



**INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
EGAS MONIZ**

**MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA**

**RELEVÂNCIA CLÍNICA DA TOMOGRAFIA COMPUTORIZADA  
DE FEIXE CÓNICO EM ENDODONTIA**

Trabalho submetido por

**José Paulo S. D. Dinis da Fonseca**

para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

**Setembro de 2015**





**INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
EGAS MONIZ**

**MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA**

**RELEVÂNCIA CLÍNICA DA TOMOGRAFIA COMPUTORIZADA  
DE FEIXE CÓNICO EM ENDODONTIA**

Trabalho submetido por

**José Paulo S. D. Dinis da Fonseca**

para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por  
**Prof<sup>a</sup>. Doutora Ana Cristina Mano Azul**

**Setembro de 2015**



## **AGRADECIMENTOS**

À prof<sup>ª</sup>. Doutora Ana Cristina Mano Azul.



## RESUMO

A imagiologia enquanto ciência de técnicas e processos usados para criar imagens do corpo humano para propósitos clínicos, tem na radiologia dentária um requisito imprescindível para a endodontia em todas as suas vertentes, diagnóstico, plano de tratamento, progressão das etapas no decurso do tratamento, e, no controlo do seu resultado, constituindo assim um registo para aferir a sua evolução e, avaliação.

As radiografias endodônticas retroalveolares, têm constituído o único método através do qual é possível “visualizar” todo o desenvolvimento do tratamento endodôntico. No entanto esse registo é uma imagem bidimensional de um objeto tridimensional; em termos práticos, é a projeção de uma sombra.

Ao longo dos anos foram desenvolvidas técnicas radiográficas para a especificidade da endodontia sendo a “técnica do paralelismo” considerada a de eleição por obter uma imagem com um mínimo de distorção e, possibilidade de uma fiável padronização. Mas para ter uma noção da tridimensionalidade do dente, são necessárias radiografias com angulações que permitindo dissociar objetos sobrepostos, implicam uma distorção do objeto real com prejuízo da nitidez que pode comprometer a exatidão pretendida na interpretação das imagens enquanto único meio para visualizar o campo operatório.

Com a evolução da imagiologia, surgiu a possibilidade da visualização tridimensional não invasiva, através da tomografia computadorizada que envolve o uso de raios X combinado com um computador digital para obtenção de imagens tridimensionais do corpo. Essa contínua evolução é responsável por novos sistemas que se adaptam melhor ao campo da medicina dentária como a tomografia computadorizada de feixe cónico, ou *Cone Beam Computed Tomography (CBCT)*.

Com a possibilidade de visualizar o dente e estruturas adjacentes nas três dimensões reais, abre-se um vasto, novo e empolgante campo de investigação na endodontia.

O objetivo deste trabalho consiste na apresentação do estado da arte da aplicação do CBCT em endodontia com base numa pesquisa bibliográfica atual.

Palavras – chave: *Cone-Beam Computed Tomography (CBCT)* e endodontia.



## **ABSTRACT**

Imaging as a science of techniques and processes used to create images of the human body for clinical purposes, implies that dental radiology is an essential requirement for endodontics in all its aspects, such as diagnosis, treatment plan, progression of the different steps during treatment and in the, control of the outcomes, thus constituting a record to assess its progress and evaluation.

The retro-alveolar endodontic radiographs have been the only method by which it is possible to "see" the whole development of an endodontic treatment. However, this record is a two-dimensional image of a three-dimensional object; in practical terms, it is the projection of a shadow.

Over the years, radiographic techniques have been developed for the specificity of endodontics with the "paralleling technique" being considered the elected technique for such purpose allowing the obtention of an image with minimal distortion and a reliable possibility of standardization. Nevertheless, to get a sense of three-dimensionality of the tooth, radiographs with different angulations allowing the dissociation of overlapping objects are necessary; this implies a distortion of the real object with a loss of sharpness that can compromise the desired accuracy in the images' interpretation that is the only visualization way of the operative field.

With the evolution of imaging, the possibility of noninvasive three-dimensional visualization appeared by computed tomography that involves the use of X-rays combined with a digital computer to obtain three-dimensional images of the body. This continuous evolution is responsible for new systems that are better suited to the field of dentistry such as the Cone-Beam Computed Tomography (CBCT).

The ability to view the tooth and its adjacent structures in real three dimensions opens up a vast, new and exciting field of research in endodontics.

The aim of this study was to present the state-of-art of the CBCT technique in endodontics based in a recent up-to-date bibliographic research.

Key words: Cone-Beam Computed Tomography (CBCT) and endodontic.



## ÍNDICE

I INTRODUÇÃO .....	11
II DESENVOLVIMENTO .....	13
II.1 Papel da Radiologia na endodontia.....	13
II.1.1 Compressão das estruturas tridimensionais .....	13
II.1.2 Distorção Geométrica .....	14
II.1.3 Ruído Anatômico .....	14
II.1.4 Perspetiva temporal.....	15
II.2 Cone Beam Computed Tomography (CBCT).....	15
II.2.1 Aquisição e reconstrução de imagens .....	15
II.2.2 Classificação do CBCT.....	18
II.2.3 FOV ( <i>field of view</i> ) .....	19
II.2.4 Aspetos Radiológicos do CBCT .....	20
II.2.5 CBCT: Dose de radiação e qualidade de imagem.....	21
II.2.6 O Princípio ALARA .....	23
II.2.7 Limitações do CBCT .....	27
II.2.8 Critérios para o uso do CBCT.....	29
II.2.8.a Critérios de inclusão.....	29
II.2.8.b Critérios de exclusão.....	30
II.2.9 Critérios para uso do CBCT em endodontia .....	30
II.2.10 Detecção de periodontite apical.....	31
II.2.11 Avaliação da anatomia e morfologia canalar .....	35
II.2.12 Avaliação e planeamento de cirurgias endodônticas.....	39
II.2.13 Avaliação de traumatismos dentários.....	41
II.2.14 Diagnóstico de fraturas radiculares verticais (FRV).....	43
II.2.15 Diagnóstico, avaliação e tratamento da reabsorção radicular.....	49
II.2.16 Determinação do comprimento de trabalho.....	52
II.2.17 Avaliação do tratamento endodôntico ( <i>Follow-up</i> ).....	54
II.2.18 Efeitos do CBCT num modelo hierárquico de eficácia .....	55
II.2.19 A Padronização.....	56
II.2.19.a COPI - Parâmetros de seleção.....	57
II.2.19.b ETTI - Parâmetros de avaliação.....	58
III CONCLUSÕES .....	63
IV BIBLIOGRAFIA.....	65
V ANEXOS .....	95

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema do CBCT.....	17
Figura 2: Modelo de CBCT.....	17
Figura 3: Diferentes modelos de CBCT.....	18
Figura 4: FOV de diferentes dimensões.....	19
Figura 5: FOV de diferentes dimensões.....	19
Figura 6: Imagem de dente com perfuração da furca.....	25
Figura 7: Reconstrução obtida com CBCT.....	27
Figura 8: Cortes coronário (a) e axial (b) do CBCT.....	28
Figura 9: Lesões de origem endodôntica e canal MV2 não tratado.....	33
Figura 10: Imagem de periodontite apical.....	35
Figura 11: Segundo molar superior com quatro raízes.....	36
Figura 12: Planeamento cirúrgico: evidência de problema e estruturas anatómicas adjacentes.....	40
Figura 13: Diagnóstico diferencial entre reabsorção interna/externa nos três planos....	42
Figura 14: Fratura vertical.....	44
Figura 15: CBCT em canais com diferentes preenchimentos e resoluções espaciais....	46
Figura 16: Reabsorção interna.....	49
Figura 17: Tipos de constrições.....	53
Figura 18: Variações de constrição apical.....	53
Figura 19: Modelo hierárquico de eficácia.....	55
Figura 20: Índices COPI e ETTI.....	61
Figura 21: Exemplo de diagnóstico com índice PESS.....	61

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Tabela comparativa de radiação.....	22
Tabela 2: Tabela comparativa de radiação.....	22
Tabela 3: Tabela comparativa.....	23
Tabela 4: Tabela comparativa.....	23
Tabela 5: Relevância do CBCT na deteção de periodontite apical.....	34
Tabela 6: Relevância do CBCT no estudo da morfologia e anatomia canal ar.....	37
Tabela 7: Relevância do CBCT nas anomalias dentárias.....	38
Tabela 8: Relevância do CBCT no planeamento cirúrgico endodôntico.....	41
Tabela 9: Relevância do CBCT nos traumatismos dento-alveolares.....	48
Tabela 10: Relevância do CBCT na monitorização de reabsorção radicular.....	51
Tabela 11: Graus e parâmetros do modelo hierárquico de eficácia.....	56
Tabela 12: Novo índice COPI.....	59
Tabela 13: Novo índice ETTI.....	60

## **LISTA DE SÍGLAS**

AAE – *American Association of Endodontics*

AAOMR - *American Academy of Oral and Maxillofacial Cardiology*

ADA - *American Dental Association*

2D - Bidimensional

CBCT – *Cone Beam Computed Tomography*

CCD – *Charged Coupled Device*

COPPI - *Complex Periapical Index*

ETTI - *Endodontically Treated Tooth Index*

Ex: - Exemplo

FOV – *Field of view*

FRV – Fratura radicular vertical

kV - Kilovoltagem

LAE – Localizador apical eletrônico

L - Lingual

M-D – Mésio-Distal

μSv- Micro sievert

mA - Miliampères

mm - Milímetros

% - Percentagem

PA – Periodontite apical

PAI – *Periapical Index*

PESS - *Periapical and Endodontic Status Scale*

Pixel – *picture element*

PSP – *Photo Stimulated Plate* (Placa foto-estimulável de fósforo)

RVG - Radio-visiografia

Rx - Raio-x

s - Segundos

Sv - Sievert

3D - Três dimensões, tridimensional

V-L - Vestíbulo lingual

V-P - Vestíbulo palatino

Voxel - *volumetric pixel*

## I INTRODUÇÃO

O primeiro Rx dentário da história foi feito por Otto Walkoff em 1886 (a si próprio), um “roentgenograma” com um tempo de exposição de 25 minutos, menos de 14 dias após o anúncio da descoberta dos Rx por Wilhelm Roentgen (Forrai, 2007).

Edmund Kells em 1899, ao anunciar a utilidade da medição de um canal dentário através da introdução de um fio de chumbo nesse canal exposto num “radiograma” transformou a radiografia no exame indispensável na endodontia, (Langland & Langlais, 1995); (Jacobsohn & Fedran, 1995).

Como resume (Fidanoski, 2007), em 1987 com Francis Mouyen iniciou-se a era digital da radiografia com a apresentação da radiovisiografia (RVG) sendo a película ou o filme radiográfico substituído por um *Charged-Coopled Device* (CCD) - este constitui um detetor sólido de Rx ou luz, constituído por um chip de silicone com um circuito eletrónico embebido, reduzindo a dose de radiação até 70% da necessária até então. Mesmo com os recentes progressos nas películas tradicionais exemplificadas pelas películas “F-speed” os sensores CCD conseguem uma imagem clínica com menos 20% de radiação. Descarta-se o uso do processamento químico, sais de prata e folhas de chumbo constituindo um método mais “amigo do ambiente”.

Segundo (Wenzel & Grondahl, Direct digital radiography in the dental office, 1995), as radiografias convencionais vêm sendo cada vez mais substituídas pelas digitais. A facilidade de manipulação, realce, armazenamento e a transmissão de imagens (dados) estão entre as primeiras vantagens. A literatura endodôntica está repleta de estudos que evidenciam as limitações do Rx convencional, (Patel, et al., 2011); Não obstante, a recomendação de observação num negatoscópio com uma magnificação de 3x, para uma diferenciação mais precisa da imagem radiográfica (Fernandez, Cadavid, Zapata, Alvarez, & Restrepo, 2013).

As consequências dessas limitações podem ir desde a subestimação até à total ocultação de uma patologia. (Bender, 1997); (Lofthag-Hansen, Huuonen, Grondahl, & Grondahl, 2007); (Paula-Silva, et al., 2009a).

A introdução do *Cone Beam Computed Tomography* (CBCT) foi efetuada em 1966 na Europa, através da *Quantitative Radiology, srl* (aparelho New Tom 9000), e nos EUA em 2001. De então para cá mais de 40 aparelhos estão licenciados para uso em medicina dentária (Clinicians Report, 2014).

Numa avaliação sobre o “estado da arte” referente ao CBCT o *Clinicians Report* (2014) constata que desde o licenciamento dos diferentes modelos de CBCT, ser na endodontia que se tem verificado o maior crescendo de aplicações e estudos.

Permite ultrapassar as limitações da representação em duas dimensões (2D) de um objeto

## Relevância clínica do CBCT em endodontia

tridimensional (3D) com imagens em 2D nos planos sagital, coronal e axial de espessura submilimétrica. O diagnóstico de lesões periapicais, visualização do sistema canalar, fraturas radiculares, caracterização de reabsorções externas/internas, são quadros clínicos onde o CBCT é mais promissor, face a uma representação bidimensional (Tyndall & Rathore, 2008).

No contexto da endodontia, o potencial benéfico para o paciente com o uso do CBCT pode ser substancial (American Association of Endodontists (AAE) & American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology (AAOMR), 2011); (Berman & Hartwell, 2006).

Contudo, a relativamente alta radiação associada ao CBCT quando comparada com o Rx convencional (Patel, et al., 2015) levanta ainda preocupações.

Nenhuma exposição ao Rx pode ser considerada livre de riscos (Patel, 2009); (Givol, Rosen, Taichers, & Tsesis, 2010). O efeito cumulativo de radiação ionizante pode declarar-se anos após a exposição (American Dental Association (ADA), 2012).

A *European Society of Endodontology* (ESE) através de (Patel, et al., 2014), realça o facto de qualquer prática clínica de CBCT, ter de ser justificada, mantida, e otimizada. Recomenda ainda programas para estudantes e pós graduações em endodontia como parte integrante do curriculum, bem como atualizações dos mesmos (Brown, et al., 2014).

Um problema significativo na avaliação dos métodos radiográficos é o facto dos métodos de referência serem: ou os estudos *post-mortem* ou a biopsia cirúrgica. Isto representa uma limitação que implica a necessidade de mais estudos (Petersson, et al., 2012).

Com o uso apropriado desta tecnologia é possível obter informação sobre a condição dento-alveolar com poucos riscos, e benefícios temporais quer para o paciente quer para o clínico (Tyndall & Rathore, 2008).

À medida que a sua importância continua a crescer, muitos especialistas antevêm o CBCT como método padrão na imagiologia dentro de 5 anos ou menos (Clinicians Report, 2014).

Com as aplicações clínicas no diagnóstico, tratamento e *follow-up* torna-se evidente que a utilidade do CBCT não pode ser disputada (Kiarudi, Eghbal, Safi, Aghdasi, & Fazlyab, 2015).

O objetivo deste trabalho consistiu na apresentação do estado da arte da aplicação do CBCT em endodontia com base numa pesquisa bibliográfica atual. Para tal, foi consultada a base de dados MEDLINE®/PubMed®, de 2011 a 2015 sobre artigos escritos em inglês com recurso às palavras-chave: “*cone beam computed tomography*” (CBCT). Foram de igual modo citados alguns artigos de maior antiguidade assim como pontualmente livros de texto, pela sua relevância para a temática a ser abordada.

## II DESENVOLVIMENTO

### II.1 Papel da Radiologia na endodontia

As imagens das películas de Rx retroalveolares têm servido todos os propósitos da endodontia, do diagnóstico de patologias odontogénicas e não odontogénicas, nas etapas de tratamento endodôntico e, na avaliação da sua evolução, (Walton, 2008). Continuam até aos dias de hoje a ser o meio mais usado nos tratamentos endodônticos, pela informação que oferecem para a localização de lesões periradiculares, anatomia radicular, e proximidade das estruturas anatómicas adjacentes, (Patel, Dawood, Whaites, & Ford, 2009).

Apesar de todas as suas aplicações, há muitas deficiências que se podem apontar às imagens do Rx retroalveolares. Como resultado de sobreposições, as radiografias retroalveolares revelam aspetos limitados da anatomia 3D, tornando a informação das películas convencionais ou digitais limitadas, (Patel, Dawood, Ford, & Whaites, 2007).

São vários os fatores redutores da capacidade de diagnóstico do Rx convencional (Patel, 2009) que abaixo se enumeram:

#### II.1.1 Compressão das estruturas tridimensionais

A radiografia tradicional comprime estruturas 3D em imagens bidimensionais permitindo a visualização da anatomia sob exame no plano méso-distal, deixando a terceira dimensão no plano vestibulo-lingual ou palatino oculta da visão (Patel, 2009).

Muitas vezes essa compressão dificulta uma exata apreciação espacial da relação das raízes dentárias com estruturas circundantes e lesões periapicais, (Cotti & Campisi, 2004). Localizar lesões como reabsorções radiculares e, complexidades anatómicas pode ser difícil (Cohenca, Simon, Roges, Morag, & Malfaz, 2007).

