 1: Ionizing Radiation Dosages (approximate) (In <http://www.aae.org>, 2011)

II.4.8 - Princípio ALARA

ALARA (As Low As Reasonably Achievable) significa tão baixo quanto razoavelmente possível e é um princípio fundamental para a radiologia com fins de diagnóstico. (<http://www.aae.org>)

O objetivo primordial é a minimização de dose de radiação que pode ser obtida por:

Em primeiro plano é necessário uma anamnese e histórico do paciente e em seguida, a avaliação clínica. Depois disso, passa-se à de seleção criteriosa das técnicas radiografias apropriadas por um profissional de cuidados de saúde adequados.

A utilização de pessoas devidamente especializadas para fazer exposições radiológicas sobre a prescrição de um profissional de saúde licenciado.

O uso de fatores de técnica ideal como a geometria de projeção do feixe, a energia do feixe, capacidade de colocar o feixe paralelo e filtração.

Utilização do detetor de raios -x mais rápido e adequado para a obtenção de uma imagem radiográfica com grande qualidade para o diagnóstico. Os médicos devem usar CBCT apenas quando as técnicas radiológicas convencionais não são suficientes nem a qualidade de imagem é a mais adequada para o pretendido. (<http://www.aae.org>)

II. 4.9 - Vantagens de CBCT

Tomografia computadorizada de feixe cônico, CBCT é benéfica na medida em que supera muitas das limitações da radiografia convencional.

Uma das vantagens é a capacidade da CBCT avaliar estrutura anatómicas complexas, o que faz desta técnica um recurso muito importante na área da Endodontia.

O custo reduzido dos equipamentos e o tamanho do hardware CBCT, bem como os exames realizados, quando comparados com CT convencional, têm tido, nos últimos anos um aumento significativo, na prática de Medicina Dentária. (Scarfe et al.,2009)

As principais vantagens da CBCT são a menor exposição do paciente à radiação ionizante e uma qualidade de imagem superior em relação aos tecidos duros tecido como dentes e ossos.

Os feixes de raios x da CBCT podem ser pulsáteis e o paciente é exposto à radiação por um curto período de tempo, de tal modo que o feixe pode ser dirigido apenas para que a área de interesse seja irradiada. (Patel, 2012)

É possível então apropriar um campo de visão para cada paciente produzindo um volume específico de dados. Quanto menor o campo de visão (FOV), menor a exposição à radiação por parte do paciente.

O grau de rotação da fonte de raios X em torno da cabeça do paciente também pode ser controlado e ajustado a cada paciente sendo que, maior número de projeções de imagens são produzidas com graus mais elevados de rotação. (Patel et al.,2012)

Outra das vantagens é que o software necessário para os dados CBCT podem ser utilizados em computadores pessoais, melhorando a sua utilização para realização de um diagnóstico e planeamento de tratamento.

A manipulação de imagens é possível uma vez que podemos ajustar e ampliar áreas específicas, sendo que os tempos dos ajustes são curtos. (Patel et al, 2012)

Os benefícios clínicos do CBCT na avaliação e no tratamento de traumas dento-alveolares são evidentes. Com o CBCT podemos avaliar com precisão a natureza exata e extensão das lesões traumáticas dos dentes e do osso alveolar permitindo assim adotar um tratamento apropriado. (Patel & Durack, 2012)

O CBCT tem sido útil na detecção de fraturas radiculares que podem ser avaliadas sem distorções e sobreposições de outras estruturas. Para a detecção de lesões traumáticas

utilizando radiografias periapicais convencionais, seriam necessárias várias radiografias com diferentes angulações, o que torna o CBCT muito mais eficaz no diagnóstico e posterior tratamento em lesões dentárias traumáticas. (Patel & Durack, 2012)

II.5 - Desvantagens e Limitações da CBCT

A dispersão da imagem e endurecimento do feixe dos equipamentos CBCT podem dar origem a artefactos causados por estruturas adjacentes de alta densidade, tais como esmalte, materiais radiopacos, postes de metal, restaurações e materiais de enchimento raiz pode afetar a qualidade de imagem e precisão do diagnóstico. (Figura 7)

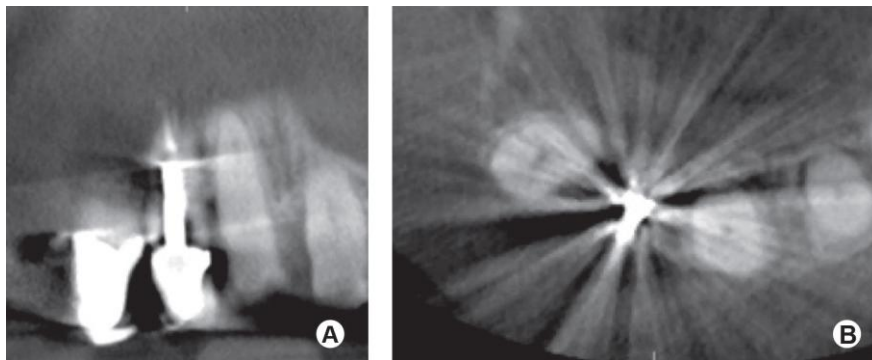


Figura 7: (a, b) Coronal (a) corte coronal, (b). Corte axial do dente incisivo central superior restaurado com uma coroa. O endurecimento do feixe provocada pelo pino metálico resultou no aparecimento de manchas, alterando a qualidade das imagens (*In Patel et al, 2012*)

O movimento do paciente durante o exame e volume de reconstrução também pode dar origem a artefactos, uma vez que a resolução espacial da CBCT é inferior à Tomografia Computurizada convencional, bem como uma sobreposição tridimensional de estruturas anatómicas.

Os artefactos que afetam qualidade das imagens podem ser devidas ao paciente e aos seus movimentos e mau posicionamento, aos scanners, ao feixe cónico de raio -x, e projeção dos raios -x.

Os artefactos podem ser divididos em duas categorias uma vez que uns são devidos à distorção de estruturas metálicas, causo das diferenças de absorção e são chamados de artefactos de escavação; outros aparecem sob a forma de estrias escuras que, normalmente aparecem entre dois objetos densos. Exemplos disso são as restaurações dentárias. (Scarfe et al., 2009)

A resolução espacial e de contraste do CBCT é inferior à das radiografias convencionais e por isso scanners tomográficos com um campo de visão pequeno ou limitado podem fornecer imagens mais nítidas.