Também erros operatórios podem permanecer indetetáveis, (Silva, de Alencar, da Rocha, Lopes, & Estrela, 2012).

Como resultado, a exatidão do diagnóstico é subsequentemente reduzida (Webber & Messura, 1999); (Nance, Tyndall, Levin, & Trope, 2000).

Com imagens obtidas em *parallax*, ou seja alterando a angulação horizontal do Rx em relação à área de interesse, consegue-se uma melhor percepção e determinação da relação espacial entre dente e estruturas alveolares (Brynmolf, 1967).

Podem assim ser necessários vários Rx feitos com diferentes angulações para

## Relevância clínica do CBCT em endodontia

diagnóstico de traumatologia ex: fraturas radiculares, luxações, lesões de avulsão (Flores, et al., 2007a); (Flores, et al., 2007b).

De notar que a identificação de relevantes variedades de doenças e, variações anatómicas, não é garantida através de múltiplos Rx intraorais, independentemente da técnica, (Barton, Clark, Eleazor, Scheetz, & Farman, 2003); (Matherne, Angelopoulos, Kulild, & Tira, 2008).

### II.1.2 Distorção Geométrica

As imagens radiográficas nem sempre replicam com exatidão a área de interesse devido à complexidade estrutural da área maxilo-facial, (Grondahl & Huuonen, 2004).

A técnica do paralelismo, proporciona uma maior exatidão da representação geométrica do objeto alvo, do que as imagens obtidas com a técnica da bisettriz, (Forsberg, 1987). Para a técnica do paralelismo, o recetor de imagem (película ou CCD) deve ser posicionado paralelo ao longo eixo do dente alvo, e o Rx deve ser perpendicular a ambos (Mol, 2004).

Apesar do uso dos posicionadores para assegurar o paralelismo, a anatomia da cavidade oral, torna o seu uso desafiante, mais ainda com os recetores rígidos de CCD. Mesmo com a técnica executada na perfeição, há um mínimo de 5% de aumento do objeto (Vande Voorde & Bjorndahl, 1969). Em condições ideais, dada a inevitabilidade da separação entre objeto e recetor de imagem, e a natureza divergente dos Rx, tem-se como resultado que não há exatidão com o uso convencional da radiografia intraoral (Patel, Dawood, Whaites, & Ford, 2009). Posicionar o recetor de imagem paralelo ao longo eixo do dente, pode ser possível com dentes que tenham raízes relativamente retas (ex: incisivos e pré-molares); contudo, curvaturas radiculares são comuns em multirradiculares, particularmente nos molares maxilares. Nestas situações é impossível eliminar a distorção geométrica numa única exposição (Lofthag-Hansen, Huuonen, Grondahl, & Grondahl, 2007).

### II.1.3 Ruído Anatômico

O problema descrito como ruído anatómico em endodontia, foi evidenciado por Brynolf que constatou que a projeção do canal incisivo sobre os ápexes dos incisivos maxilares, podiam complicar a interpretação radiográfica (Brynolf, 1967); (Brynolf, 1970). Segundo (Patel, Dawood, Whaites, & Ford, 2009), disposições anatómicas como a sobreposição de estruturas, espessura do osso esponjoso, e osso cortical e a relação entre ápexes e placas corticais, podem dificultar a interpretação de imagens porque podem obscurecer a área de

## Desenvolvimento

interesse (Revesz, Kundel, & Graber, 1974); (Kundel & Revesz, 1976). Este aspeto pode incluir quer estruturas radiotransparentes, (ex: forâmen incisivo, forâmen mentoniano e seio maxilar) quer estruturas radiopacas (ex: processo zigomático), (Patel, Dawood, Whaites, & Ford, 2009).

Ruídos anatómicos são assim descritos como fatores que complicam a exatidão da deteção de lesões periapicais (Bender, Seltzer, & Soltanoff, 1996); (Schwartz & Foster, 1971), e, de reabsorções radiculares externas (Andreasen J. O., 1987); (Chapnick, 1989). Na sua presença, a redução no contraste é maior na zona alvo (Revesz, Kundel, & Graber, 1974); (Kundel & Revesz, 1976); (Morgan, 1966).

### II.1.4 Perspetiva temporal

As radiografias retroalveolares de uma área particular, devem ser comparadas ao longo do tempo, para avaliar o decurso da afeção (regressão/progressão), devendo ser padronizadas em relação à angulação do Rx, à distância objeto/recetor de imagem e a todos os parâmetros da radiação (Durack & Patel, 2012).

Deste modo, as variáveis da doença são mantidas constantes, (Grondahl & Huuonen, 2004) caso contrário podem resultar numa má interpretação da evolução da doença, este aspeto é particularmente evidente na avaliação da reabsorção radicular externa, que pode começar a progredir rapidamente, (Durack, Patel, Davies, Wilson, & Mannocci, 2011). Com rigor, a padronização exata não é possível, pelo que as imagens nunca são rigorosamente iguais, o fator temporal pode ainda agravar estas desigualdades, (Rudolf & White, 1988).

## II.2 Cone Beam Computed Tomography (CBCT)

É um sistema que evolui da tomografia computadorizada para aquisição de imagens 3D, especificamente para uso maxilo-facial (Arai, Tammissalo, Iwai, Hashimoto, & Shimada, 1999); (Mozzo, Procacci, Toccanti, Martini, & Andreis, 1999).

Difere da tomografia axial computadorizada (TAC) num número fundamental de parâmetros que otimizam o seu uso para imagens dentárias, (Durack & Patel, 2012).

### II.2.1 Aquisição e reconstrução de imagens

O CBCT possui um *hardware* que consiste num *gantry* rotativo (pórtico que contém o tubo de Rx e os detetores para a produção e deteção de radiação respetivamente). É

## Relevância clínica do CBCT em endodontia

constituído por um grupo de elementos que transmite os dados necessários para análise e produção de imagem (Contreras, 2013).

Durante o processo de aquisição de imagem é emitida uma fonte de Rx cônica divergente direcionada para a área de interesse (alvo) maxilo-facial; ao passar por esta área, o feixe é projetado no detetor de Rx, rodando as duas zonas em movimento sincronizado 180° - 360° em volta da cabeça do paciente num único movimento (Durack & Patel, 2012). Segundo estes autores, estes *scans* variam entre os 10-40s dependendo do equipamento e parâmetros de exposição. Existem muitos sistemas de CBCT que empregam um feixe de Rx pulsátil, e assim consegue-se reduzir o tempo de exposição para 2-5s, (Patel, 2009).

Durante a exposição são tomadas centenas (150 a mais de 600) de projeções planares da zona alvo, (Scarfe & Farman, 2008). Estas são reconstruídas com um *software* de leitura de ficheiros de formato digital, (DICOM-*Digital Imaging and Communications in Medicine*) e gerar imagens 3D (Scarfe, Farman, & Skovic, 2006); (Garib, et al., 2007); (Howerton & Mora, 2008); (Miraclea & Mukherjia, 2009).

Possibilita em “tempo real” imagens 2D coronais, sagitais e, mesmo oblíquas ou curvas, consegue reunir as diferentes imagens, proporcionando uma imagem a 3D que permite uma visão da cavidade oral e da região maxilo-facial em qualquer plano. Com o *software* básico, pode-se ainda fazer *zoom*, ajuste da escala de pretos e brancos, anotações, medições geométricas fidedignas em qualquer plano, e coloração de estruturas importantes (ex: canal mandibular), (Ruprecht, 2008); (Scarfe, Farman, & Skovic, 2006); (Garib, et al., 2007); (Howerton & Mora, 2008); (Patel, 2009).

Tem uma resolução submilimétrica que varia de 0,08mm a 0,4mm ou de 0,4mm a 0,125mm conforme o aparelho (Scarfe, Farman, & Skovic, 2006); (Garib, et al., 2007); (Patel, 2009).

Durante o tempo de exposição são realizadas centenas de imagens, sendo que cada uma apresenta 512 *pixéis* x 512 *pixéis* (*pixel: picture element* é a menor unidade de captação de imagem digital) que são aumentados para 1024 *pixéis* pelo *software* para a configuração 3D pelo que o resultado final será de 1024 *voxéis* (*voxel: volumetric pixel* é o pixel volumétrico), (Scarfe, Farman, & Skovic, 2006); (Garib, et al., 2007); (Patel, 2009).

O funcionamento do CBCT e respetivo modelo podem ser esquematizados como representados nas figuras 1 e 2.

## Desenvolvimento

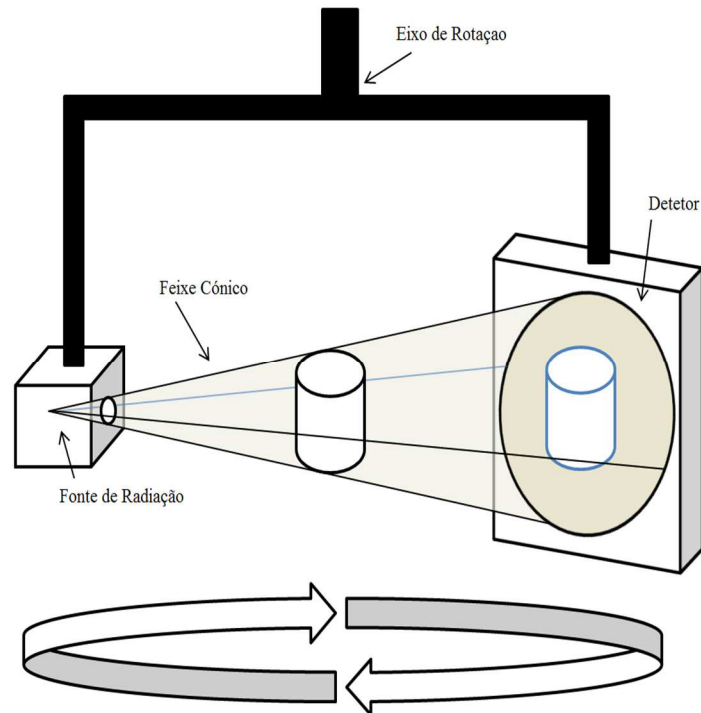


Figura 1: Esquema do CBCT

Disponível em [https://en.wikipedia.org/wiki/Cone\\_beam\\_computed\\_tomography](https://en.wikipedia.org/wiki/Cone_beam_computed_tomography)). Acedido em Junho 2015.



Figura 2: Modelo de CBCT

Disponível em <http://www.fda.gov/Radiation-EmittingProducts/RadiationEmittingProductsandProcedures/MedicalImaging/MedicalX-Rays/ucm315011.htm>. Acedido em Junho 2015.

Com o sistema do CBCT os *voxéis* são isotrópicos, ou seja, são iguais em comprimento, altura e espessura, o que permite medições geométricas exatas em qualquer plano (Scarfe, Farman, & Skovic, 2006); (Scarfe & Farman, 2008).

## Relevância clínica do CBCT em endodontia

O ajuste do foco vai reduzir a dose de radiação (dose normal:30-80 $\mu$ Sv) podendo ser ajustado para as regiões pretendidas para diagnóstico específico ou para a região craniofacial completa, (Scarfe, Farman, & Skovic, 2006); (Miraclea & Mukherjia, 2009).

Existem no mercado vários tipos de aparelhos de CBCT como se ilustra na figura 3.



Figura 3: Diferentes modelos de CBCT

a)

b)

c)

a) Disponível em [http://www.dianliwenmi.com/posting\\_4593416\\_4.html](http://www.dianliwenmi.com/posting_4593416_4.html). Acedido em Junho 2015.

b) Disponível em [https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcOZzifgZeTO\\_wz2N5p\\_AbgLHZONV0\\_hCRrw25AgB4p0Q1RJ24tB](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcOZzifgZeTO_wz2N5p_AbgLHZONV0_hCRrw25AgB4p0Q1RJ24tB). Acedido em Junho 2015.

c) Disponível em <http://www.carestream.com/9000-extraoral-imaging-system.html>. Acedido em Junho 2015.

### II.2.2 Classificação do CBCT

De acordo com (Scarfe, Levin, Gane, & Farman, 2009), a classificação mais usual é feita em função da dimensão do volume de *scan* (*Field of View-FOV*), conforme figura 4:

Pequeno volume, ou volume limitado: FOV com altura até ..5cm

Arco simples: FOV com altura entre.....5 e 7cm

Inter Arco: FOV com altura entre.....7 e 10cm

Maxilo Facial: FOV com altura entre.....10 e 15 cm

Craniofacial: FOV com altura entre.....superior a 15 cm

Existem outros métodos menos populares de classificação baseados na posição do paciente durante o *scan*; sentado, de pé ou em supinação, (Durack & Patel, 2012). Outros são multimodais, incluem ortopantomografia digital, (Scarfe, Levin, Gane, & Farman, 2009).

Nas figuras 4 e 5 exemplificam-se as abrangências de diferentes FOV's.

## Desenvolvimento

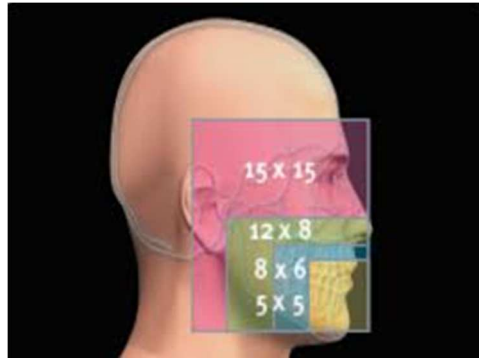


Figura 4: FOV de diferentes dimensões

Disponível em

[https://www.google.pt/search?q=fov+of+cbctebiw=1366ebih=673esource=lnmsetbm=ischesa=Xeved=0CAYQ\\_AUoAWoVChMI4PaAme2FfgIVg7QUCh0MPwDW](https://www.google.pt/search?q=fov+of+cbctebiw=1366ebih=673esource=lnmsetbm=ischesa=Xeved=0CAYQ_AUoAWoVChMI4PaAme2FfgIVg7QUCh0MPwDW). Acedido em Junho 2015.



Figura 5: FOV de diferentes dimensões

Disponível em <http://www.biolase.com/imaging/Pages/default.aspx>. Acedido em Junho 2015.

### II.2.3 FOV (*field of view*)

As dimensões do FOV ou volume de *scan*, dependem primeiro da dimensão e forma do recetor de imagem, da geometria do feixe projetado e da capacidade para colimar o feixe. O colimador é usado para direcionar e suavizar o feixe de radiação. A colimação dos Rx limita a exposição à radiação à região ou zona alvo. Assim um FOV assertivo pode ser selecionado para cada paciente baseado no tipo de doença e, de região a ser examinada. De um modo geral quanto menor o FOV, maior a resolução da imagem e, menor a dose de radiação efetiva (Roberts, Drag, Davies, & Thomas, 2009); (Ludlow, Davies-Ludlow, Brooks, & Howeron, 2006). É desejável que o CBCT a usar em endodontia tenha uma resolução que não exceda a largura média do espaço do ligamento periodontal (200 $\mu$ m) considerando que o sinal mais precoce de patologia periapical, é a descontinuidade da lâmina dura, e o espessamento do espaço do ligamento periodontal (Tyndall & Rathore, 2008).

## Relevância clínica do CBCT em endodontia

As unidades com FOV pequeno têm várias vantagens em endodontia, assim um FOV reduzido implica maior resolução de imagens, com uma resolução tão pequena como 0,076mm de *voxel* isotrópico que pode ser obtido com uma dose de exposição muito baixa. Também a imagem é tomada sem o tempo necessário para grandes reconstruções de FOV de maiores dimensões. Assim para a (American Association of Endodontists (AAE) & American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology (AAOMR), 2011), podem ser enumeradas as vantagens de um FOV reduzido em endodontia:

1. Aumenta a resolução e assim a acuidade de diagnóstico em casos específicos como a visualização de canais calcificados/acessórios, complexidades anatómicas, etc..
2. Detém a mais elevada resolução possível.
3. Diminui a exposição de radiação para o paciente.
4. Poupa tempo, devido à menor área a interpretar.
5. Diminui a área de responsabilidade.
6. Focaliza a área de interesse.

A dimensão do FOV varia com os *scanners* do CBCT de 3 a 4cm até 20cm. Alguns aparelhos têm um FOV fixo, outros têm a opção de o mudar consoante a situação clínica. Só um FOV reduzido serve os propósitos endodônticos por limitar a área irradiada à região de interesse (SEDEX CT, 2012); (Brown, et al., 2014).

Sempre que possível, a mA e tempo de exposição devem ser reduzidos (SEDEX CT, 2012).

### II.2.4 Aspectos Radiológicos do CBCT

Os termos “dose” e “exposição” são muitas vezes usados, mas frequentemente mal compreendidos. “Doses” podem ser medidas para tecidos ou órgãos particulares (ex: pele, olho, medula óssea) ou para o corpo inteiro, enquanto “exposição” se refere a parâmetros do equipamento (ex: tempo, kV, mA).

A dose efetiva de radiação, é medida em unidades de energia absorvida por unidade de massa (Joules/Kg), chamada Sievert (Sv).