A dose eficaz do CBCT também é geralmente mais elevada do que as radiografias tradicionais o que é outra desvantagem relativamente a esta técnica ainda que a dose de radiação seja muito idênticas às radiografias periapicais, várias vezes utilizadas. (Patel et al., 2012)

As doses eficazes associadas com aos equipamentos tecnológicos CBCT variam de 13 Sv para dentes anteriores mandibulares a 44 Sv para dentes superiores e na região dos pré-molares. Por comparação, a dose eficaz de uma única radiografia periapical varia de 1 a 5 Sv dependendo da área de interesse. (Patel et al., 2012)

O alto custo dos equipamentos tecnológicos CBCT (US \$ 150.000 - US \$ 300.000) é uma condicionante para o seu uso na maioria dos consultórios Dentários. Assim, os Médicos Dentistas anda preferem o uso de equipamentos mais baratos ou trabalham multidisciplinarmente com laboratórios radiológicos ou centros de imagem. (Howerton, Jr. & Mora., 2008)

III. - CBCT na Endodontia

III.1 - Aplicações Clínicas da CBCT na Endodontia

A publicação de pesquisas ainda não é muita vasta mas já é possível afirmar que a CBCT tem várias aplicações em casos Endodônticos. (Levin et al., 2009)

Na prática clínica Endodôntica, a CBCT mostra-se muito útil no diagnóstico diferencial entre patologias de origem Endodôntica e não-Endodôntica, avaliações de fraturas radiculares, avaliação da anatomia e morfologia dos canais radiculares, reabsorções internas e externas, planejamento Endodôntico, obturação, retratamentos, lesões apicais, localização de canais radiculares, detecção de instrumentos fraturados, detecção de lesões ósseas, pesquisas Endodônticas, cirurgia Endodôntica e follow-up de lesões apicais. (Cotton et al., 2007)

A tecnologia tem sido amplamente aceita e passou a ser usada para fins clínicos e de pesquisa. Os dentes com problemas endodônticos podem representar um sério desafio em termos de diagnóstico e plano de tratamento. O diagnóstico exato é, muitas vezes, difícil de encontrar principalmente quando um paciente apresenta sintomas sem quaisquer sinais radiográficos de doença periapical.

III.1.2 - Lesões Periapicais

Estrela (cit. in Scarfe et al., 2009) descreve a CBCT como uma técnica importante na detecção de lesões periapicais e no estabelecimento de um diagnóstico diferencial das mesmas.

Estrela et al. (2009), num estudo, analisam a precisão das imagens da CBCT, da radiografia panorâmica e periapical na pesquisa de lesões periapicais, e chegaram à conclusão que a CBCT é mais eficiente e permite diagnosticar mais casos de lesões periapicais do que as radiografias convencionais, uma vez que com métodos

convencionais, as lesões só são identificadas quando a patologia já se encontra numa fase mais severa.

O CBCT pode ser um complemento bastante capaz para o diagnóstico de doença periapical associada à infecção Endodôntica, principalmente quando os sinais e sintomas clínicos e as radiografias convencionais não são conclusivas nem definitivas.

A detecção precoce de periodontite apical é benéfica, uma vez que desta forma será possível realizar TENC (tratamento Endodôntico não cirúrgico) e obter melhores resultados finais dos tratamentos. (Patel & Durak, 2012)

Low *et al.* (2008) compararam as imagens de radiografias periapicais com os do CBCT na detecção de lesões em raízes de dentes póstero-superiores, com tratamento Endodôntico. Observaram que 34% das lesões periapicais detetadas pelo CBCT não foram identificadas pelas radiografias periapicais convencionais.

Segundo este critério, mostraram que a probabilidade de detetar lesões periapicais com radiografias foi reduzida quando os ápices radiculares estavam em grande proximidade com o assoalho do seio maxilar e quando havia uma distância de menos de 1,0 mm entre a lesão e o seio maxilar. Concluíram que as radiografias periapicais foram menos sensíveis para detetar lesões periapicais associadas com dentes póstero-superiores.

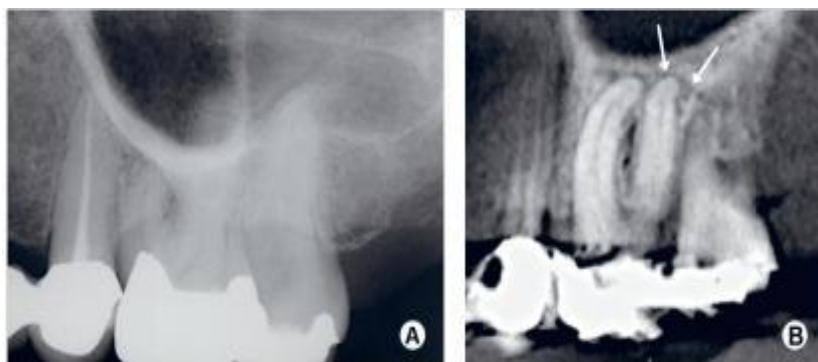


Figura 8: (A) radiografia periapical de um maxilar 2.6. Não há nenhuma evidência de uma radiolucidez periapical associados com as raízes deste dente. (b) Corte sagital CBCT do mesmo dente demonstrando a destruição óssea periapical (setas brancas) não evidentes na radiografia periapical. (In Patel, 2012)

III.1.3 - Traumatismos

Os benefícios do CBCT na avaliação e tratamento de traumatismos dento-alveolares são inquestionáveis.

Através da Cone Beam Tomography pode-se avaliar com bastante precisão e eficácia, a origem e a extensão das lesões dos dentes e osso alveolar. (Patel et al., 2012)

É possível avaliar a gravidade e direção de lesões como luxações, permitindo assim estabelecer um tratamento correto e de confiança. (Figura 9)

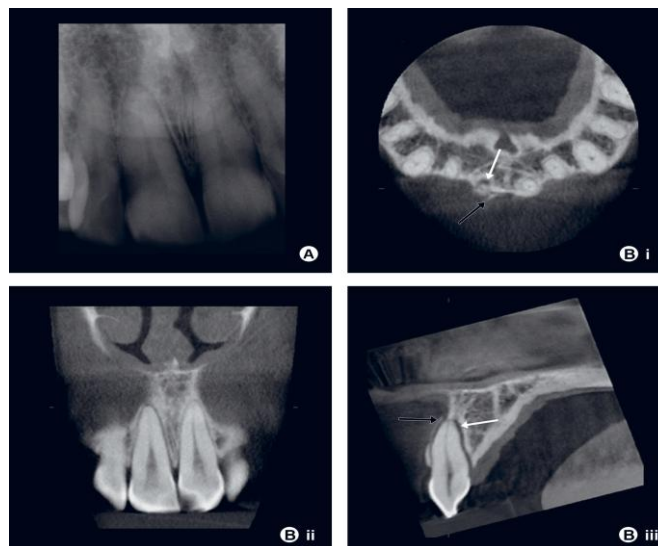


Figura 9: A) radiografia periapical de um dente 1.1 com uma luxação. (bi) corte axial CBCT, (bii) corte coronal CBCT, (biii) corte sagital CBCT do mesmo dente 1.1. Dente luxado palatinamente resultando no deslocamento vestibular da raiz do dente (setas pretas). Isto resultou num espessamento do espaço do ligamento periodontal em palatino (setas brancas). (In Patel et al., 2012)

O CBCT é também importante e mais exata na detecção de fraturas radiculares horizontais relativamente às radiografias convencionais. Erros na identificação de fraturas radiculares podem levar a tratamentos inadequados e levar a falhas graves e piorar o prognóstico para determinados dentes. (Figura 10)

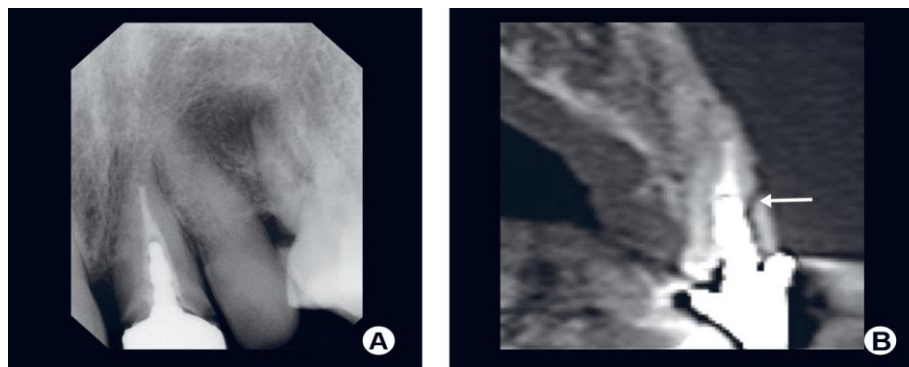


Figura 10: (A) radiografia periapical de um 2.1 restaurado com uma coroa. Não há nenhuma evidência de uma fratura radicular na radiografia. (b) Corte sagital do mesmo dente 2.1. É visível a fratura horizontal (seta). (In Patel et al.,2012)

III.1.4 - Cirurgia Endodôntica

A tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) é destacado como uma ferramenta extremamente útil na preparação de tratamento cirúrgico-Endodôntico.

Dentes que necessitem de ser submetidos a cirurgia apical é importante um relacionamento de estruturas como os seios maxilares, os nervos dentários, os forâmens e como tal a CBCT pode oferecer-nos informações relevantes para um diagnóstico e tratamento adequados. (Patel et al., 2012)

Em casos que seja necessário adotar medidas pré-operatórias torna-se relevante termos alguns dados para o procedimento cirúrgico como o comprimento e angulação e raízes da espessura das corticais ósseas e localização de ápices. (Cotton et al., 2007)

Assim, a CBCT pode desempenhar um papel importante no planeamento para micro cirurgias periapicais nas raízes de molares, bem como analisar a presença ou ausência do seio maxilar entre as raízes em dentes maxilares.

A digitalização CBCT constitui um método eficaz e não invasivo para avaliar a posição dos canais radiculares e determinar a proximidade destes relativamente aos feixes nervosos, antes de iniciar qualquer tratamento cirúrgico. (Cotton et al., 2007)

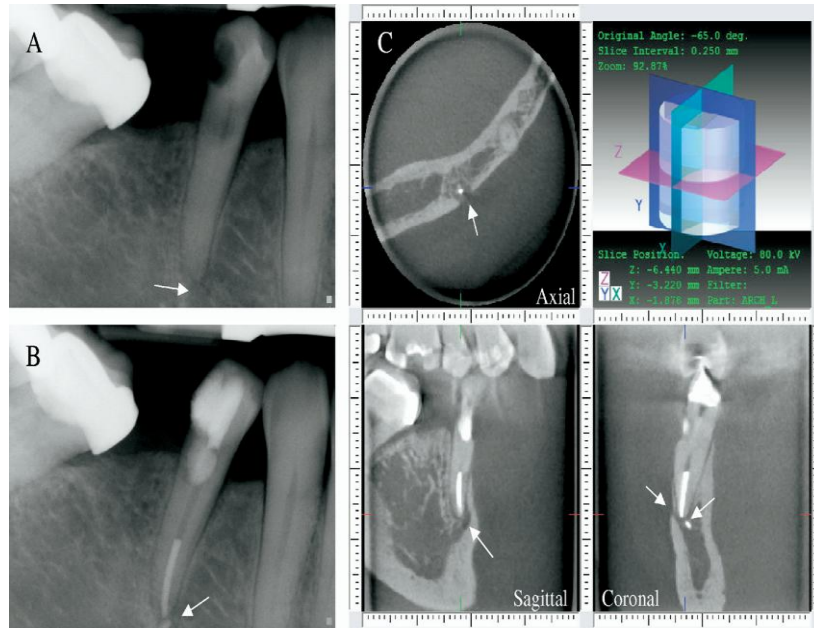


Figura 11:(A) radiografia periapical pré-operatória representa a proximidade do forâmen mentuniano para o ápice. (B) radiografia periapical pós-operatório mostra a obturação raiz com material que extravasa o ápice. (C) CBVT de pós-operatório demonstra cortes axiais, sagittal e coronal 2-D do forâmen mentuniano e a sua proximidade com o ápice, além de ser visível o extravasamento de material obturador para além do forâmen. (In Cotton et al.,2007)

O CBCT é uma ferramenta de diagnóstico para identificação de uma via cirúrgica vestibular. Ainda assim, em alguns casos, as imagens de CBCT não devem substituir imagens radiográficas convencionais, quando não existe necessidade de um procedimento cirúrgico para eliminar tecido infetado. (Kalender et al., 2013)

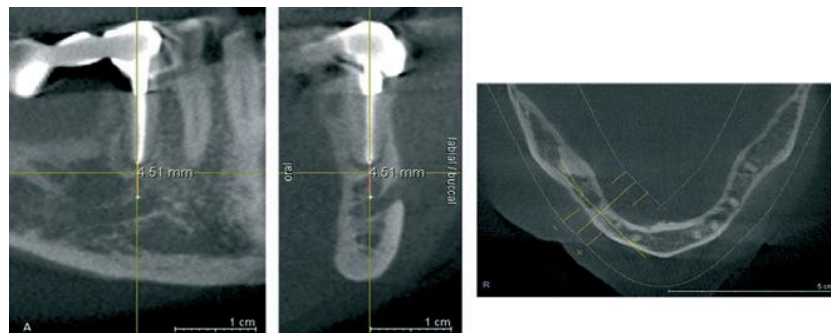


Figura 12 Exemplo de um caso de imagens 3-D foi importante para o planeamento de uma apicectomia. CBVT foi utilizado como auxiliado na determinação da relação entre os ápices e do nervo alveolar inferior. (In Tyndal et al.,2012)

III.1.5 - Anatomia e Morfologia Radicular

O sucesso do tratamento Endodôntico depende da identificação de todos os canais radiculares.