Dose efetiva é calculada para qualquer técnica de Rx medindo a energia absorvida por

## Desenvolvimento

um número de órgãos/tecidos chave no corpo humano. Cada órgão é multiplicado por um fator de peso que reflete a sua radiosensibilidade (SEDEX CT, 2012).

O Sv é uma medida grande, assim em maxilo-facial usa-se o milisievert (mSv) [ $10^{-3}$ ] ou o microsievert ( $\mu$ Sv) [ $10^{-6}$ ]

Os tecidos/órgãos usados para cálculo da dose efetiva estão especificados na *European Nuclear Society* (ENS) e *Internacional Commission on Radiological Protection* (ICRP), que para a zona da cabeça são (ENS, 1996); (ICRP, 1996):

1. Medula óssea
2. Tireoide
3. Esófago
4. Pele
5. Superfície óssea
6. Glândulas Salivares
7. Cérebro
8. *Remainder Tissues* (Glândulas supra renais, cérebro, região extratorácica, intestino delgado, rim, músculo, pâncreas, baço, timo e útero).

De notar que em 2007, a ICRP publicou uma nova lista (ICRP Publication 103, 2007) - *ICRP Publ.103 the 2007 Recommendations of the International Commission, Proposal for a Council Directive, COM (2011) p. 593 final, 2011*. Para aprovação do Conselho da União Europeia. Nesta lista incluem-se órgãos/tecidos novos com importância para a área clínica do CBCT (ex: Nódulos linfáticos e mucosa oral) que de algum modo podem alterar valores pré-determinados para alguns dos aparelhos no mercado.

Assim, segundo (Scarfe, Levin, Gane, & Farman, 2009) a dose de radiação produzida por um CBCT depende de vários fatores: Natureza dos Rx (ex: Contínuo/pulsátil), graus de rotação (ex:  $180^{\circ}$ - $360^{\circ}$ ) da fonte de Rx e detetor e dimensão do FOV, bem como a quantidade e tipo de filtração dos Rx, a kV, mA e a dimensão do *voxel* configurados.

Coletivamente estes fatores são referidos como parâmetros de exposição, sendo que alguns como o tipo de filtração, natureza do feixe de Rx, e FOV são específicos para cada sistema, enquanto outros fatores como os graus de rotação, a kV, e mA podem ser regulados na maior parte dos sistemas, (Scarfe & Farman, 2008).

### II.2.5 CBCT: Dose de radiação e qualidade de imagem

A dose efetiva dos *scans* de CBCT é maior do que a do Rx retroalveolar e da ortopantomografia como se exemplifica na tabela 1.

## Relevância clínica do CBCT em endodontia

Tabela 1: Tabela comparativa de radiação

Fonte de imagem (digital)	Dose efetiva ( $\mu\text{Sv}$ ) ICRP 2007
CBCT - FOV pequenas dimensões	19 – 44
CBCT - FOV médias dimensões	28 – 265
CBCT - FOV grandes dimensões	68 – 368
Ortopantomografia (digital) <sup>a</sup>	14 – 24
Radiografia retroalveolar <sup>b</sup>	2 <sup>c</sup> - 9 <sup>d</sup>

<sup>a</sup> (Pauwels, Beinsbergera, Collaert, & et\_al., 2012) <sup>b</sup> (Ludlow & Ivanovic, 2008), <sup>c</sup> Colimador retangular <sup>d</sup> Cone redondo

Adaptado de Ludlow & Ivanovic (2008); Pauwels *et al.* (2012)

Existem no entanto valores para a dose de radiação substancialmente diferentes e significativos como se apresentam na tabela 2, 3 e 4.

Tabela 2: Tabela comparativa de radiação

Exposição típica de um paciente à radiação	Microsieverts ( $\mu\text{Sv}$ )
Radiografia intraoral	4 – 7
Ortopantomografia	17 - 26
CBCT	12-120
T.A.C. da mandíbula e maxilar	2100

Adaptado de *Clinicians Report* (2014).

Estes valores estão muito dependentes do tipo de aparelho; como constatou (Loubele, et al., 2009) que com um CBCT de FOV de 3cm de altura por 4cm de largura (Accuito'mo 3D; J. Morita Corporation, Kyoto, Japan) com rotação de 360°, obteve resultados de dose efetiva de 13 $\mu\text{Sv}$  para a mandíbula anterior a 44 $\mu\text{Sv}$  para o canino maxilar e região pré-molar. E a comparação com o Rx intraoral apresenta valores de 1 a 5 $\mu\text{Sv}$  (1 a 3 $\mu\text{Sv}$  com colimador retangular e 1 a 5 $\mu\text{Sv}$  com colimador redondo segundo (Gibels, et al., 2002).

Ludlow, Davies-Ludlow, Brooks, & Howeron (2006) e Ludlow (2008) referem valores com outro aparelho (Kodak) de 4.7 $\mu\text{Sv}$  para a região anterior, 9.8  $\mu\text{Sv}$  para o maxilar posterior, e 38.3  $\mu\text{Sv}$  para a mandíbula posterior.

## Desenvolvimento

**Tabela 3:** Tabela comparativa

	Dose efetiva ( $\mu\text{Sv}$ )
Radiografia intraoral	< 1.5
Ortopantomografia	2.7 - 24.3
Radiografia Cefalométrica	< 6
CBCT FOV pequeno e médio	11 – 674
FOV craniofacial	30 -1,073

Tabela adaptada de SEDENTEX Project (2011).

**Tabela 4:** Tabela comparativa

	Dose efetiva ( $\mu\text{Sv}$ )
Radiografia intra-oral	< 8.3
Ortopantomografia	9 – 26
Radiografia Cefalométrica	3 – 6
CBCT FOV pequeno	5 – 33.3
Status Radiográfico	35 -388
CBCT Crânio-facial	68 – 599
TAC Maxilar e mandibular	2000

Tabela adaptada de Moshiri, et al. (2007); Estrela, Bueno, Leles, Azevedo, & Azevedo (2008)

### II.2.6 O Princípio ALARA

ALARA, é o acrónimo para *As Low as Reasonably Achievable*, ou seja, “Tão baixo quanto razoavelmente exequível” e constitui um princípio fundamental para o diagnóstico radiológico (AAE, 2011).

Segundo Farman (2005) a minimização da dose pode ser assegurada com as seguintes regras:

1. Observância de critérios radiográficos apropriados, após história e avaliação clínica.
2. Emprego de profissionais capacitados e credenciados para o uso de aparelhos de radiografia após prescrição médica.

## Relevância clínica do CBCT em endodontia

3. Otimização de fatores técnicos, incluindo a geometria e energia do feixe projetado, colimação e filtração.
4. Emprego do detetor de Rx mais rápido, consistente com a obtenção de imagem radiográfica de adequada qualidade de diagnóstico.

Segundo a (American Association of Endodontists (AAE) & American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology (AAOMR), 2011) o CBCT, só deve ser usado clinicamente, quando a necessidade de imagens não possa ser adequadamente valorizada por aparelhos de Rx convencionais de dose efetiva mais baixa.

A qualidade de uma imagem, é caracterizada pela sua resolução espacial e contraste. A resolução espacial representa a distância mínima entre dois pontos para que seja possível diferenciá-los (Molen, 2010), o contraste depende do nível de cinzentos (que se traduz na variação de densidades) inerentes à imagem a (Ghom, 2008).

Os vários tipos de *scanners*, diferem em várias características técnicas, sendo uma das principais a resolução espacial que é definida pela aquisição da dimensão do *voxel* (Patel, Dawood, Ford, & Whites, 2007); (Spin-Netto, Gotfredsen, & Wenzel, 2013).

Uma imagem tem sempre algum “ruído” que por poder afetar a sua qualidade pode comprometer o diagnóstico. Um valor de mA muito baixo, causa ruído na imagem, e consequentemente um aumento da mA, aumenta a qualidade da imagem, mas aumenta também a dose de radiação para o paciente (Workman & Brettle, 1997).

As imagens reconstruídas pelo CBCT são constituídas por *voxéis*, e também neste caso, se a resolução da imagem é aumentada através da diminuição da dimensão do *voxel*, isso implica um aumento da dose de radiação (Patel, et al., 2015).

A maior parte dos aparelhos de CBCT inclui múltiplos FOV's e *voxéis*, para melhor se adaptarem a várias situações clínicas. A dimensão do *voxel*, é de extrema importância em termos de qualidade de imagem e, tempos de *scanning* e reconstrução de imagens. Um *voxel* descreve a mais pequena forma de cubo distinguível numa imagem 3D. Nas imagens de CBCT a dimensão dos *voxéis* varia de 0,4mm<sup>3</sup> até um mínimo de 0,075mm<sup>3</sup>. Segundo (Kamburoğlu, Yeta, & Yulmazm, 2015) num estudo realizado *ex-vivo* que comparou a exatidão da deteção de perfurações de furcas entre radiografia convencional e CBCT, a resolução nominal cúbica por mm (mm<sup>3</sup>) ou dimensão do *voxel*, foi classificada do seguinte modo:

1. Alta resolução: 0.10mm<sup>3</sup>
2. Alta definição: 0.15mm<sup>3</sup>
3. Resolução normal: 0.20mm<sup>3</sup>
4. Baixa resolução: 0.40mm<sup>3</sup>

## Desenvolvimento

Apresenta-se na figura 6 a evidência de diagnóstico de uma perfuração de furca com os três planos proporcionados pelo CBCT quando comparados com uma imagem bidimensional tradicional, no caso, placa de fósforo.

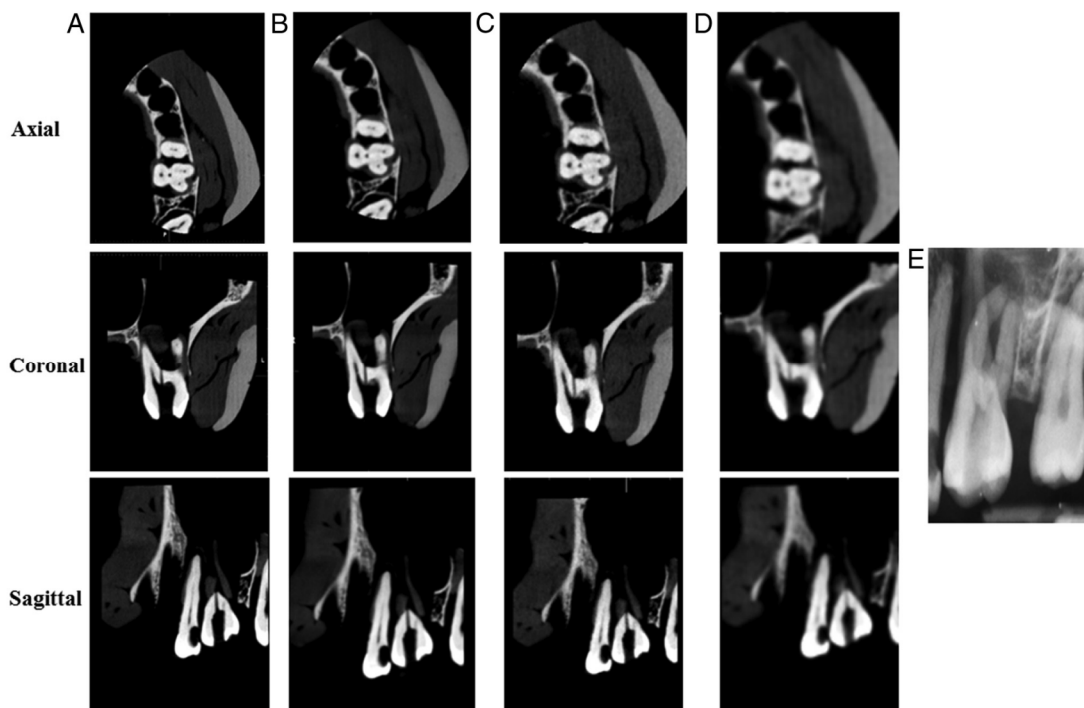


Figura 6: Imagem de dente com perfuração da furca

Usando o CBCT a 0,1mm<sup>3</sup> (A), 0,15 mm<sup>3</sup> (B), 0,2mm<sup>3</sup> (C), 0,4mm<sup>3</sup> (D) e imagem obtida com sensor de placa de fósforo (E).

Adaptado de Kamburoğlu, Yeta, & Yulmazm (2015).

Noutro estudo *in vitro* levado a cabo por (Maret, et al., 2014) destinado a comparar a exatidão 3D do CBCT com a *micro computed tomography* (micro-CT) tida como referência na pesquisa 3D em medicina dentária (com dimensão de *voxel* de 41µm), os autores concluíram que a dimensão dos *voxéis*, é importante em termos de reconstrução de imagens; as medidas volumétricas obtidas com o CBCT para medidas de 76µm e 200µm revelaram-se metricamente semelhantes às obtidas com a micro-CT, sendo que com 300µm já há tendência para subestimação das medidas. O resultado deste teste mostrou discrepâncias geométricas nas reconstruções a 300µm. Se o CBCT for usado como instrumento para medições, as suas reconstruções têm que ser exatas e fiáveis. Assim, para estes autores, o estudo da morfologia dentária requer *voxéis* inferiores a 300µm. Se alguns autores consideram que o limite para a exatidão vai até aos 200µm, outros como (Damstra, Fourie, Huddleston-Slater, & Ren, 2010) acham que a dimensão

## Relevância clínica do CBCT em endodontia

do *voxel* não tem impacto nas medições lineares.

Como as recomendações vão no sentido de usar/selecionar o FOV mais pequeno, para determinado caso, na endodontia, fica excluída a dimensão de 300 $\mu$ m, (Molen, 2010). Esta resolução espacial superior, é uma das mais atrativas qualidades das imagens do CBCT, para o que contribuem as tecnologias de écrans planos e aquisição de dados isotrópicos, (Angelopoulos, Scarfe, & Farman, 2012); (Kamburoğlu, et al., 2014). Pode ser aumentada, selecionando a configuração adequada no aparelho, aumentando o tempo de *scan*, e diminuindo a dimensão dos *voxéis*, sendo estes os mais efetivos. Contudo, o aumento de tempo, aumenta a exposição à radiação, e o risco de movimentos do paciente, o que pode eliminar a maior resolução espacial dos scans mais longos, (Ballrick, Palomo, Ruch, Amberman, & Hans, 2008).

A resolução espacial e consequentemente a qualidade da reconstrução de imagens está restringida pela dimensão dos *voxéis*, (Maret, et al., 2014).

Com exceção da dimensão dos *voxéis*, há poucos estudos sobre as alterações de parâmetros de exposição do CBCT (graus de rotação, kV e mA) bem como sobre imagens produzidas/dose efetiva para o paciente (Loubele, et al., 2009).

Existem evidências *ex vivo* que sugerem que alternando a rotação de 360° para 180° (fora dos parâmetros pré-determinados) a dose efetiva para o paciente é reduzida para metade, sem uma redução do valor do diagnóstico (Durack, Patel, Davies, Wilson, & Mannocci, 2011); (Lennon, et al., 2011).

Estes resultados são tanto mais encorajadores porquanto foram levados a cabo em estudos que visam a exatidão de diagnóstico das mais comuns afeções endodônticas: reabsorções radiculares externas, (Durack, Patel, Davies, Wilson, & Mannocci, 2011) e periodontite apical, (Lennon, et al., 2011).

“Fatias” dos dados volumétricos podem ser escolhidas pelo clínico, e vistas em todos os planos; ortogonais e não ortogonais, assim o ruído anatómico pode ser facilmente eliminado, (Scarfe & Farman, 2008).

Atualmente é possível uma pormenorização em 3D que se exemplifica na figura 7.

O *software* necessário para as reconstruções do CBCT pode ser usado num computador pessoal potenciando o seu uso em tempo real como instrumento para diagnóstico e plano de tratamento, (Scarfe, Levin, Gane, & Farman, 2009).

## Desenvolvimento



Figura 7: Reconstrução obtida com CBCT

Disponível em [http://www.dentalproductshopper.com/blog-detail/-/blogs/dental-cbct-what-you-need-to-know?\\_33\\_redirect=http%3A%2F%2Fwww.dentalproductshopper.com%2Fblog-detail%3Fp\\_p\\_id%3D33%26p\\_p\\_lifecycle%3D0%26p\\_p\\_state%3Dnormal%26p\\_p\\_mode%3Dview%26p\\_p\\_col\\_id%3Dcolumn-1%26p\\_p\\_col\\_count%3D1%26\\_33\\_advancedSearch%3Dfalse%26\\_33\\_keywords%3D%26\\_33\\_delta%3D12%26p\\_r\\_p\\_564233524\\_resetCur%3Dfalse%26\\_33\\_cur%3D19%26\\_33\\_struts\\_action%3D%252Fblogs%252Fview%26\\_33\\_andOperator%3Dtrue](http://www.dentalproductshopper.com/blog-detail/-/blogs/dental-cbct-what-you-need-to-know?_33_redirect=http%3A%2F%2Fwww.dentalproductshopper.com%2Fblog-detail%3Fp_p_id%3D33%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-1%26p_p_col_count%3D1%26_33_advancedSearch%3Dfalse%26_33_keywords%3D%26_33_delta%3D12%26p_r_p_564233524_resetCur%3Dfalse%26_33_cur%3D19%26_33_struts_action%3D%252Fblogs%252Fview%26_33_andOperator%3Dtrue) Acedido em Junho 2015.