Canais radiculares não localizados, bem como um mau acesso, e uma má visualização dos canais, pode levar ao insucesso no tratamento Endodôntico. O conhecimento da anatomia canalar torna-se importante no diagnóstico e durante o tratamento. (Figura 13)

Em função de sua natureza bidimensional, através da radiografia convencional torna-se difícil a determinação do número exato de canais radiculares presentes num determinado dente, tornando o tratamento mais imprevisível. Com a tomografia computadorizada de feixe cônico, a morfologia radicular pode ser observada em três dimensões, assim como o número de canais radiculares. (Scarfe et al., 2009)

Um conhecimento profundo da anatomia dos canais radiculares, as suas inclinações, graus de curvaturas, presença de raízes adicionais, pesquisa de canais calcificados e canais morfologicamente invulgares é essencial, uma vez que determina o sucesso resultado de tratamento Endodôntico. (Kaushik et al., 2013)

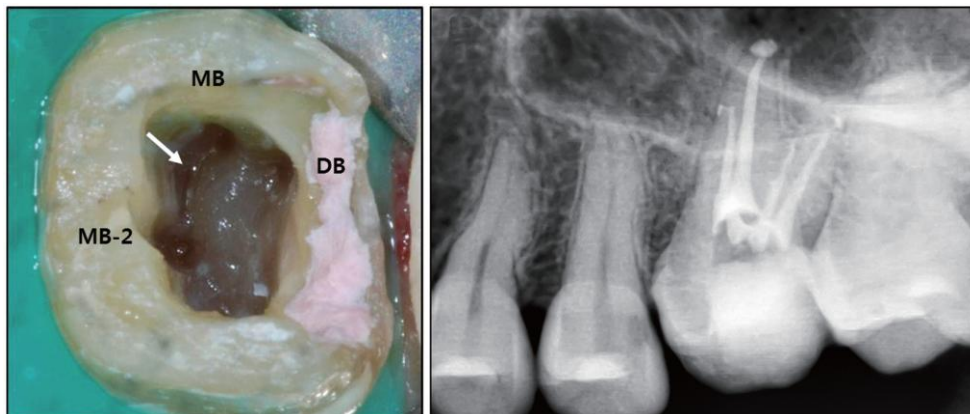


Figura 13: Cavidade Acesso mostrando 3 canais independentes; um canal méso-vestibular; segundo canal méso-vestibular e um canal disto-vestibular; e radiografia periapical pós-operatória exibindo os 3 canais já endodonciados. (In Karanxha et al.,2012)

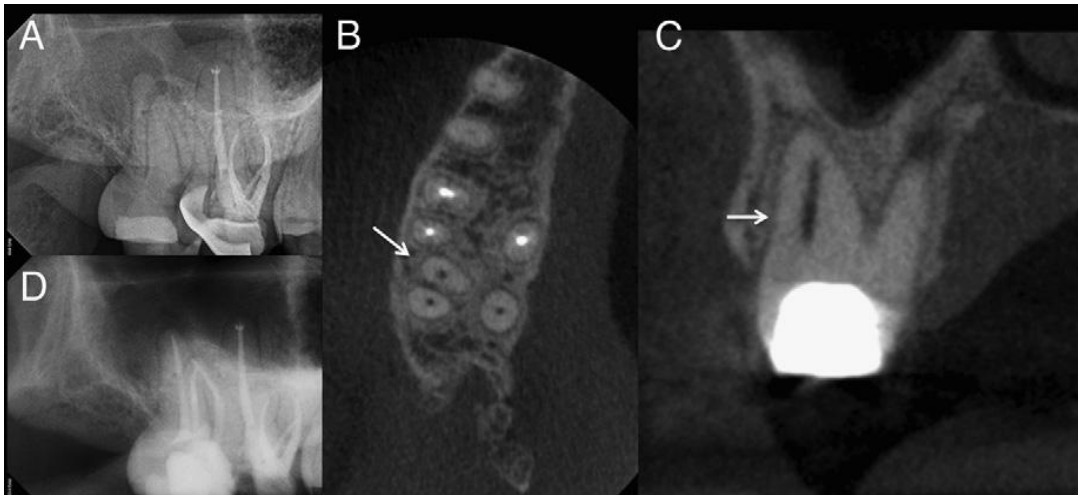


Figura 14: (A) radiografia periapical pré-operatória de um dente 2.7 com lesões radiolúcidas nas raízes palatinas e vestibulares. (B e C) Corte axial e coronal imagens CBCT mostram a ausência do canal mesio vestibular (setas). (D) radiografia periapical pós-operatória já com tratamento endodôntico efetuado. (In Ball et al.,2013)

A morfologia do primeiro molar superior foi extensivamente estudada e descrita na literatura. Tradicionalmente do primeiro molar superior apresenta três raízes e quatro canais.

Artefactos anatômicos podem ser descobertos e observados, por exemplo, no primeiro molar superior que pode apresentar desde um até sete canais. É geralmente consensual que o primeiro molar superior tem três raízes e quatro canais com um quarto canal visto em 50,4-91% dos casos e um quinto canal em cerca de 2,5 %. (Kaushik et al., 2013)

A ocorrência simultânea de sistema de canal duplo em todas as raízes de um molar superior é um achado incomum A ocorrência de dois canais na raiz disto-vestibular tem sido menos frequente e tem sido relatada em 3,6% de molares superiores. A prevalência de um segundo canal mesio-vestibular em primeiros molares tem sido relatada a variar desde 69 % a 93. (Kaushik et al.,2013)

Tooth	Conventional radiographs	CBCT	pQCT	SCT	Digital radiograph with contrast medium	Modified canal dearing and staining
Mandibular central incisor (n = 8)	1	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
Maxillary first premolar (n = 7)	2	2.3	2.1	2.1	2	2.3
Maxillary first molar (n = 20)	3.1	3.8	3.8	3.3	3.2	3.9
Maxillary second molar (n = 20)	3.1	3.8	3.7	2.7	3.5	3.8
Mandibular first molar (n = 20)	2.8	4.3	4.2	3.4	3.1	4.3
Mandibular second molar (n = 20)	2.8	3.8	3.3	2.9	2.7	3.8

Tabela 2 - Número médio de canais radiculares identificado com diferentes métodos radiológicos; radiografias convencionais, CBCT, pQCT, tomografia computadorizada quantitativa periférica; SCT, tomografia computadorizada espiral. (In Neelakantan et al., 2010)

Desconhecer a morfologia canalar aumenta o risco de possíveis erros durante os tratamentos como por exemplo, perfurações, transporte de materiais e detritos, Fratura de instrumentos, erros na irrigação, que podem comprometer os resultados dos tratamentos.

Além disso, a CBCT auxilia na avaliação e tratamento de dentes com anomalias morfológicas, como dentes fundidos que necessitam de tratamento endodôntico. (Patel et al., 2012)

III.1.6 - Fraturas Radiculares

Os traumas dentários são muito comuns em pacientes jovens e podem levar a lesões graves nos dentes e nas suas estruturas de suporte. As fraturas radiculares são lesões que ocorrem em menor número entre os traumatismos dentários. Ocorrem fraturas em cerca de 7% dos casos de trauma dentário, afetando principalmente a dentição permanente. (Orhan et al., 2010)

As fraturas radiculares longitudinais são lesões complexas tanto para os pacientes como para os médicos uma vez que são bastante difíceis de detetar. Podem ser classificadas como fraturas radiculares horizontais e fraturas radiculares verticais.

As fraturas verticais (VRF) são o tipo mais grave de fraturas, que podem ocorrer desde extremidade do ápice do dente até à coroa. Ao logo do tempo, uma VRF pode estender-se até ao ligamento periodontal e aos tecidos circundante.

À medida que a linha de fratura e a separação dos fragmentos aumentam, maior a probabilidade de aparecimento áreas de reabsorção, agravando o prognóstico da área afetada. Assim, é necessária uma decisão rápida para evitar uma perda óssea exagerada, que pode causar dificuldades no tratamento e reconstrução das áreas lesadas. (Özer, 2011)

Lesões dentárias como luxações e / ou deslocamentos e fraturas são difíceis de diagnosticar com precisão quando se recorre às radiografias convencionais.

As fraturas da raiz podem passar despercebidas mesmo nas radiografias se o feixe de raios-X não passar ao longo da linha de fratura, especialmente quando não existe edema nem tecido de granulação associados às lesões.

Forças excessivas durante os tratamentos endodônticos, traumas físicos, problemas de oclusão e hábitos para funcionais resultam em fadiga e podem causar fraturas radiculares verticais, mas estas lesões podem parecer-se com lesões periodontais ou abscessos. A presença de fístulas é um fratura da raiz, no entanto, muitos dentes com fratura apresentam profundidades de sondagem dentro dos valores normais. (Kamburoglu et al., 2013)

As radiografias convencionais neste tipo de casos apresentam limitações clínicas como as sobreposições de estruturas, tornando muito difícil a visualização de fraturas o que impede um diagnóstico correto. (Özer, 2011)

Inúmeros autores atentam da utilidade e da importância da CBCT no diagnóstico e tratamento traumas dentários, especialmente de fraturas radiculares. (Scarfe et al.,2009)

Segundo um estudo realizado por Özer utilizando a CBCT, este verificou que CBCT foi mais precisa do que as radiografias convencionais no diagnóstico de fraturas entre 0,2 e 0,4 mm de largura.

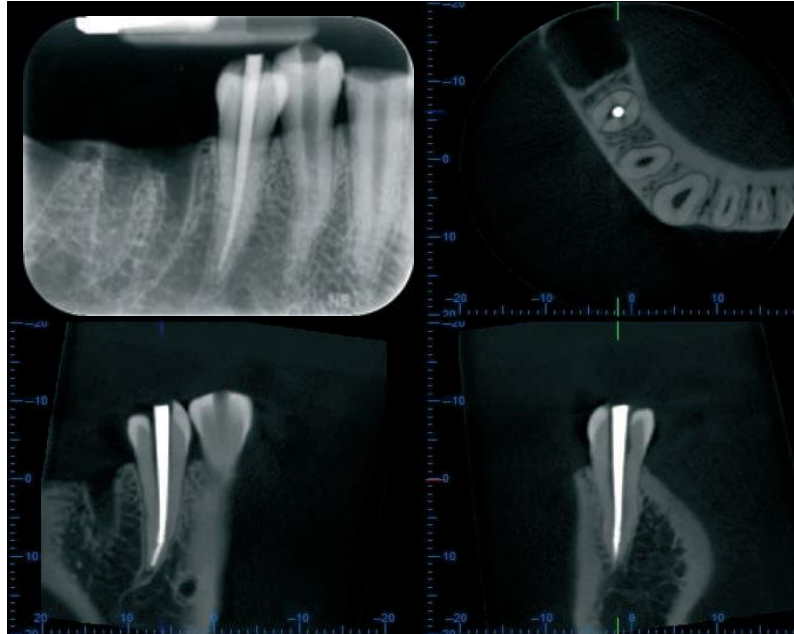


Figura 15: Radiografia periapical; Corte axial, sagital e coronal CBCT de um dente pré-molar inferior na com uma fratura radicular vertical (VRF) completa. (In Patel et al.,2012)

Nos equipamentos CBCT, os tamanhos de Bolds podem variar de 0,125 milímetros a 2 milímetros juntamente com os planos de reconstrução de imagem (axial, sagital e coronal), e com a alta resolução de imagens tridimensionais (3D) podem melhorar ainda mais a capacidade para diagnosticar fraturas radiculares.

As fratura radicular horizontais (HRF) são mais frequentemente na região posterior da maxila de pacientes do sexo masculino devido ao trauma associado a acidentes, lesões desportivas. Costumam ocorrer em dentes totalmente erupcionados com completa formação radicular. (Kamburoglu et al., 2013)

O diagnóstico de HRF baseia-se na demonstração radiográfica de uma linha ou linhas de de fratura, presença de mobilidade, existência de sensibilidade nos dentes em causa. Os exames radiográficos combinados com o exame clínico são o único método de diagnóstico para a avaliação do HRF na prática clínica de Medicina Dentária. (Kamburoglu et al., 2013)