### II.2.7 Limitações do CBCT

Segundo (Scarfe & Farman, 2008), quando o feixe de Rx encontra objetos muito densos, (ex: restaurações metálicas, pinos metálicos, implantes, obturações caninares ou mesmo esmalte, os fótons de mais baixa energia no feixe de Rx são absorvidos pela estrutura, preferencialmente aos de mais elevada energia, o que faz com que a energia do feixe de Rx seja mais elevada. A este fenómeno chama-se endurecimento dos Rx, que produz dois tipos de artefactos, como se evidencia na figura 8:

- a) Distorção das estruturas metálicas;
- b) Imagem raiada de faixas e bandas escuras entre duas estruturas densas.

## Relevância clínica do CBCT em endodontia

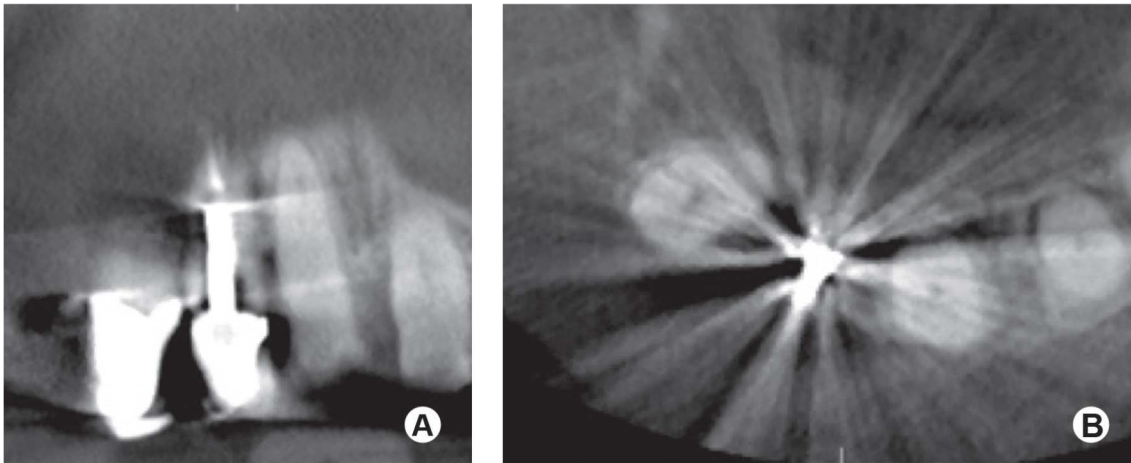


Figura 8: Cortes coronário (a) e axial (b) do CBCT de um incisivo central maxilar restaurado com poste metálico e coroa.

Endurecimento do Rx causado pelo poste metálico resultando no aparecimento com faixas e bandas raiadas. Adaptado de Durack & Patel (2012).

Estes artefactos podem comprometer o diagnóstico baseado nas imagens, (Lofthag-Hansen, Huuonen, Grondahl, & Grondahl, 2007); (Estrela, Bueno, Leles, Azevedo, & Azevedo, 2008).

Além disso, durante o tempo de *scan*, o paciente pode mover-se o que afeta a acuidade da imagem, (Scarfe & Farman, 2008).

O tempo para execução de um scan pode demorar até 20s, o que é significativamente mais do que os 0,3s ou menos para o Rx intraoral. Assim, mesmo o mais pequeno movimento do paciente durante o exame, pode comprometer o resultado do diagnóstico, isto é relevante no caso de crianças, pacientes idosos e pacientes com problemas neurológicos como por ex: Doença de Parkinson, (Patel, et al., 2015).

Para alguns autores como (Ritter, et al., 2009) a idade do paciente influencia a qualidade da imagem, dada a correlação desta com um maior número de restaurações dentárias e de um maior número de artefactos.

A resolução espacial mesmo do mais pequeno *voxel*, pode ser demasiado baixa para poder identificar pequenos objetos ex: limas fraturadas ou problemas complexos em termos de diagnóstico como fraturas verticais radiculares incompletas, (D' Addazio, et al., 2011); (Brady, Mannocci, Brown, Wilson, & Patel, 2013); (Patel, Brady, Wilson, Brown, & Mannocci, 2013).

A resolução espacial do CBCT é de aproximadamente dois pares de linhas por milímetro (2pl/mm), (Yamamoto, Ueno, Seo, & Shinohara, 2008), muito inferior à da radiografia convencional: 15 a 20pl/mm, (Farman & Farman, 2005). Também o contraste é fraco, (Scarfe & Farman, 2008).

## II.2.8 Critérios para o uso do CBCT

### II.2.8.a Critérios de inclusão

De acordo com as diretrizes europeias *European Commission (2012): Guidelines on CBCT for dental and maxillofacial radiology (Radiation Protection Séries – 2012)*.

Pacientes em que a afeção tem que ser eliminada

1. Pacientes com sintomatologia dentária, com polpas vitais, diagnosticadas como saudáveis (sem exposição dentinária, resposta normal a testes de sensibilidade, percussão, palpação, mobilidade e Rx intraoral normal (a nível periodontal, e apical, e sem evidência de fissuras/fraturas).
2. Pacientes com sintomatologia de dentes endodunciados diagnosticados como saudáveis (sem evidência de necessidade de retratamento, sem mobilidade, e Rx intraoral normal) a nível periodontal e apical, e sem evidência de fissuras/fraturas).
3. Pacientes em quem o Rx convencional não diferencia um achado radiográfico de uma patologia ou de uma estrutura anatómica normal.

Pacientes com necessidade de confirmação de diagnóstico:

1. Suspeitas de fraturas dentárias que só podem ser confirmadas com cirurgia exploratória.
2. Suspeita de reabsorções externas ou internas.

Como guia para terapêutica interventiva:

1. No diagnóstico diferencial de reabsorções externas/internas em casos complexos.
2. Planeamento de cirurgia apical quando na vizinhança de importantes estruturas anatómicas.

### Relevância clínica do CBCT em endodontia

3. Identificação de corpos estranhos (localização, e se necessário guia para a remoção cirúrgica).
4. Na avaliação de anatomias atípicas de dentes com necessidade de tratamento endodôntico.
5. Na identificação do número e localização de canais radiculares (obturados ou não) após pelo menos uma tentativa sem sucesso sob microscópio.

#### **II.2.8.b Critérios de exclusão**

1. Quando o paciente já apresenta exames tomográficos (TAC ou CBCT) da área anatômica por razões endodônticas ou não, (este critério não é estrito, se o clínico ponderar que pode ser relevante a obtenção de um novo exame de CBCT).
2. Pacientes com diagnóstico definitivo e plano de tratamento com exames clínicos e radiográficos convencionais completos (este grupo representa a larga maioria).
3. Quando é requerida outra técnica imagiológica para tecidos moles como TAC ou ressonância magnética.

#### **II.2.9 Critérios para uso do CBCT em endodontia**

Como para qualquer aparelho emissor de radiação ionizante, os benefícios de um scan do CBCT devem ter justificção para que os potenciais benefícios se sobreponham aos riscos (ICRP Publication 103, 2007). Isto é particularmente importante em crianças e adolescentes, que são mais radiosensíveis aos potenciais efeitos de radiação ionizante, (Theodorakou, et al., 2012). O princípio ALARA deve ser considerado em todos os casos.

Com base no exposto, a *European Society of Endodontology* (ESE) propôs em 2014 os seguintes critérios, através de (Patel, et al., 2014):

O CBCT com um FOV pequeno pode ser considerado nas seguintes situações:

1. Diagnóstico de sinais radiográficos de patologias, quando há sinais e sintomas contraditórios ou inespecíficos.
2. Confirmação de patologias de causas não odontogénicas.

## Desenvolvimento

3. Avaliação e/ou monitorização de traumas dento-alveolares complexos como luxações severas, suspeitas de fraturas do complexo alveolar, e fraturas radiculares horizontais que podem não ser visíveis com RX convencional.
4. Avaliação de sistemas canulares complexos antes da abordagem endodôntica (ex: *dens invaginatus*).
5. Avaliação de anatomias canulares complexas com plano de tratamento para retratamento não cirúrgico.
6. Avaliação de tratamentos de complicações iatrogénicas (ex: perfurações de postes intracanales) quando a informação do Rx convencional não é esclarecedora.
7. Avaliação e/ou planeamento de intervenção de reabsorções radiculares, que clinicamente tem prognóstico favorável.
8. Avaliação pré-cirúrgica antes de intervenções complexas periradiculares (ex: em dentes posteriores).

### II.2.10 Detecção de periodontite apical

A patologia mais comum que afeta os dentes são as lesões inflamatórias da polpa, e zonas periapicais (Scarfe, Levin, Gane, & Farman, 2009).

O diagnóstico da periodontite apical (PA), bem como o *follow-up* após tratamento é feito através de Rx retroalveolar, (Trope, Delano, & Orstavik, 1999).

A análise histológica é o método padrão para o diagnóstico, mas este é clinicamente impossível, (Bland & Altman, 1986).

O CBCT é um tomograma, e sendo possível eliminar o ruído anatómico, é capaz de detetar lesões endodônticas radiotransparentes antes da tábua externa e interna ser desmineralizada, (Ozer, 2011); (Patel, Dawood, Mannocci, Wilson, & Ford, 2009).

A periodontite apical é identificada com Rx convencional quando de acordo com o índice periapical (PAI) está num estado avançado a que corresponde 40% de desmineralização. É sabido que lesões periapicais no osso esponjoso não são visíveis radiograficamente. Lesões no osso cortical só podem ser detetadas no Rx convencional quando há perfuração do córtex, erosão da tábua interna, ou extensa erosão ou defeito da tábua externa, (Bender & Seltzer, 2003).

## Relevância clínica do CBCT em endodontia

Quando as lesões são pequenas, dada uma maior especificidade, e uma ainda maior sensibilidade do CBCT, este mostra melhores resultados, (Thonissen, et al., 2015); (Patel, Wilson, Dawood, & Mannoci, 2012a); (Soğur, Grondahl, Baksi, & Mert, 2012); (Cheung, Wei, & McGrath, 2013).

Estes estudos clínicos presumem que a imagiologia do CBCT representa o verdadeiro *status*, dos tecidos periapicais, (Cevitanes, Steiner, & Proffit, 2006); (Abella, et al., 2012).

Lesões associadas com ápexes perto do soalho do seio maxilar, têm uma grande probabilidade de não serem detetadas pelo Rx convencional, (Low, Dula, Burgin, & Arx von, 2008); (Shahbazian, Vandewoude, Wyatt, & Jacobs, 2013).

Os dados do CBCT também revelam informação adicional sobre morfologia canalar, e vizinhança de estruturas anatómicas, a relação de uma lesão periapical com a raiz e a espessura das corticais e osso esponjoso; o que não pode ser obtido com o Rx convencional. Além disso o *software* do CBCT pode ser usado para maximizar o diagnóstico, já que os cortes são geometricamente exatos, porque os *pixéis* do CBCT são isotrópicos. Assim as lesões periapicais não alteram a sua dimensão como pode acontecer com o Rx intraoral, (Patel, Dawood, Mannocci, Wilson, & Ford, 2009).

O CBCT também mostrou melhores resultados do que o Rx retroalveolar na deteção de lesões apicais em dentes com pulpite irreversível, (Abella, et al., 2012).

O CBCT revelou percentagens mais baixas de sucesso para dentes com tratamento endodôntico do que o Rx retroalveolar, quando o *follow-up* foi feito após um ano, particularmente em raízes de molares, (Patel, Wilson, Dawood, & Mannoci, 2012a).

A utilização do CBCT para avaliar o sucesso/insucesso, está inexplorado, porque nunca foi utilizado para observações de alterações normais que ocorrem com o tempo em dentes com, ou sem periodontite apical, são necessários mais estudos sobre este tópico, (Venskutonis, Plotino, Juodzbaly, & Mickeviciene, 2014).

O CBCT é significativamente mais sensível que o Rx convencional na deteção de PA em humanos, (Estrela, Bueno, Leles, Azevedo, & Azevedo, 2008).

(Lofthag-Hansen, Huumonen, Grondahl, & Grondahl, 2007) comparou a prevalência de PA em molares maxilares e mandibulares numa pequena população humana (46 dentes maxilares e mandibulares) usando CBCT e Rx retroalveolar; o CBCT, detetou mais 62% de lesões do que o Rx retroalveolar. (este número baixou para 38% quando se empregou a técnica de paralaxe para o Rx convencional).

Estes dados foram corroborados por estudos similares, com maior número de amostras (Estrela, Bueno, Leles, Azevedo, & Azevedo, 2008); (Low, Dula, Burgin, & Arx von, 2008).

Estes resultados obtidos *in-vivo* foram validados por estudos *ex-vivo* em humanos (Patel, Dawood, Mannocci, Wilson, & Ford, 2009) e em modelos animais, (Starvopoulos & Wenzel, 2007).

## Desenvolvimento

(Patel, Dawood, Mannocci, Wilson, & Ford, 2009) demonstrou que a sensibilidade do CBCT na detecção de lesões simuladas de PA é de 100% (a simulação consistia num defeito criado com 2 mm de diâmetro no osso esponjoso na zona apical) enquanto o Rx convencional detetou 24,8% dos casos (55% para o Rx retroalveolar, e 28% para a ortopantomografia).

Esta exatidão é importante para a monitorização da regeneração da PA (Ahlowalia, et al., 2013); (Liang Y., et al., 2014).

É expectável uma deteção precoce o suficiente para evitar a abordagem do tratamento endodôntico (Durack & Patel, 2012).

Apesar do CBCT proporcionar imagens com mais e melhor detalhe que o Rx convencional, isso não implica necessariamente um tratamento diferente, (Balasundaram, et al., 2012).

Na figura 9 ilustram-se detalhes precisos, impossíveis de obter com Rx convencional. Em termos comparativos, há autores como (López, et al., 2014) que consideram mesmo que o diagnóstico de PA baseado nos dados do Rx retroalveolar é claramente limitado, e não deve ser usado para investigação científica.

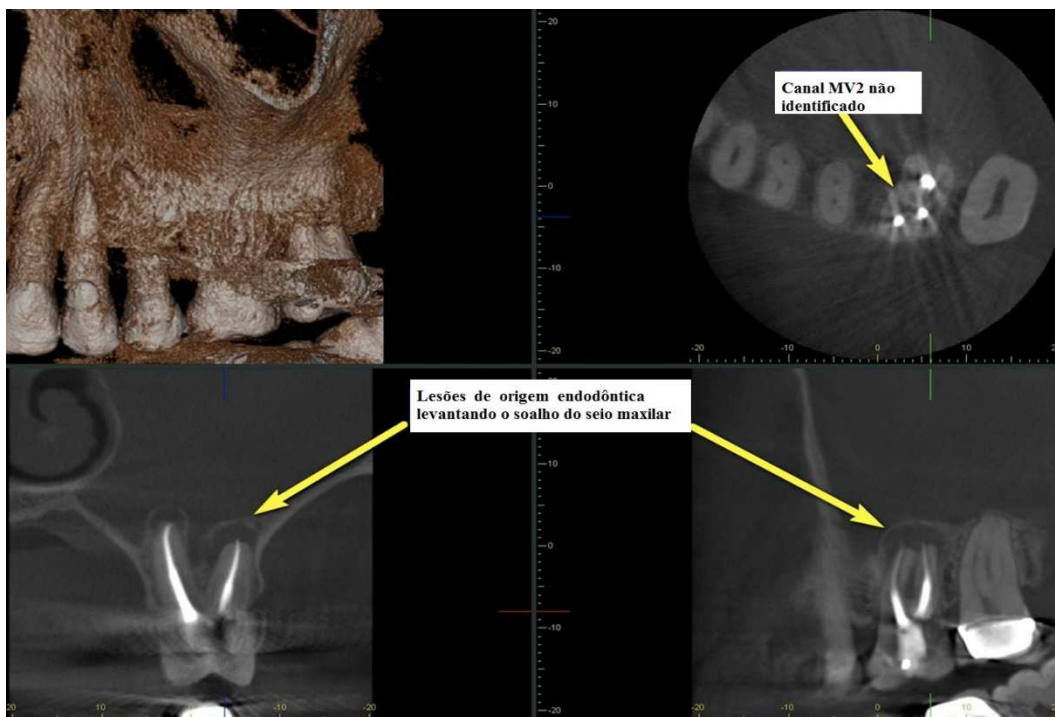


Figura 9: Lesões de origem endodôntica e canal MV2 não tratado

Adaptado de McClammy (2014).

Na tabela 5 resumam-se alguns estudos significativos da relevância clínica do CBCT na deteção da periodontite apical.