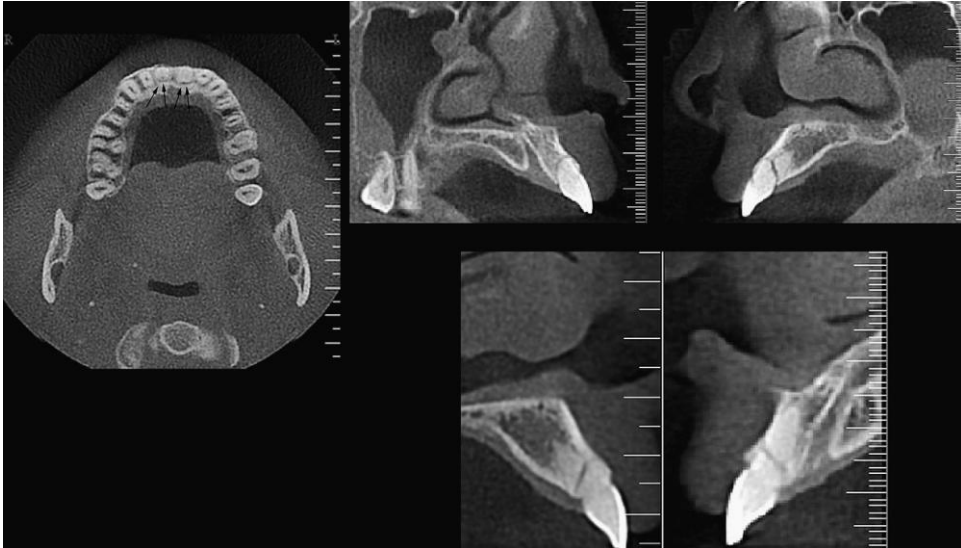


Figura 16: Corte axial, sagital e coronal que mostram uma fratura radicular horizontal nos incisivos centrais, sem evidência de patologia perirradicular ou cervical ou reabsorção interna. (In Orhan et al., 2010)

III.1.7 - Reabsorções Radiculares

As Reabsorção Radiculares (RR) são uma condição fisiológica ou patológica associada a perda de estrutura dentária causada por células odontoclásticas. (Estrela et al., 2009)

Estas lesões podem ser causadas por tratamentos ortodônticos, traumatismos dentários, periodontite apical, branqueamentos, entre outros fatores.

A ocorrência de reabsorções radicular internas e externas é relativamente e sua etiologia não estão completamente esclarecidos, sendo que no, em alguns casos torna-se difícil diferenciar umas das outras.

A reabsorção radicular externas são complicações comuns devido a lesões de luxações ou avulsões dentárias. Reabsorção radicular interna são mais raras, geralmente assintomáticas, muitas vezes, são diagnosticadas acidentalmente com radiografias convencionais e podem estar associadas a traumas, pulpites crônicas ou a tratamentos ortodônticos. (Patel et al., 2012)

Lesões de reabsorção radicular apresentam algumas dificuldades no tratamento e na preparação e realização da obturação, em determinados casos. (Özer et al., 2011)

O diagnóstico clínico de RR depende do exame radiográfico. A sensibilidade da radiografia convencional é significativamente pior do que a CBCT na detecção de RR em fases iniciais. (Dudic et al., 2009)

O diagnóstico utilizando a radiografia convencional é difícil, embora sejam possíveis de observar reabsorções radiculares internas com limites claramente definidos, ao contrário das reabsorções externas que apresentam radiolescência e os canais radiculares intactos, não sendo detetáveis as lesões. (Scarfe et al., 2009)

CBCT é muito importante na detecção de pequenas lesões, localizações e na diferenciação da reabsorção com outras lesões.

CBCT fornece imagens 3D muito detalhadas com exposição de raio -x de cerca de 18 segundos. As imagens podem ser obtidos em qualquer ângulo, oferecendo assim ótima visualização e sem sobreposições. (Estrela et al., 2009)

A precisão da CBCT na detecção de defeitos superficiais, bem como em raízes de incisivos e caninos superiores em radiografias pós tratamento ortodôntico, onde se suspeite da existência de reabsorções radiculares. (Scarfe et al., 2009)

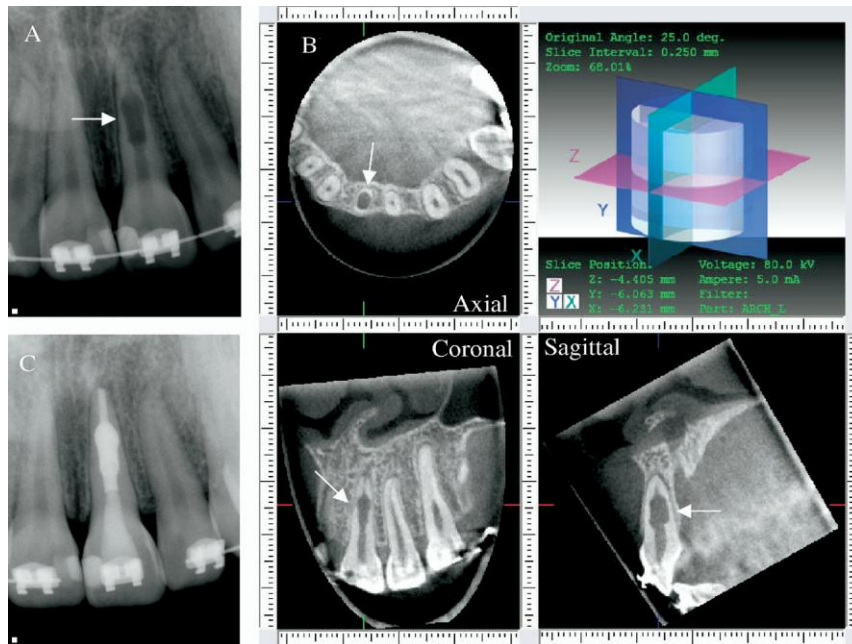


Figura 17: (A) Radiografia periapical pré-operatória apresenta uma lesão na raiz no dente incisivo central. (B) Cortes axial, sagital e coronal CBCT que ilustram a extensão da lesão de reabsorção interna axial. (C) radiografia periapical pós-operatória. (In Cotton et al., 2007)

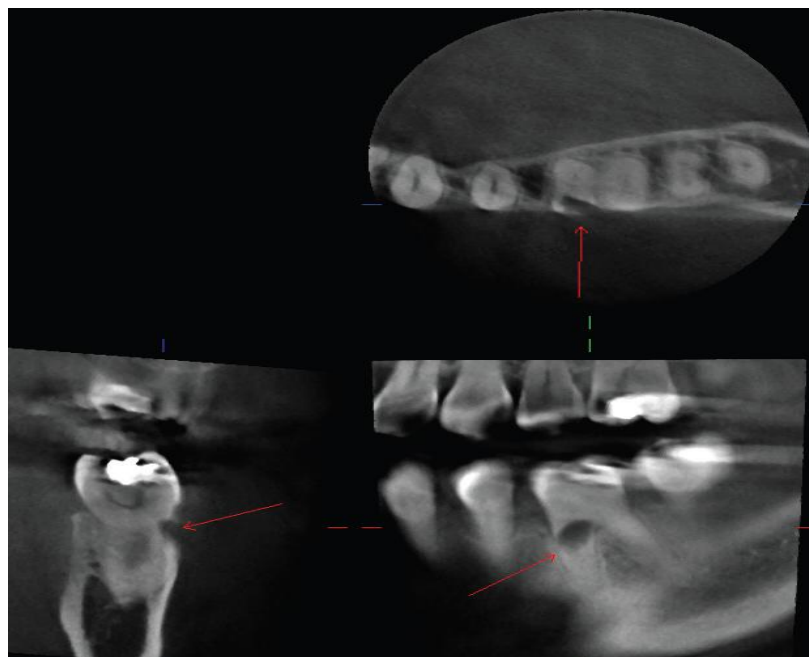


Figura 18: Exemplo de uma reabsorção radicular externa em cortes CBCT. (In Farschey & Zia, 2011)

III.1.8 - Avaliação pós-operatória

A tomografia computurizada de feixe cônico tem especial importância e um papel determinante para avaliação pós operatória em Endodontia.

O CBCT é usado na monitorização inicial de um tratamento endodôntico bem como na confirmação final dos resultados das obturações dos canais radiculares, uma vez que permite a visualização tridimensional de todos os canais obturados sendo então mais fácil detetar falhas dos tratamentos.

A radiografia 3D pode desempenhar um papel importante na otimização apicectomia facilitando a preparação da cirurgia apical e posteriormente confirmar o tratamento efetuado, oferecendo-nos dados sobre lesões nos seios maxilares, membrana sinusal e a confirmação de canais radiculares. (Scarfe et al., 2009)

A grande capacidade das imagens da CBCT permite uma avaliação da destruição óssea quando associada a periodontites apicais antes e depois dos tratamentos destas lesões.

O sucesso dos tratamentos endodônticos está relacionado com uma boa desinfeção intra-canal, um bom selamento hermético, uma recuperação e regeneração óssea significativa. A CBCT é útil numa avaliação periódica, a longo prazo, para avaliação destes pressupostos.

Segundo Patel, et al. (2012), os dados detalhados que a CBCT oferece devem ser aplicados antes dos tratamentos, depois dos tratamentos, para avaliação dos mesmos, bem como de follow-up para acompanhamento dos casos que foram submetidos a tratamentos endodônticos.

Os exames imagiológicos convencionais 2D ainda são muito utilizados, como as radiografias periapicais, para avaliação de tratamentos, mas deve ser preterida em função de exames radiológicos tridimensionais, como a CBCT, uma vez que esta técnica nos possibilita qualidade de imagens muito superior o que torna os tratamentos e os seus resultados mais fiáveis.

Com o desenvolvimento tecnológico em evolução constante e com a quantidade e qualidade de informação que a tomografia computadorizada de feixe cônico apresenta, um melhor diagnóstico e uma melhor avaliação dos resultados dos tratamentos é possível e é um ótimo auxílio na área da Endodontia. (Scarfe et al., 2009)

Conclusão

Cada vez mais, aparecem nos consultórios de Medicina Dentária pacientes à procura de soluções para obtenção de melhores resultados. É importante que o profissional tenha um conhecimento com fundamentação científica e clínica que o permita poder acompanhar, aconselhar e tratar o melhor possível os seus pacientes.

Com a realização desta revisão bibliográfica sobre o tema “Cone Beam Computed Tomography em Endodontia” foi possível chegar a várias conclusões.

A CBCT pode ser descrita como um método muito eficaz no auxílio da obtenção de um diagnóstico em várias áreas da Medicina Dentária, em especial na Endodontia.

A imagiologia convencional 2D é ainda a mais utilizada pelos profissionais, nos consultórios dentários face à sua praticabilidade clínica e são um auxílio na resolução de um grande número de casos. Ainda assim, a imagiologia convencional apresenta várias limitações o que pode prejudicar o diagnóstico e tratamento de casos específicos.

Para superar estas limitações, tem sido utilizada a tomografia computadorizada de feixe cônico que proporciona a visualização de imagens em 3D de regiões anatômicas e a presença de patologias que, muitas vezes, não são detetáveis pelas radiografias convencionais.

A CBCT revela especial importância no diagnóstico de lesões traumáticas que podem colocar em causa a integridade dos dentes, como luxações, fraturas radiculares verticais e horizontais. Casos como lesões periapicais, reabsorções radiculares, pesquisas endodônticas, fraturas de instrumentos, são também melhor avaliados recorrendo à Cone Beam Tomography.

É possível afirmar que o CBCT pode ser ótimo auxílio na localização de canais radiculares, explorando melhor a sua anatomia e morfologia tridimensional, ao contrário da imagiologia que só permite visualizar os canais em duas dimensões.

O CBCT proporciona imagens com grande qualidade de resolução e contraste de imagem bem como vários planos de visualização em 3D, daí poder-se afirmar apresenta

vantagens a nível de controlo de tratamentos, avaliar obturações, assim como verificação dos sucessos ou insucessos dos tratamentos Endodônticos.

O CBCT apresenta baixas doses de radiação, mas existem sempre riscos associados que podem tornar-se prejudiciais para os pacientes. A dose efetiva de radiação do CBCT varia de acordo com o tamanho do campo de visão utilizado, sendo que quanto mais pequeno é o campo de visão, mais pequena será a radiação a que os pacientes estarão sujeitos. Cabe ao Médico Dentista agir em conformidade e saber selecionar os casos que achar pertinentes para utilizar a CBCT.

Bibliografia

ALMEIDA, C. & VIEIRA, E. A. S. 2008. A Descoberta e a Evolução do RX. Disponível em <http://www.tdtonline.org>. [Consultado em 17/04/14].

BALL, R. L., BARBIZAM, J. V. & COHENCA, N. 2013. Intraoperative Endodontic Applications of Cone-Beam Computed Tomography. *J Endod*, 39, 548–557.

BERGENTHOLTZ, G., HERSTED-BINDSLEV, P. & RELT, C. 2010. Textbook of Endodontology. Blackwell Publishing, United Kingdom.

BOVÉDA, C. (2010). Tomografia Volumétrica Digital. Disponível em <http://www.carlosboveda.com/tvd.htm>. [Consultado em 10/05/14].

CALDEIRA, E. J., CAMILLI, J. A. & CAGNON, V. H. A. Posicionador Experimental Para Posicionar Radiografias Periapicais. *RGO*, 2004, 52 (2), 124-126.

COHEN, S. & HARGREAVES, K. M. 2006. Pathways of the Pulp. Mosby Elsevier. U.S.A.

COLLEGUES FOR EXCELENCE, 2011. Cone Beam-Computed Tomography in Endodontics. Disponível em <http://www.aae.org>. [Consultado em 23/04/14].

COSTA, C. C. A., NETTO, C. M., KOUBIK, A. C. G. A. & MICHELOTTO, A. L. C. Aplicações clínicas da tomografia computadorizada cone beam na Endodontia. *Rev Inst Ciênc Saúde*, 2009, 27(3), 279-86.