## Relevância clínica do CBCT em endodontia

**Tabela 5:** Relevância do CBCT na detecção de periodontite apical

<b>Autor</b>	<b>Amostra</b>	<b>Estudo</b>	<b>Resultados e conclusões</b>
(Estrela, Bueno, Leles, Azevedo, & Azevedo, 2008)	1508 Dentes endodonzia dos infetados	Comparação de diagnóstico: Exatidão da ortopantomografia e Rx retroalveolar com CBCT para a detecção de periodontite apical	Incremento da sensibilidade do CBCT para a detecção de periodontite apical comparada com Rx retroalveolar e ortopantomografia
(Lofthag-Hansen, Huumonen, Grondahl, & Grondahl, 2007)	46 Dentes posteriores <i>in vivo</i>	Comparação do <i>status</i> periapical entre CBCT e radiografias	CBCT descortinou mais 38% de lesões periapicais que as detetadas com Rx convencional.
(Bornstein, Lauber, Sendi, & von Arx, 2011)	38 Molares com 75 raízes	O tipo de lesão de periodontite apical diagnosticada com Rx retroalveolar comparada com o tipo de lesão vista no CBCT em corte sagital e coronal	25,9% Das lesões diagnosticadas com o corte sagital do CBCT não foram detetadas com o Rx retroalveolar.
(Paes da Silva, Ordinola-Zapata, Húngaro, & Capezola, 2012)	300 Pacientes	Determinação da prevalência de periodontite apical detetada pelo CBCT numa base de dados	Periodontite apical pode ser frequentemente encontrada em exames de CBCT. Uma base de dados de CBCT é útil para estudos transversais sobre a prevalência de periodontite apical numa população.
(Estrela, Bueno, Porto, Rodrigues, & Pécora, 2009)	1020 Dentes	Avaliação da influência de postes intracanales na periodontite apical identificada pelo CBCT	Periodontite apical foi detetada com maior frequência quando CBCT foi usado
(Abella, et al., 2012)	138 Dentes	Avaliação do <i>status</i> periapical de dentes com pulpite irreversível usando o CBCT e Rx retroalveolar.	O estudo evidenciou as vantagens de usar o CBCT na detecção de lesões de periodontite apical, particularmente em dentes com sintomatologia de pulpite irreversível.
(Patel, Dawood, Mannocci, Wilson, & Ford, 2009)	6 Dentes molares	Comparação da exatidão de diagnóstico da radiovisiografia (RVG) retroalveolar com o CBCT para a detecção de defeitos ósseos periapicais artificiais.	O CBCT superiorizou-se na detecção da presença / ausência de lesões periapicais artificiais.

Tabela adaptada de (Meena & Kowsky, 2014).

## Desenvolvimento

### II.2.11 Avaliação da anatomia e morfologia canalar

Devido à natureza bidimensional do Rx convencional, este não revela a totalidade dos canais presentes nos dentes, (Palomo, Rao, & Hans, 2008); (Bauman, et al., 2011); (Lauber, Bornstein, & Arx von, 2012); (Plotino, et al., 2013).

Em diversos estudos o CBCT foi superior ao Rx convencional na detecção no número de raízes, (Matherne, Angelopoulos, Kulild, & Tira, 2008); (Patel, Wilson, Dawood, & Mannoci, 2012a).

O sucesso do tratamento endodôntico depende da identificação, limpeza, conformação e obturação de todos os canais acessíveis do sistema canalar, (Vertucci, 1984); (Demirbuga, Sekerci, Dincer, Cayabatmaz, & Zorba, 2013).

Existem variações anatômicas para cada tipo de dente, (Vertucci, 1984); (Neelakantan, Subbarau, Ahuja, Subbarau, & Gutmann, 2010).

Assim, não identificar e deixar por tratar canais, leva ao insucesso do tratamento, (Walcott, et al., 2005). Por exemplo a prevalência do canal MV2 no primeiro molar superior, tem sido reportada como denso de 69% a 93% dependendo do método de estudo. Esta variação ocorre no plano V-P com sobreposição de estruturas anatômicas, (Nance, Tyndall, Levin, & Trope, 2000); (Pineda, 1973).

O Rx convencional, consegue na máximo revelar até 55% destas configurações, (Ramamurthy, Scheetz, Clark, & Farman, 2006).

Enquanto, que com o CBCT essa detecção aumenta para 60% a 93,3%, (Patel, 2009) vide figura 10.



Figura 10: Imagem de periodontite apical

A) Primeiro molar maxilar direito. Imagem de periodontite apical em torno do ápex da raiz MV.

B) Imagem axial CBCT mostrando um segundo canal MV2 não detetado e não tratado.

Adaptado de Kiarudi, Eghbal, Safi, Aghdasi, & Fazlyab (2015).

Quando o tratamento endodôntico visa dentes com anomalias morfológicas e anatômicas como *dens invaginatus* ou raízes fusionadas o CBCT tem demonstrado ser um valioso contributo para a avaliação e plano de tratamento, (Patel, 2010); (Durack & Patel, 2011), como claramente se demonstra na figura 11.

## Relevância clínica do CBCT em endodontia

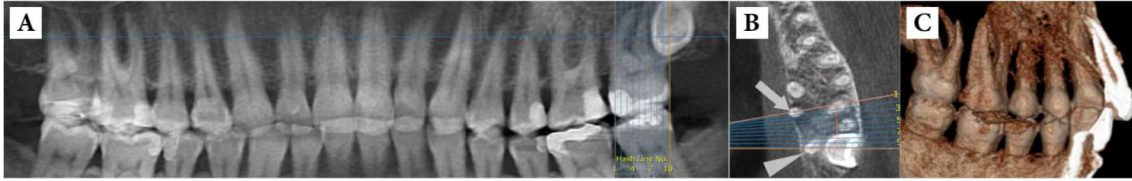


Figura 11: Segundo molar superior com quatro raízes

- A) Ortopantomografia;
- B) Corte axial com anatomia anormal do segundo molar com quatro raízes;
- C) Reconstrução 3D mostrando as duas raízes palatinas separadas.

Adaptado de Kiarudi, Eghbal, Safi, Aghdasi, & Fazlyab (2015).

O conhecimento prévio do número de raízes e canais, e a sua localização não só torna mais previsível a identificação da entrada dos canais, como tem a vantagem de minimizar o tamanho da cavidade de acesso, (Tu, et al., 2009); (Patel, 2010).

Deve no entanto ter-se presente que devido a fraca resolução do CBCT, canais esclerosados ou acessórios podem ser difíceis de identificar, (Patel, et al., 2015).

Na tabela 6 e 7 resume-se o leque potencial que compreende a diversidade que pode existir nas diferentes morfologias e variações anatômicas dentárias.

## Desenvolvimento

Tabela 6: Relevância do CBCT no estudo da morfologia e anatomia canalar

<b>Autor</b>	<b>Amostra</b>	<b>Estudo</b>	<b>Resultados e conclusões</b>
(Kotloor, Velmurugan, Sudha, & Hemamalathi, 2010)	Caso de estudo	Primeiro molar superior com 7 canais diagnosticado com o CBCT	Morfologia atípica confirmada com a ajuda de scans do CBCT
(Matherne, Angelopoulos, Kulild, & Tira, 2008)	72 Dentes extraídos	Comparação do CBCT e radiografia na identificação da anatomia canalar	CBCT identificou mais canais que o Rx convencional.
(Kaneko, Sakaue, Okiji, & Suda, 2011)	Caso de estudo	Tratamento endodôntico não cirúrgico de <i>dens invaginatus</i>	O CBCT mostrou-se decisivo para evitar intervenções de difícil execução.
(Michetti, Maret, Mallet, & Diemer, 2010)	90 Dentes	Validação do CBCT como dispositivo para explorar a anatomia canalar.	Inquestionável correlação entre os dados do CBCT e a histologia.
(Patel, 2010)	Caso de estudo	Uso do CBCT na monitorização conservadora de <i>dens invaginatus</i> .	A verdadeira natureza de <i>dens invaginatus</i> nem sempre pode ser estimada pelo Rx convencional. O CBCT é uma ferramenta útil de diagnóstico na monitorização de <i>dens invaginatus</i>
(Reis, Grazziotin-Soares, Barletta, Fontanella, & Mahl, 2013)	100 Pacientes, 343 dentes	Correlação do canal MV2 de dentes molares maxilares com o terço apical radicular e idade do paciente.	A prevalência dos canais MV2 evidenciou um decréscimo à medida que o canal radicular se aproxime do terço apical e a idade do paciente aumenta. O CBCT demonstrou efetividade no mapeamento do MV2 em diferentes terços de raízes.
(Vizzotto, et al., 2013)	89 Molares maxilares	Através do CBCT de canais MV2 em molares maxilares relacionados com a dimensão do <i>voxel</i> e a presença de obturação canalar.	CBCT demonstrou maior especificidade e sensibilidade que o exame radiográfico para a deteção dos canais MV2. Quando o retratamento endodôntico é necessário, a remoção da obturação canalar prévia ao exame de CBCT elimina artefactos.

Tabela adaptada de (Meena & Kowsky, 2014).

## Relevância clínica do CBCT em endodontia

Tabela 7: Relevância do CBCT nas anomalias dentárias

<b>Autor</b>	<b>Amostra</b>	<b>Estudo</b>	<b>Resultados e conclusões</b>
(Narayana, Hartwell, Wallace, & Nair, 2012)	Caso de estudo	Monitorização de um caso de <i>dens invaginatus</i> numa única sessão de tratamento	A monitorização clínica endodôntica de 1 dente com <i>dens invaginatus</i> beneficia do uso do CBCT como ajuda no diagnóstico e plano de tratamento
(Vier-Pelisser, et al., 2012)	Caso de estudo	Uso do CBCT no diagnóstico, plano de tratamento e <i>follow-up</i> num caso de <i>dens-invaginatus</i> tipo III.	Neste caso o CBCT revelou que a radio transparência periapical era significativamente mais larga que a vista no Rx, bem como um aumento de espessamento da tábua cortical vestibular. Os autores concluíram pela utilidade do CBCT das distintas fases de tratamento de <i>dens-invaginatus</i> .
(Baratto-Filho, et al., 2012)	Caso de estudo	Tratamento multidisciplinar de um incisivo lateral superior com um dente supra numerário com necrose pulpar e lesão periapical.	O CBCT e um microscópio podem ajudar no diagnóstico e facilitar a localização dos canais em casos complexos com variação morfológica. Neste caso o CBCT permitiu um maior detalhe, uma vez que permite uma visão em 3D reconstruída.
(Liang, et al., 2012)	Caso de estudo	Terapia endodôntica de segundo e terceiro molares maxilares fusionados usando o CBCT.	O CBCT demonstrou inequivocamente a presença da fusão dos dentes maxilares e os números, posições e morfologias de todas as raízes associadas a cada dente.
(Song, Chang, & Min, 2010)	Caso de estudo	Monitorização endodôntica de dente supra numerário fusionado com primeiro molar maxilar usando o CBCT.	Neste caso uma comunicação iatrogénica entre o primeiro molar maxilar e o supra numerário foi observada no CBCT e reparada. Os autores concluíram a utilidade do CBCT

Tabela adaptada de Meena & Kowsky (2014).

### **II.2.12 Avaliação e planejamento de cirurgias endodônticas**

O CBCT é extremamente útil no planejamento do tratamento cirúrgico endodôntico, (Rigolone, Pasqualini, Bianchi, Berutti, & Bianchi, 2003); (Tsurumachi & Honda, 2007). A relação espacial da raiz (ou raízes) do dente específico que vai ser submetido a cirurgia (e o osso associado destruído) e, as estruturas anatómicas adjacentes como o seio maxilar, o nervo dentário inferior, e o forâmen mentoniano, podem ser avaliadas com precisão, (Lofthag-Hansen, Huuonen, Grondahl, & Grondahl, 2007); (Rigolone, Pasqualini, Bianchi, Berutti, & Bianchi, 2003). Os mesmos autores concluíram que o CBCT pode desempenhar um papel importante no planejamento de micro cirurgia periapical nas raízes palatinas dos primeiros molares superiores. A presença ou ausência do seio maxilar entre as raízes, pode ser visualizada e a distância entre a tábua cortical e ápex da raiz palatina pode ser medida como se demonstra na figura 12.

Um estudo reportou que em 70% dos casos as imagens do CBCT revelaram informação clínica importante que escapou ao Rx retroalveolar (Low, Dula, Burgin, & Arx von, 2008) e os defeitos ósseos medidos no Rx convencional, foram aproximadamente 10% mais pequenos que os medidos pela imagem do CBCT, (Christiansen, Kirkvang, Gotfredsen, & Wenzel, 2009); (Bornstein, Lauber, Sendi, & von Arx, 2011).

O uso do CBCT pode ser indicado para planejamento endodôntico cirúrgico quando potenciais fatores complicados estão envolvidos com a proximidade de estruturas anatómicas (SEDENTEX Project, 2011).

## Relevância clínica do CBCT em endodontia

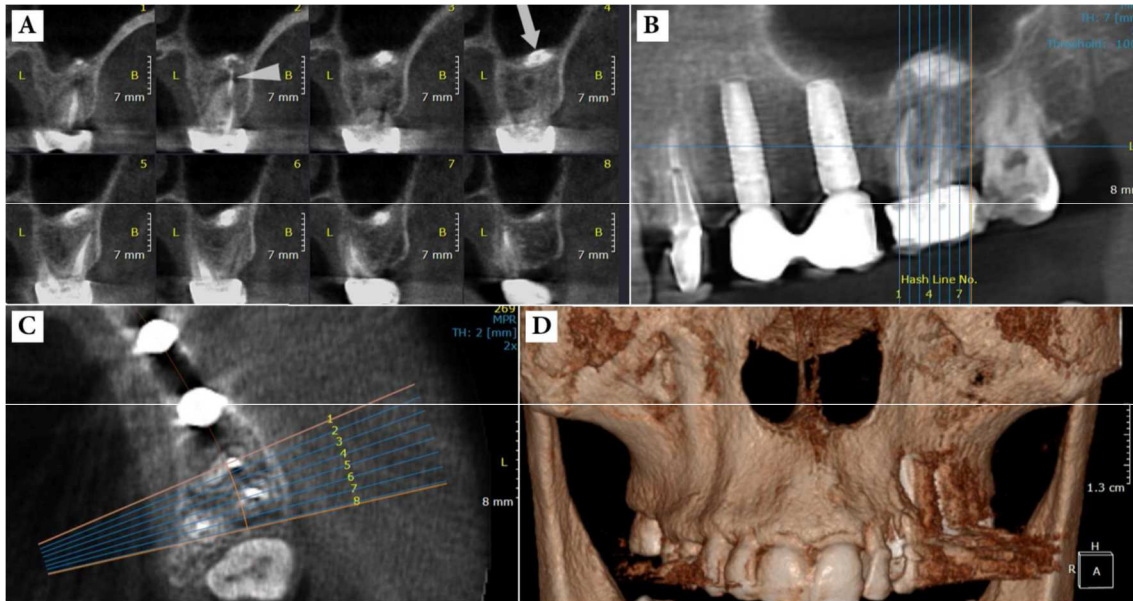


Figura 12: Planejamento cirúrgico: evidência de problema e estruturas anatômicas adjacentes  
A) Corte coronal mostrando a extrusão do cimento endodôntico do primeiro molar superior esquerdo, esta imagem também representa a relação anatômica das raízes com o seio maxilar.  
B) Visível o extravasamento do cimento através da lesão apical para o seio maxilar.  
C) Relação anatômica das raízes e tábuas corticais vestibular e palatina.  
D) Reconstrução 3D

Adaptado de (Kiarudi, Eghbal, Safi, Aghdasi, & Fazlyab, 2015).

Na tabela 8 apresentam-se alguns quadros clínicos, relacionados com cirurgia endodôntica, onde a mais-valia do CBCT é atestada.

## Desenvolvimento

Tabela 8: Relevância do CBCT no planejamento cirúrgico endodôntico

Autor	Amostra	Estudo	Resultados e conclusões
(Christiansen, Kirkvang, Gotfredsen, & Wenzel, 2009)	50 Pacientes, 58 dentes	Rx retroalveolar versus CBCT para avaliação de defeitos ósseos periapicais; 1 semana e 12 meses após a ressecção radicular apical.	O CBCT detetou mais defeitos mais defeitos residuais detetados 1 ano após a cirurgia periapical.
(Angelopoulos, Thomas, Hechler, Parissis, & Hlavacek, 2008)	68 Canais mandibulares.	Comparação entre ortopantomografia digital e CBCT para a identificação do canal mandibular	As imagens panorâmicas tratadas pelo <i>software</i> do CBCT superaram as imagens digitais da ortopantomografia na identificação do canal mandibular.
(Kim, Caruso, Christensen, & Torabinejad, 2010)	12 Mandíbulas humanas	Comparação do CBCT medição direta no exame do canal mandibular e estruturas adjacentes.	Pode ser usado para medir distâncias dos ápexes dos dentes posteriores ao canal mandibular com a mesma precisão da dissecação anatômica.
(Shekhar & Shashikala, 2013)	Caso de estudo	CBCT na avaliação, diagnóstico, plano de tratamento, e <i>follow-up</i> a longo termo de lesões periapicais tratadas por cirurgia endodônticas.	Conclui-se a utilidade do CBCT em todos os processos.