COTTON, T. P., TODD M. GEISLER, T. M., DAVID T. HOLDEN, D. T., SCHWARTZ, S. A. & SCHINDLER, W. G. 2007. Endodontic Applications of Cone-Beam Volumetric Tomography. *J Endod*, 33, 1121–1132.

DUDIC, A., CATHERINE GIANNOPOULOU, C., LEUZINGER, M. & KILIARIDIS, S. Detection of apical root resorption after orthodontic treatment by using panoramic radiography and cone-beam computed tomography of super-high resolution. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2009, 135, 434-7.

DURACK, C. & PATEL, S. Cone Beam Computed Tomography in Endodontics. *Braz Dent J*, 2012, 23(3), 179-191.

ESTRELA, C., BUENO, M. R., ALENCAR, A. H. G., MATTAR, R., NETO, J. V., AZEVEDO, B. C. & ESTRELA, C. R. D. A. Method to Evaluate Inflammatory Root Resorption by Using Cone Beam Computed Tomography. *J Endod*, 2009, 35, 1491–1497.

FARSHEY, R. & ZIA, P. ENDODONTIC DIAGNOSIS: THE THIRD DIMENSION. *ENDODONTICS IN FOCUS*, 2011, 137-143.

GARIB, D. G., RAYMUNDO JR, R., RAYMUNDO, M. V., RAYMUNDO, D. V. & FERREIRA, S. N. Tomografia computadorizada de feixe cônico (Cone beam): entendendo este novo método de diagnóstico por imagem com promissora aplicabilidade na Ortodontia. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial*, 2007, vol 12, n. 2, p.139-156.

HOWERTON JR, W. B. & MORA, M. A. Advancements in Digital Imaging: What is New and on the Horizon? *JADA*, 2008, 139(3), 20S-24S.

KALENDER, A., AKSOY, U., BASMACI, F., ORHAN, K., ORHAN, A. I. Cone-beam computed tomography analysis of the vestibular surgical pathway to the palatine root of the maxillary first molar. *Eur J Dent*, 2013, vol 7, 35-40.

KAMBUROGLU K, ONDER B, MURAT S, AVSEVER H, YÜKSEL S, PAKSOY C.S. Radiographic detection of artificially created horizontal root fracture using different cone beam CT units with small fields of view. *Dentomaxillofac Radiol*, 2013, 42, 20120261.

KARANXHA, L., KIM, H.J., HONG, S. O. & MIN, K.S. (2012). Endodontic management of a C-shaped maxillary first molar with three independent buccal root canals by using cone-beam computed tomography. Disponível em <http://dx.doi.org>. [Consultado em 15/05/14].

KAUSHIK, M. & MEHRA, N. Maxillary First Molars with Six Canals Diagnosed with the Aid of Cone Beam Computed Tomography: A Report of Two Cases. *Case Rep Dent*, 2013, 406923.

NAIR, M. K., & NAIR, U. P. 2007. Digital and Advanced Imaging in Endodontics: A Review. *J Endod*, 33, 1– 6.

NEELAKANTAN, P., SUBBARAO, C. & SUBBARAO, C. V. Comparative Evaluation of Modified Canal Staining and Clearing Technique, Cone-Beam Computed Tomography, Peripheral Quantitative Computed Tomography, Spiral Computed Tomography, and Plain and Contrast Medium–enhanced Digital Radiography in Studying Root Canal Morphology. *J Endod*, 2010, 36, 1547–1551

ORHAN, K., AKSOY, U. & KALENDER, A. Cone-Beam Computed Tomographic Evaluation of Spontaneously Healed Root Fracture. *J Endod*, 2010, 36, 1584–1587.

ÖZER, S. Y. Detection of Vertical Root Fractures by Using Cone Beam Computed Tomography with Variable Voxel Sizes in an In Vitro Model. *J Endod*, 2011, 37, 75–79.

PATEL, S., BRADY, E., WILSON, R., BROWN, J. & MANNOCCI, F. The detection of vertical root fractures in root filled teeth with periapical radiographs and CBCT scans. *Int Endod J*, 2013, 46, 1140–1152.

PATEL, S., DAWOOD, A., E. WHAITES, E. & FORD, T. P. New dimensions in endodontic imaging: part 1. Conventional and alternative radiographic systems. *Int Endod J*, 2009, 1-16.

PATEL, S., DAWOOD, A., FORD, T. P. & WHAITES, E. The potential applications of cone beam computed tomography in the management of endodontic problems. *Int Endod J*, 2007, 40, 818–830.

PATEL, S. & HORNER, K. The use of cone beam computed tomography in endodontics. *Int Endod J*, 2009, 42, 755–756.

PATIL, N. A., GADDA, R. & SALVI, R. Cone Beam Tomography.:Adding the Third Dimension. *J Contemp Dent*, 2012, 2 (3), 84-88.

PISCO, J. M.2003. Imagiologia Básica, Texto e Atlas. Bases físicas das diferentes técnicas, In Secca, M. F., 1ª edição, Portugal, p.3.

SANTOS, K. S. A., VELOSO, O. L. L., TEMÓTEO, L. M. & BRITO, L. N. S. Concordância diagnóstica em Endodontia em clínicas odontológicas. *RGO - Rev Gaúcha Odontol.*, Porto Alegre, 2011, v.59, 365-371.

SCARFE, W. C., FARMAN, A. G. & SUKOVIC, P. Clinical Applications of Cone-Beam Computed Tomography in Dental Practice. *J Can Dent Assoc*, 2006; 72(1), 75–80.

SCARFE, W. C., LEVIN, M. D., GANE, D. & FARMAN, A. G. Use of Cone Beam Computed Tomography in Endodontics. *Int J Dent*, 2009, 634567.

SCARFE, W. C. Use of cone-beam computed tomography in endodontics. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2011;111:234-7.

SETTANNI, C. E. P. Estudo Comparativo das Técnicas Radiográficas de Clark e de Keur com a Tomografia Linear no Diagnóstico Topográfico do Dente Canino Superior Impactado. *J Bras Ortodon Ortop Facia,l* 2004, 9 (51), 235-41.

TYNDALL, D. A. & KOHLTFARBER, H. Application of cone beam volumetric tomography in endodontics. *Austn Dent J*, 2012, 1834-7819.

TYNDALL, D. A. & RATHORE, S. Cone-Beam CT Diagnostic Applications: Caries, Periodontal Bone Assessment, and Endodontic Applications. *Dent Clin N Am*, 2008, 52, 825–841.

WALTON, R. E., 2008. Diagnostic Imagins A. endodontic radiography, In Ingle, J. I., Ingle's Endodontics, 6th, edition, Canadá, BC Deecker, p.357.