Tabela adaptada de Meena & Kowsky (2014).

### II.2.13 Avaliação de traumatismos dentários

O CBCT providencia valiosa informação na detecção, tipo e severidade dos traumatismos dentários, (Langland & Langlais, 1995).

A reabsorção radicular externa é uma consequência frequente após luxação (Andreasen J. , 1970); (Andreasen & Vestergaard, 1985) e avulsão (Andreason & Hjorting-Hansen, 1966a); (Andreason & Hjorting-Hansen, 1966b); (Andreason, Borum, Jacobson, & Andreason, 1995).

Dos três tipos de reabsorções descritas por Andreasen a reabsorção externa inflamatória é a única que responde bem a tratamento endodôntico.

A prevalência da reabsorção radicular externa inflamatória após lesões de luxação, independentemente do tipo específico, atinge de 5% (Andreasen & Vestergaard, 1985) a 18%, (Crona-Larsson, Bjarnasan, & Norem, 1991). Afeta 30% dos reimplantes de dentes avulsionados (Andreason, Borum, Jacobson, & Andreason, 1995).

O processo de reabsorção externa pode ser rápido, a ponto de poder reabsorver a totalidade de uma raiz em apenas três meses. O seu diagnóstico após traumatismo torna-se assim crítico para o dente afetado (Durack & Patel, 2012). Para estes autores, os

## Relevância clínica do CBCT em endodontia

traumatismos dentários representam o único cenário clínico, no qual o CBCT pode ser justificado para avaliação de presença de reabsorção externa antes do processo se tornar evidente no Rx convencional, como se comprova na figura 13.

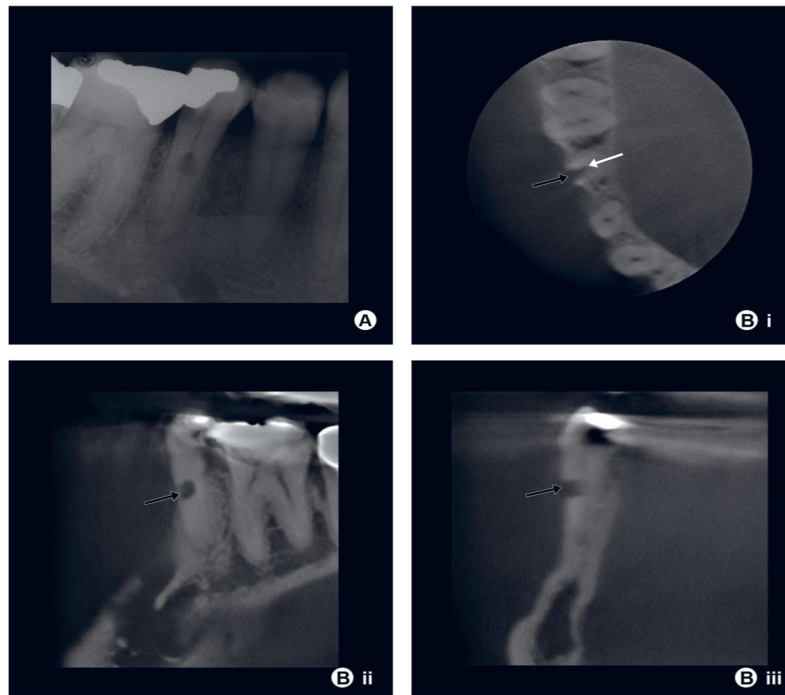


Figura 13: Diagnóstico diferencial entre reabsorção interna/externa nos três planos

A) Rx retroalveolar de um segundo pré-molar que aparenta reabsorção radicular. Não é claro na imagem radiográfica se se trata de uma reabsorção interna ou externa, ou se o processo de reabsorção perfurou a parede radicular;

B) Corte axial (i), coronal (ii), sagital (iii) e cortes de CBCT através do dente nas zonas alvo. Torna-se claro que a reabsorção originada na superfície externa da raiz (setas pretas) perfurou a parede do canal radicular. O canal radicular não mostra sinais de alargamento associado com reabsorção interna (seta branca).

Adaptado de Durack & Patel (2012).

Uma série de Rx retroalveolar e Rx oclusal são recomendados para ajuda no diagnóstico de traumatismos dentários (International Association of Dental Traumatology (IADT), 2012).

Na literatura, as vantagens do CBCT têm sido enfatizadas na avaliação e gestão de traumatismos dento-alveolares (Cohenca, Simon, Roges, Morag, & Malfaz, 2007); (Cotton, Geisler, Holden, Schwartz, & Shindler, 2007).

Além disso o CBCT tem demonstrado ser mais sensível na detecção de fraturas radiculares horizontais do que múltiplos Rx retroalveolares, (Kamburoğlu, Ilker Cebeci, & Grondhal, 2009); (May, Cohenca, & Peters, 2013).

Eliminando o ruído anatómico e a compressão de imagem, a dimensão do traumatismo

## Desenvolvimento

no dente e osso alveolar pode ser avaliada com exatidão, o que permite um planejamento para um tratamento adequado. Um exemplo é o grau e direção de deslocamento relacionado com luxações, (Terakado, et al., 2000).

Um FOV de 4x4 cm, pode num único scan avaliar vários dentes sem distorção geométrica, acresce a comodidade para o paciente que devido a traumatismo não tem que suportar posicionadores, recetores de CCD e outros dispositivos rígidos dentro da boca que pode estar ferida, com mobilidade dentária, mucosas edemaciadas ou dor (Durack & Patel, 2012).

A classificação e severidade das fraturas radiculares horizontais é baseada na localização da linha de fratura (terço apical, médio e cervical) e pela extensão de deslocação do fragmento coronal, (Flores, et al., 2007a); (Cvek, Tsilingaridis, & Andreasen, 2008); (Andreasen, Ahrensburg, & Tsilingaridis, 2012).

As *Guidelines* da IADT (2012) recomendam uma série de Rx com paralaxe, no entanto, o traço de fratura só é detetado se os Raios X passarem diretamente através dela (incidência paralela ao traço de fratura) além disso, a natureza bidimensional do Rx intraoral, limita a exatidão de diagnóstico relativamente a natureza da fratura radicular horizontal, (Bernardes, et al., 2009).

O CBCT ultrapassa essas limitações, (Ilguy, Ilguy, Fisekcioglu, & Bayirli, 2009); (Costa, Gaia, Umetsubo, Pinheiro, & Tortamano, 2012), permite assim (por exemplo) minimizar o risco significativo de diagnóstico na localização de fratura radicular em dentes anteriores quando se usa o Rx intraoral pela possibilidade de um trajeto oblíquo da linha de fratura no plano sagital (May, Cohenca, & Peters, 2013).

### **II.2.14 Diagnóstico de fraturas radiculares verticais (FRV)**

A fratura radicular vertical é a forma mais severa das fraturas longitudinais do dente, (Tamse, Fuss, Lustig, Ganor, & Kaffe, 1999), descrita como a fratura longitudinal da raiz em dentes tratados endodonticamente (Komatsu, et al., 2014).

Pode dar origem a um processo inflamatório, levando a reabsorção óssea e à formação de tecido de granulação, (Tamse, 2006).

Sinais clínicos e radiográficos de FRV são variáveis e inespecíficos; podem assemelhar-se aos de lesões periodontais e insucessos endodônticos, (Hassan, Metska, Ozok, van der Stelt, & Wesselink, 2009); (Mora, Mol, Tyndall, & Rivera, 2007); (Khedmat, Rouhi, Drage, Shokouhinejad, & Nekoofar, 2012).

Constituem somente 7% dos traumatismos dentários, (Scarfe, Levin, Gane, & Farman, 2009); (Cvek, Tsilingaridis, & Andreasen, 2008). Habitualmente a FRV começa no ápex e estende-se para o segmento coronal da raiz. Origina-se na parede interna do canal e progride para a parede externa da raiz (Kiarudi, Eghbal, Safi, Aghdasi, & Fazlyab, 2015);

## Relevância clínica do CBCT em endodontia

(Miyagaki, Marion, & Randi Ferraz, 2013). É mais frequente nos segundos pré-molares superiores (27,2%) e raiz méso vestibular dos molares mandibulares (24%), (Tamse, Fuss, Lustig, & Kaplavi, 1999). Estas fraturas estabelecem-se maioritariamente na direção vestibulo-lingual (Cohen, Blanco, & Berman, 2013), sendo as maiores causas a colocação de postes intracanales e forças excessivas de condensação durante a obturação canal.

Atualmente, no diagnóstico da FRV a historia do paciente, sintomas como dor, edema, existência de bolsas periodontais isoladas, a par de radio transparências periapicais e laterais associadas à raiz proporcionam valiosa informação, (Edlund, Nair, & Nair, 2011). Enquanto uma bolsa isolada estreita e profunda pode ser sugestiva de FRV, também sinais clínicos duradouros de FRV podem não passar de uma fístula vestibular o que em definitivo não é patognomónico do problema. Deve ser realçado que imagens radiográficas sugestivas de FRV como a forma “J” e radio transparências com halo não se revelam até que uma considerável destruição óssea ocorra, (Tamse, 2006). Acresce que essas formas radiotransparentes podem ocorrer em casos de periodontite apical não associadas a FRV, (Durack & Patel, 2012).

O diagnóstico de FRV radiográfico é difícil, devido aos vários padrões de fratura, só cerca de 1/3 destas fraturas pode ser diagnosticado no Rx convencional, (Rud & Omnell, 1970); (Youssefzadeh, Gahleitener, Dorffner, Bernhart, & Kainberger, 1999); (Kamburoğlu, Murat, Yüksel, Cebeci, & Horasan, 2010).

Esta dificuldade comprova-se com a imagem de Rx convencional versus imagem de CBCT, figura 14.

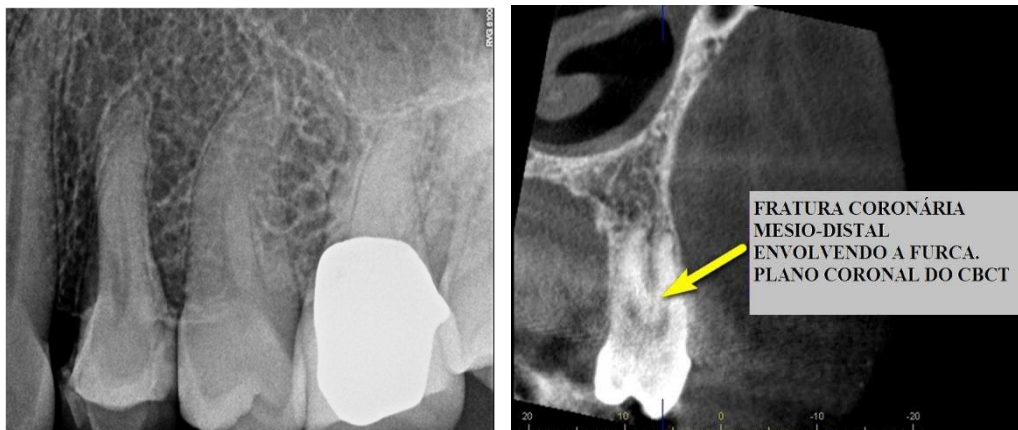


Figura 14: Fratura vertical

Rx retroalveolar e corte de CBCT do primeiro pré molar com fratura vertical  
Adaptado de McClammy (2014).

Não há unanimidade quanto à exatidão do CBCT na deteção de FRV; alguns estudos consideram as imagens do CBCT mais precisas que os Rx retroalveolares (Bernardes, et

## Desenvolvimento

al., 2009) (Ozer, 2010); (Varshosaz, Tavokoli, Mostafavi, & Baghban, 2010) outros não encontram diferenças, (Silveira, et al., 2013); (Junqueira, Verner, Campos, Devito, & do Carmo, 2013).

Um outro grupo, concluiu que o CBCT não é um método fiável para a deteção de FRV, (Patel, Brady, Wilson, Brown, & Mannocci, 2013) há no entanto consenso quanto ao uso de um FOV pequeno para casos de FRV, de dentes tratados endodonticamente (Bechara, et al., 2013); (Taramsari, Kajan, Bashirzadeh, & Salamat, 2013); (Brady, Mannocci, Brown, Wilson, & Patel, 2013).

Quanto mais alta a resolução espacial do CBCT, mais elevada foi a precisão do diagnóstico (Wenzel, Haiter-Neto, Frydenberg, & Kirkevang, 2009), contudo, a baixa resolução das imagens do CBCT ficou aquém das imagens do Rx retroalveolar (Bernardes, et al., 2009); (Bornstein, Wölner-Hanssen, Sendi, & von Arx, 2009); (Hassan, Metska, Ozok, van der Stelt, & Wesselink, 2009); (Hassan, Metska, Ozok, van der Stelt, & Wesselink, 2010); (Kamburoğlu, Ilker Cebeci, & Grondhal, 2009); (Kambungton, Janhom, Prapayasatok, & Pongsiriwet, 2012).

Materiais de alta densidade como os de obturação canalar ou postes metálicos podem reduzir a capacidade de diagnósticos do CBCT (Costa, Gaia, Umetsubo, & Cavalcanti, 2011); (Patel, Brady, Wilson, Brown, & Mannocci, 2013); (Costa, Gaia, Umetsubo, Pinheiro, & Tortamano, 2012).

Num outro estudo nem a *gutta-percha* nem postes metálicos influenciaram o diagnóstico, (Melo, Bortoluzzi, Abreu, Corrêa, & Corrêa, 2010).

Estes aspetos são realçados na figura 15.

## Relevância clínica do CBCT em endodontia

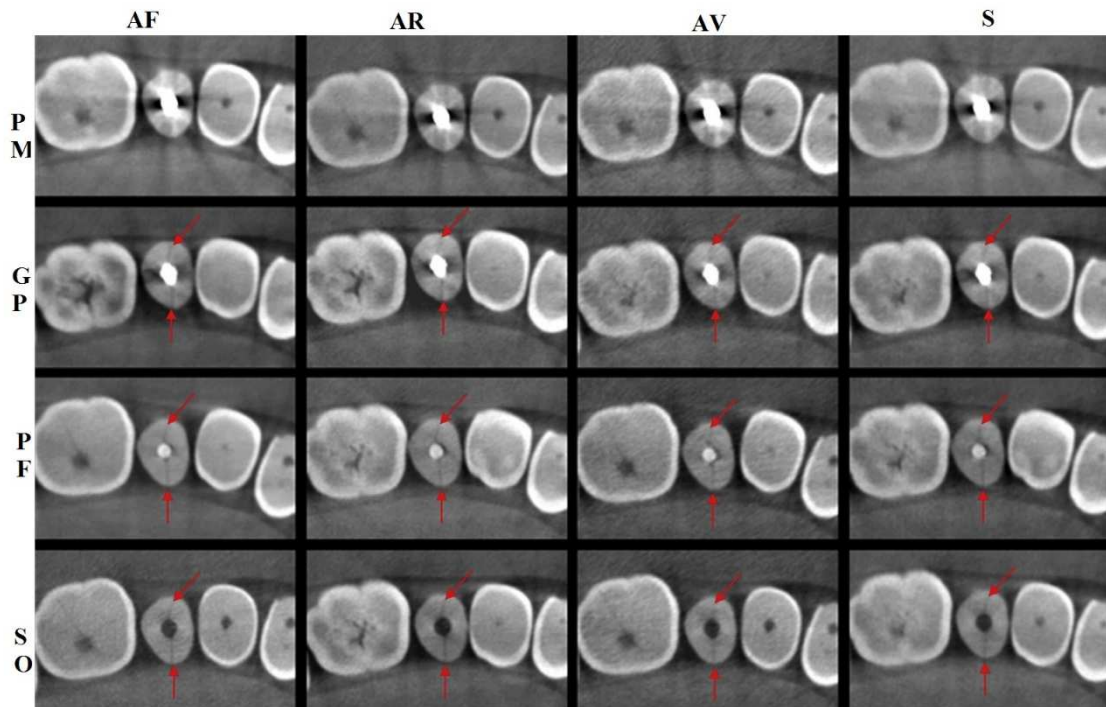


Figura 15: CBCT em canais com diferentes preenchimentos e resoluções espaciais

Abreviaturas: **Linha:** PM (poste metálico), GP (*gutta-percha*), PF (poste de fibra), SO (sem obturação).  
**Coluna:** AF (alta fidelidade), AR (alta resolução), AV (alta velocidade), S (standard)

Adaptado de Neves, Freitas, Campos, Ekestubbe, & Lofthag-Hansen (2014).

Assim a exatidão para determinar FRV depende do sistema de CBCT usado, (Bernardes, et al., 2009); (Metska, Aartman, Wesselink, & Özok, 2012); (Wang, et al., 2011); (Edlund, Nair, & Nair, 2011).

Os scan de pequeno volume (FOV), proporcionam melhores resultados que os scan de largo volume, (Costa, Gaia, Umetsubo, & Cavalcanti, 2011); (Costa, Gaia, Umetsubo, Pinheiro, & Tortamano, 2012); (Edlund, Nair, & Nair, 2011).

Isto é devido ao limite de resolução teórica chamado “teorema de Nyquist” (2 *voxéis* são requeridos para detetar a estrutura) ou seja, estruturas com larguras menores de 2 *voxéis* não são detetáveis, (Wang, et al., 2011).

Foi sugerido, que o conteúdo do canal radicular (*gutta*/poste metálico) servisse para determinar a escolha da dimensão do *voxel*, (Vizzotto, et al., 2013).

Com base em vários estudos demonstrou-se que o CBCT é mais sensível que o Rx convencional na identificação de FRV, (Bernardes, et al., 2009); (Hassan, Metska, Ozok, van der Stelt, & Wesselink, 2009); (Wang, et al., 2011). A precisão do CBCT na detecção de fraturas radiculares face ao Rx convencional, pode ser vista na tabela 9.

## Desenvolvimento

Com FOV de pequenas dimensões o CBCT deve ser usado para detetar FRV em dentes com tratamento endodôntico, (Bechara, et al., 2013).

Deve ter-se em conta que a dispersão causada por materiais de obturação canaluar ou postes metálicos podem incorretamente sugerir a presença de uma fratura, (Hassan, Metska, Ozok, van der Stelt, & Wesselink, 2009).

## Relevância clínica do CBCT em endodontia

Tabela 9: Relevância do CBCT nos traumatismos dento-alveolares

<b>Autor</b>	<b>Amostra</b>	<b>Estudo</b>	<b>Resultados e conclusões</b>
(Melo, Bortoluzzi, Abreu, Corrêa, & Corrêa, 2010)	180 Dentes	Capacidade de diagnóstico do CBCT na avaliação de fraturas radiculares longitudinais em dentes tratados proteticamente.	O CBCT revelou maior utilidade que o Rx convencional no diagnóstico de fraturas radiculares horizontais.
(Wang, et al., 2011)	128 Pacientes, 138 dentes	Deteção de fraturas radiculares usando CBCT e radiografias	O CBCT apresentou maior eficácia no RX convencional na deteção de fraturas radiculares.
(Hassan, Metska, Ozok, van der Stelt, & Wesselink, 2009)	80 Dentes	Deteção de fraturas radiculares verticais em dentes tratados endodonticamente através do CBCT	Evidenciaram maior abrangência de precisão para o CBCT (0,86) do que Rx convencional (0,66) na deteção de fraturas radiculares verticais.
(Ozer, 2010)	80 Dentes	Deteção de fraturas radiculares verticais de diferentes diâmetros em dentes tratados endodonticamente por CBCT versus RX digital.	CBCT é efetivo na deteção de fraturas radiculares verticais de diferentes diâmetros.
(Edlund, Nair, & Nair, 2011)	29 Pacientes	Deteção de fratura radicular vertical usando o CBCT	Este estudo revelou uma maior precisão de diagnóstico do CBCT para a deteção de fraturas radiculares verticais.
(Varshosaz, Tavokoli, Mostafavi, & Baghban, 2010)	100 Dentes	Comparação do Rx convencional com o CBCT para a deteção de fraturas radiculares verticais.	CBCT evidenciou significativa superioridade.
(Mora, Mol, Tyndall, & Rivera, 2007)	60 Dentes	Avaliação <i>in vitro</i> do CBCT para a deteção de fraturas longitudinais.	CBCT demonstrou significativa superioridade face ao Rx retroalveolar.
(Silveira, et al., 2013)	60 Dentes uni radiculares	Deteção de fraturas radiculares verticais e CBCT	O Rx convencional não mostra capacidade de informação adequada. O CBCT pode ter indicação quando há forte suspeita de fratura radicular
(Avsever, et al., 2013)	82 Incisivos maxilares	Comparação do Rx intraoral e CBCT para a deteção de fraturas radiculares horizontais	O CBCT possui a vantagem sobre o RX convencional de permitir a visualização nas 3 dimensões

Tabela adaptada de Meena & Kowsky (2014).

### II.2.15 Diagnóstico, avaliação e tratamento da reabsorção radicular

O diagnóstico clínico das reabsorções baseia-se na demonstração radiográfica, (Andreasen J. O., 1987); (Andreasen & Hjorting-Hansen, 1966a); (Andreasen & Andreasen, 2010).

A sensibilidade do RX convencional é significativamente mais baixa que a do CBCT na detecção de reabsorção radicular externa em fase precoce, (Durack, Patel, Davies, Wilson, & Mannocci, 2011).

Afeções significativas de tecidos duros podem ocorrer no dente afetado antes da reabsorção se tornar evidente no RX convencional, além do que, quando o diagnóstico é estabelecido, se a lesão estiver sobreposta à raiz pode confundir-se com reabsorção interna quando esta atinge a parede radicular, (Patel, Ricucci, Durak, & Tay, 2010).

Como exemplificado na figura 16.

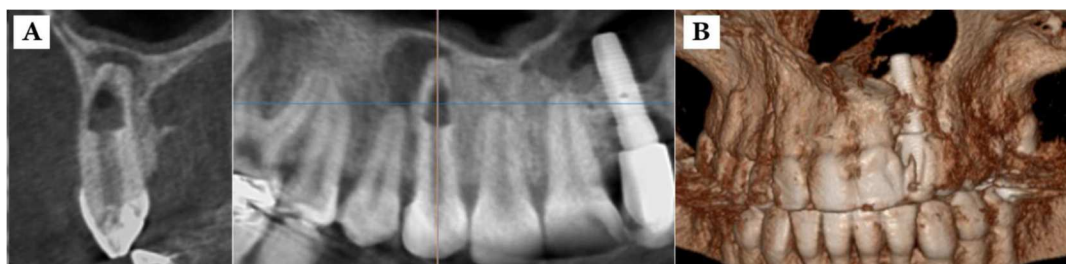


Figura 16: Reabsorção interna

- A) Reabsorção radicular interna de um canino maxilar com extensa reabsorção óssea adjacente.
- B) Reconstrução 3D

Adaptado de Kiarudi, Eghbal, Safi, Aghdasi, & Fazlyab (2015).

(Patel, Dawood, Wilson, Horner, & Mannocci, 2009), num estudo clínico, comparou a exatidão do RX convencional intraoral e o CBCT no diagnóstico e monitorização de lesões de reabsorção externa cervical e reabsorções internas. Os autores reportaram 100% de precisão de diagnóstico para o CBCT quanto à presença e tipo de reabsorção radicular, ficando o Rx convencional aquém destes valores.

Estes dados foram validados em estudos *ex vivo* por Kamburoğlu, Kursun, Yuksel, & Oztas (2011), que avaliaram o CBCT versus Rx retroalveolar na capacidade de identificar e diferenciar entre reabsorções externas cervicais e reabsorções internas simuladas na região cervical radicular. Foi concluído que o CBCT é um método efetivo e apropriado para identificação e diferenciação entre cavidades incipientes simuladas de reabsorção cervical externa e reabsorção interna. O mesmo não acontecendo com o Rx convencional. (Bernardes, et al., 2012); (Durack, Patel, Davies, Wilson, & Mannocci, 2011),

### Relevância clínica do CBCT em endodontia

independentemente demonstraram que o CBCT é significativamente melhor que o Rx retroalveolar na identificação de pequenas cavidades artificiais simulando reabsorções radiculares com dimensões tão pequenas como 0,3mm x 0,15mm e 0,5mm x 0,25mm.

Estes estudos, focam a potencialidade deste tipo de exame em detetar reabsorções radiculares incipientes, antes de poderem ser identificadas pelos sistemas radiográficos convencionais.

Kamburoğlu, Kursun, Yuksel, & Oztas (2011) demonstraram com um modelo *ex vivo* humano que o CBCT pode com exatidão determinar quer o volume de defeitos de reabsorção simulados na superfície lateral das raízes, quer a extensão linear de reabsorções apicais simuladas.

O resultado de vários estudos comparativos na deteção de reabsorções da tabela 10 atesta a validade do exame por CBCT para estas afeções.

## Desenvolvimento

Tabela 10: Relevância do CBCT na monitorização de reabsorção radicular

<b>Autor</b>	<b>Amostra</b>	<b>Estudo</b>	<b>Resultados e conclusões</b>
(Patel, Dawood, Wilson, Horner, & Mannocci, 2009)	15 Dentes	Comparação da eficácia do Rx retroalveolar com o CBCT na deteção e monitorização de lesões de reabsorção.	O CBCT demonstrou fiabilidade e efetividade na deteção da presença de lesões de reabsorção.
(Kamburo ğlu & Kurson, 2010)	60 Dentes	Comparação da eficácia de diagnóstico do CBCT com diferentes resoluções de <i>voxels</i> usados para detetar pequenas cavidades de reabsorção internas simuladas. Ex-vivo.	Ultra e alta resolução das imagens de CBCT apresentaram resultados similares e melhores que as imagens de baixa resolução.
(Kamburo ğlu, Kursun, Yuksel, & Oztas, 2011)	50 Dentes	Capacidade do observador detetar ex-vivo reabsorções radiculares cervicais externas ou internas.	O CBCT tiveram melhor desempenho que o Rx convencional.
(Estrela, et al., 2009)	40 Pacientes	Método para avaliar a reabsorção radicular inflamatória com o CBCT.	O CBCT revelou utilidade na avaliação de reabsorção interna e o desempenho no diagnóstico foi melhor que o Rx retroalveolar.
(Castro, Alencar, Neto, & Estrela, 2013)	1256 raízes de 30 pacientes	Avaliação da reabsorção radicular apical devida a tratamento ortodôntico detetada pelo CBCT.	Os resultados desta investigação mostraram que o CBCT foi efetivo na deteção <i>in-vivo</i> mesmo com níveis mínimos de reabsorção radicular apical devido ao tratamento ortodôntico e permitiu à avaliação 3D das raízes dentárias e visualização das raízes palatinas dos molares maxilares.
(Yu, Messer, & Tan, 2011)	Caso de estudo	Múltiplas reabsorções cervicais e idiopáticas	O CBCT demonstrou que as lesões eram mais extensas e distribuídas por uma área maior que as vistas do Rx convencional.

Tabela adaptada de Meena & Kowsky (2014).

## II.2.16 Determinação do comprimento de trabalho

A precisão da determinação do comprimento de trabalho (CT) é de extrema importância no tratamento endodôntico e no seu resultado, (Seltzer, Bender, & Turkenkopf, 1963); (Ricucci, 1998); (Ricucci & Langeland, 1998).

A constrição apical é o ponto recomendado para o *terminus* do preparo canal, salvo patologias que podem estar associadas ao tratamento endodôntico, como reabsorções radiculares e/ou ósseas (Kuttler, 1955); (Ricucci & Langeland, 1998); (Gordon & Chandler, 2004).

Rx retroalveolar e Localizadores Apicais Eletrônicos (LAE) são usuais e complementares para a determinação do CT.

As limitações do Rx são conhecidas: sensibilidade da técnica, subjetividade (sombra bidimensional), sobreposição de estruturas anatómicas e distorções da imagem, (Real, et al., 2011).

A constrição apical não pode ser determinada radiograficamente. O CT é atualmente uma estimativa baseada na distância média entre a constrição e o forâmen fisiológico que é de 0,5 a 1mm (em média) mais curto que o ápex radiológico; no entanto, este raramente coincide com o ápex anatómico (ou fisiológico) e pode estar localizado lateralmente (Kuttler, 1955); (Dummer, McGinn, & Rees, 1984); (ElAyouti, Weiger, & Löst, 2002) e a uma distância maior que 3mm do ápex anatómico (Green, 1955); (Dummer, McGinn, & Rees, 1984). Estas constatações fazem com que o CT baseado no Rx seja sobrestimado (ElAyouti, Weiger, & Löst, 2001); (Williams, Joyce, & Roberts, 2006).

A exatidão dos atuais LAE (45% a 97,6%) é muito variável, dependendo do aparelho, da margem aceite de erro: 0,5 ou 1mm, e do *terminus* do tratamento determinado pelo operador: constrição apical ou ápex, (Haffner, Folwaczny, Galler, & Hickel, 2005); (Goldberg, Frajlich, Kuttler, Manzur, & Briseño-Marroquín, 2008); (Cianconi, Angotti, Felici, Conte, & Mancini, 2010); (Stoll, et al., 2010). Como exemplo desta variedade de objetividade muitos autores (Erdemir, Eldeniz, Ari, Belli, & Esener, 2007); (Stöber, et al., 2011); (Gomes, et al., 2012). Usam a “marca” 0,5 porque “teoricamente” indica que a ponta da lima está na constrição apical; outros como (Gulabivala & Stock, 2004) consideram a marca “ápex” porque dadas as características da impedância para o canal dentinário acima do forâmen apical, o LAE não pode ser calibrado com exatidão. Contudo estudos para a avaliação da exatidão da medição para ambas as referências “constrição” e “ápex” são escassos (Jung, Yoon, Lee, & Lee, 2011). Pelo que a questão de qual das duas referências deve ser considerada, continua sem consenso, (Tselnik, Baumgartner, & Marshall, 2005).

Para além disso, a constrição apical tem uma morfologia muito variada, podendo mesmo haver constrições múltiplas ou mesmo uma constrição com uma zona apreciável

## Desenvolvimento

de paredes paralelas (Dummer, McGinn, & Rees, 1984), como se esquematiza na figura 17, sendo essa diversidade demonstrada com recurso à microscopia como se pode ver na figura 18.

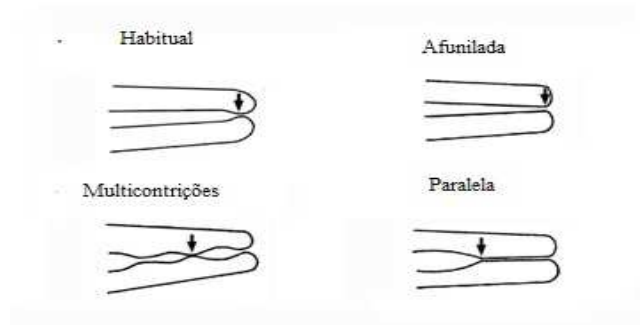


Figura 17: Tipos de constrictões

Disponível em <http://www.endodonziamauventuri.it/Anatomia%20sistema%20canalare.htm>. Acedido em Junho 2015.

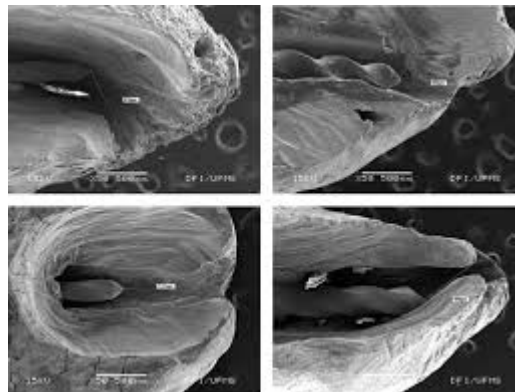


Figura 18: Variações de constrictão apical

Disponível em [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-64402014000100017escript=sci\\_arttext&lng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-64402014000100017escript=sci_arttext&lng=pt). Acedido em Junho 2015.

Dadas as características do CBCT, este pode aumentar a exatidão na medição do CT (Jeger, Janner, M.M., & Lussi, 2012) foram já realizados estudos que equiparam os resultados da determinação do CT com os LAE com resultados semelhantes (Janner, Jeger, Lussi, & Bornstein, 2011); (Jeger, Janner, M.M., & Lussi, 2012).

### II.2.17 Avaliação do tratamento endodôntico (*Follow-up*)

O *follow-up* radiográfico dos tratamentos endodônticos são melhores os dentes são tratados antes de óbvios sinais de doença periapical no Rx convencional serem detetados, (Friedman, 2002).

Assim, uma identificação precoce de radio transparências periapicais com o CBCT pode resultar num diagnóstico mais atempado e, numa gestão mais eficaz da doença periapical. O CBCT deve ter como resultado uma maior objetividade e precisão na determinação do prognóstico do tratamento canalar (Liang, Li, Wesselink, & Wu, 2011); (Patel, et al., 2011).

(Paula-Silva, Hassan, Bezerra da Silva, Leonardo, & Wu, 2009), compararam o resultado do tratamento canalar em cães usando o RX retroalveolar e o CBCT; um prognóstico favorável foi indicado pelo Rx convencional em 79% dos casos, sendo somente 35% para o CBCT (uma diferença de 44%).

Estes resultados refletem-se num recente estudo clínico prospetivo efetuado por (Patel, Wilson, Dawood, Foschi, & Mannocci, 2012b).

(Liang, Li, Wesselink, & Wu, 2011), compararam a qualidade da obturação canalar, os resultados apontaram em 41% dos casos uma diferença na qualidade de obturação quando avaliados por Rx retroalveolar / CBCT.

Numa investigação, mais recente, (Liang Y. , et al., 2013), compararam o *follow-up* do tratamento canalar com e sem ativação por ultrassons; não encontraram diferenças (este é o primeiro estudo prospetivo específico para avaliar um fator intraoperativo no resultado final do tratamento endodôntico) entre Rx retroalveolar / CBCT.

(Fernandez, Cadavid, Zapata, Alvarez, & Restrepo, 2013) num estudo retrospectivo longitudinal de coorte a cinco anos (132 dentes, 208 raízes) usou Rx convencional, sistemas com sensores digital e o CBCT na avaliação do tratamento endodôntico em dentes com polpas vitais que receberam tratamento endodôntico. Dos 17 fatores de prognóstico avaliados, 4 foram significativamente associados com insucesso:

1. Curvatura do canal radicular; (canais com curvaturas maiores do que 25° apresentaram 69% de lesões periapicais).
2. Desinfecção da *gutta-percha* (71% dos casos com lesões periapicais não tiveram protocolo de desinfecção de *gutta-percha*).
3. Canais não identificados (91% dos canais não identificados apresentou lesões periapicais).

## Desenvolvimento

### 4. Qualidade da restauração coronária.

#### II.2.18 Efeitos do CBCT num modelo hierárquico de eficácia

Os diferentes níveis de eficácia de diagnóstico imagiológico podem ser baseados no modelo de dados evolutivo sumarizado na figura 19.

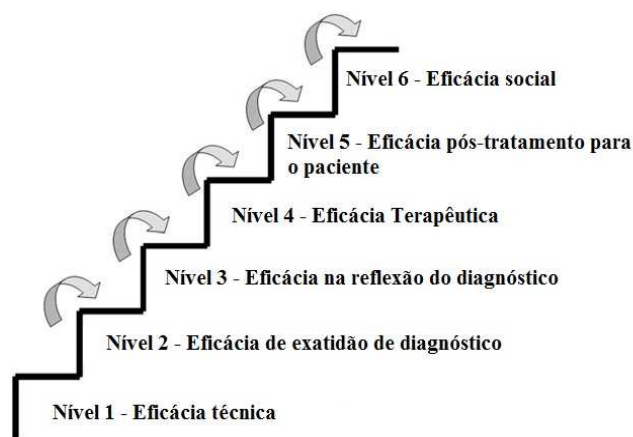


Figura 19: Modelo hierárquico de eficácia

Adaptado de Fryback & Thornbury (1991).

Neste modelo de dados, os impactos positivos na saúde do paciente e na sociedade, se o teste é efetivo, são considerados os objetivos (nível 5 e 6). Estes são assim os níveis mais elevados.

Os níveis de eficácia imediatamente abaixo, são referentes ao impacto dos testes de diagnóstico na escolha de diagnóstico e terapia (nível 3 e 4).

O conhecimento do papel do CBCT respeitante aos níveis 5 e 6 é escasso, Comissão Europeia - (SEDENTEX Project, 2011).

Apesar de uma limitada evidência científica disponível, acerca do CBCT, o seu uso tem crescido rapidamente. Contudo, o grupo de pacientes que beneficia com o CBCT é presentemente desconhecido. Se o CBCT é benéfico, deve pelo menos ter um impacto no diagnóstico, caso contrário revela-se desnecessário, (Fryback & Thornbury, 1991); vários estudos como os relatados por (Mota de Almeida, Knutsson, & Flygare, 2014) demonstraram que o CBCT tem a capacidade de alterar o diagnóstico endodôntico quando as diretrizes da Comissão Europeia são aplicadas (em 42% dos pacientes).

## Relevância clínica do CBCT em endodontia

O CBCT de acordo com (Balasundaram, et al., 2012), tem capacidades para alterar a terapia endodôntica quando aplicados os critérios da Comissão Europeia.

A tabela 11 clarifica os parâmetros que compõem este modelo hierárquico.

Tabela 11: Graus e parâmetros do modelo hierárquico de eficácia

Nível de Eficácia	Definição da Eficácia	Parâmetros Avaliados e Requeridos
Eficácia técnica	A qualidade técnica das imagens	Parâmetros físicos, exemplo: dose, resolução espacial, presença de artefactos
Eficácia da exatidão de diagnóstico	A exatidão de diagnóstico associado à interpretação das imagens	Avaliação da exatidão, exemplo: sensibilidade, especificidade, valor positivo/negativo previsível.
Eficácia de reflexão de diagnóstico	O efeito das informações radiográficas na avaliação que o clínico faz da probabilidade de o paciente ter uma condição saudável ou não	Alteração na avaliação de diagnóstico ou prognóstico antes e depois da avaliação por CBCT
Eficácia terapêutica	Efeitos da informação radiográfica na gestão do plano de tratamento do doente.	Alterações no plano de tratamento, exemplo: nova terapia, descartar a necessidade de terapia.
Eficácia no resultado para o paciente	O efeito da informação radiográfica obtido no resultado para o paciente	Parâmetros conclusivos, exemplo: sucesso ou taxas de êxito, qualidade de vida, complicações.
Eficácia social	Impacto da modalidade de imagens na sociedade como um todo	Análises sociais de custo/benefício.

Adaptado de Fryback & Thornbury (1991); Krupinski & Jiang (2008)

Segundo, (Mota de Almeida, Knutsson, & Flygare, 2014), um facto que pode explicar as alterações na decisão terapêutica é a atitude de precaução baseada na estratégia do “esperar para ver” antes do exame com o CBCT.

A introdução do CBCT pode resultar numa mudança para uma terapia mais assertiva que ajuda o paciente atempadamente.

É importante realçar que imagens de alta qualidade só são úteis, quando servem propósitos clínicos que beneficiem o paciente. Há necessidade de mais estudos que providenciem informação sobre a eficácia do CBCT ao mais alto nível em endodontia; particularmente a nível da eficácia do resultado para o paciente, Comissão Europeia (SEDENTEX CT, 2012).

### II.2.19 A Padronização

O objetivo da epidemiologia é antes de mais, avaliar a distribuição e prevalência da

## Desenvolvimento

periodontite apical e as suas determinantes, incluindo o *follow-up* do tratamento em diferentes populações, (Eriksen, 1991).

Vários índices de diagnósticos para avaliação de radio-transparências foram propostos usando o exame radiográfico convencional.

(Orstavik, Kerekes, & Eriksen, 1986) desenvolveram um índice periapical (“periapical index” - PAI).

As lesões periapicais foram classificadas em 5 níveis (PAI 1:estrutura periapical normal. PAI 5: periodontite severa com exacerbação de sinais / sintomas e expansão óssea. Baseado no uso de referencias radiográficas de dentes com um diagnóstico histológico confirmado.

Mas este PAI é baseado em Rx retroalveolar bidimensional que visa a análise de uma estrutura tridimensional. Para ultrapassar esta contrariedade, Estrela, Bueno, Azevedo, Azevedo, & Pécora (2008) desenvolveram um PAI baseado no CBCT: o CBCT-PAI, este índice foi desenvolvido a partir da interpretação das medições de lesões periapicais de um total de 1014 imagens (scans de CBCT e Rx retroalveolar) de 596 pacientes.

Estas medições foram feitos pelo *software* do CBCT em 3 dimensões: vestibulo-palatino, ou lingual méσιο-distal e diagonal.

Foi definida uma escala com seis níveis (de 0 a 5), exemplo: (0: intacto... 5: radio transparência periapical maior que 8mm), e acrescentadas duas variáveis (E: expansão da cortical óssea e D: Destruição da cortical óssea).

Em ambos os índices só a dimensão da imagem e a expansão / destruição óssea (CBCT-PAI) são avaliados. Ficam excluídas informações importantes como: número de raízes afetadas pela periodontite apical, destruição óssea relacionada com estruturas como o seio maxilar, canal dentário inferior e forâmen mentoniano e a posição da lesão: apical, lateral ou na furca.

O *status* endodôntico e qualidade técnica da obturação canalar foi apresentado por (Eckerbom & Magnusson, 1997), apresentaram o *Complex Periapical Index* (COPI) desenhado para a identificação e classificação das lesões ósseas periapicais em casos de periodontite apical e o índice de dentes tratados endodonticamente: *Endodontic Treated Tooth Index* (ETTI), desenhado para avaliar a qualidade do tratamento endodôntico através do CBCT onde os principais critérios são: o comprimento e a homogeneidade da obturação canalar das raízes visíveis.

### II.2.19.a COPI - Parâmetros de seleção

São baseados em dados disponíveis sobre fatores de prognóstico de radio transparências periapicais característicos na terapia endodônticas de dentes com periodontite apical, os três parâmetros são:

## Relevância clínica do CBCT em endodontia

### 1. Dimensão da lesão (**S**)

Que pode estar diretamente relacionado com o resultado futuro do tratamento endodôntico, (Ng, Mann, & Gulabivala, 2008); (Ng, Mann, & Gulabivala, 2011);

### 2. A relação entre a raiz e a lesão (**R**)

É um fator pré tratamento importante porque o advir do tratamento das lesões endodônticas de dentes multirradiculares é pior, (Patel, Wilson, Dawood, Foschi, & Mannocci, 2012b); (de Chevigny, et al., 2008);

### 3. A localização da destruição óssea (**D**)

Pode estar relacionada com tratamentos endodônticos complicados ou tratamentos cirúrgicos, devido ao contacto da lesão radio-transparente com estruturas anatómicas importantes, ou à destruição do osso cortical, (Shahbazian, Vandewoude, Wyatt, & Jacobs, 2013); (Low, Dula, Burgin, & Arx von, 2008).

## II.2.19.b ETTI - Parâmetros de avaliação

Comprimento da obturação canal (**L**):

1. Medida da distância entre o *terminus* da obturação canal visível e o ápex radiológico, (Eckerbom & Magnusson, 1997); (Moura, Guedes, De Alencar, Azevedo, & Estrela, 2009); (Ricucci, Russo, Rutberg, Burleson, & Spångberg, 2011);

### 2. Homogeneidade das obturações canales (**H**)

Importante fator para avaliar a condensação da obturação. Contempla a presença de postes intra-canais porque podem ter um papel importante no futuro do tratamento, (Eckerbom & Magnusson, 1997); (Ricucci, Russo, Rutberg, Burleson, & Spångberg, 2011);

### 3. Selamento coronário (**CS**)

Com um papel importante na manutenção do tratamento endodôntico, (Ng, Mann,

## Desenvolvimento

Rahbaran, Lewsey, & Gulabivala, 2008); (Ng, Mann, & Gulabivala, 2011); (Ricucci, Russo, Rutberg, Burleson, & Spångberg, 2011);

### 4. Presença de complicações/erros (C/F)

Podem significativamente influenciar o prognóstico, (Ng, Mann, & Gulabivala, 2011); (Ng, Mann, Rahbaran, Lewsey, & Gulabivala, 2008); (Ricucci, Russo, Rutberg, Burleson, & Spångberg, 2011).

Decidiram os autores modificar, simplificando o índice COPI e tornando-o mais informativo ao mesmo tempo que introduziram três níveis de risco de tratamento: ligeiro (cor verde), moderado (cor amarela) e elevado (cor vermelha) que se mostra na tabela 12.

Tabela 12: Novo índice COPI

#### S (Dimensão da lesão radio-transparente)

S0	Espessamento do ligamento periodontal não excedendo 2 vezes a largura do ligamento periodontal lateral.
S1	Diâmetro de pequena radio-transparência bem definida até 3mm
S2	Diâmetro de média radio-transparência bem definida de 3 a 5mm
S3	Diâmetro de grande radio-transparência bem definida maior que 5mmde

#### R (Relação entre raiz e lesão radio-transparente)

R0	Sem radio-transparência, quando o espessamento do ligamento periodontal não excede 2 vezes a largura do ligamento periodontal lateral.
R1	Lesão radio-transparente numa raiz.
R2	Lesão radio-transparente em mais do que uma raiz.
R3	Lesão radio-transparente com envolvimento da furca.

#### D (Localização da destruição óssea)

D0	Sem radio-transparência, quando o espessamento do ligamento periodontal não excede 2 vezes a largura do ligamento periodontal lateral.
D1	Radio-transparência envolvendo a raiz.
D2	Radio-transparência em contacto com estruturas anatómicas importantes.
D3	Destruição do osso cortical.

Tabela adaptada de (Venskutonis, et al., 2015).

Cada componente do índice COPI (S, R e D) e ETTI é descrito independentemente, D pode ser descrito por diversos componentes ao mesmo tempo, exemplo: COPI S1, R1,

## Relevância clínica do CBCT em endodontia

D1 (Fig. 22) ou S2, R2, D1, 2 (Fig. 23)

Também o índice ETTI foi modificado simplificando a seleção dos parâmetros finais, sendo que por exemplo CF pode ser descrito para vários parâmetros em simultâneo. Exemplo: (tabela 12 e 13) L2, H2, CS2, CF1, 5 e L1, H1, CS1, CF4, 5

Com base nestes 2 índices (COPI e ETTI) foi desenhado um novo índice: *Periapical and Endodontic Status Scale* (PESS), como se refere na tabela 13.

Tabela 13: Novo índice ETTI

---

**L** (Comprimento da obturação canal)

L1 - 0-2mm do ápex radiológico

L2 - >2mm do ápex radiológico

L3 - Sobre-obturação (extensão de material através do ápex)

L4 - Material de obturação visível somente na câmara pulpar.

L5 - Obturação canal de uma raiz tratada cirurgicamente.

---

---

**H** (Homogeneidade da obturação canal)

H1 - Obturação completa (aparência homogênea da obturação canal)

H2 - Obturação incompleta (espaços vazios e aparência porosa da obturação canal)

---

---

**CS** (Selamento coronário)

CS1 - Adequado (restauração coronária de aparência intacta radiograficamente)

CS2 - Inadequada (detetável radio-graficamente sinais de sobre-obturação, infiltração, cáries recorrentes ou perda de restauração coronária)

---

---

**CF** (Complicações / erros)

CF0 - Sem complicações

CF1 - Perfuração radicular

CF2 - Canal radicular não tratado / não detetado

CF3 - Reabsorção radicular

CF4 - Fratura radicular / dentária

CF5 - Dente com tratamento endodôntico com radio-transparência.

---

Tabela adaptada de Venskutonis, et al. (2015).

Exemplifica-se na figura 20 o diagnóstico do índice PESS usando a imagem do CBCT em corte sagital de um canino superior com lesão radiotransparente e, na figura 21° PESS aplicado a um primeiro molar superior no qual se exemplifica a total abrangência da

## Desenvolvimento

afeções por parte deste novo índice.

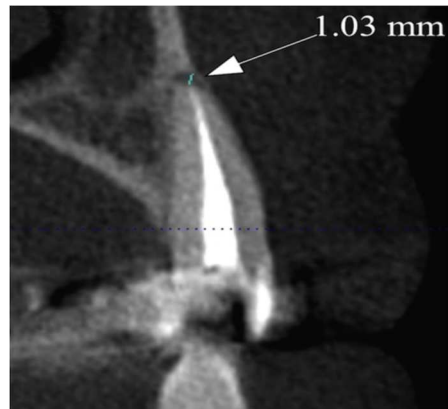


Figura 20: Índices COPI e ETTI

COPI: S1 R1 D1

ETTI: L1, H1, CS2, CF5

Adaptado de Venskutonis, et al. (2015)

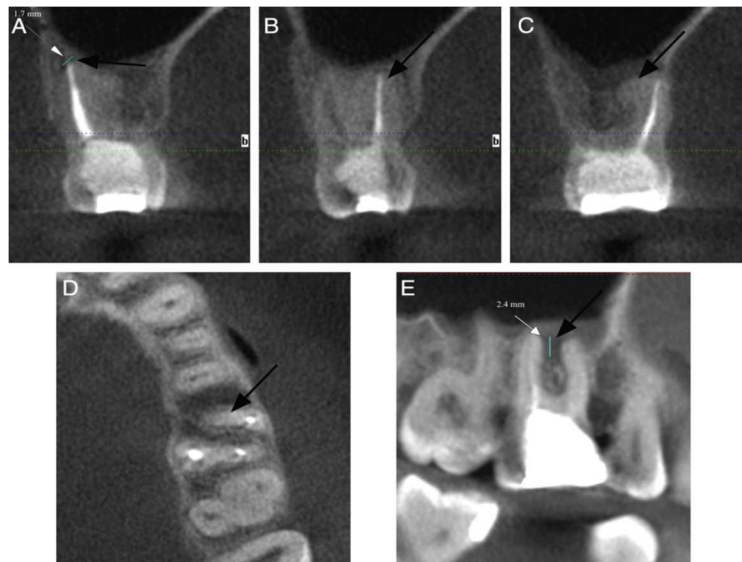


Figura 21: Exemplo de diagnóstico com índice PESS

Exemplo de diagnóstico do índice PESS usando a imagem do CBCT do primeiro molar superior.

A) Plano frontal: raiz palatina com uma lesão radio-transparente;

B) Plano frontal: raiz disto-vestibular;

C) Plano frontal: raiz méso vestibular e segundo canal méso vestibular não detetado;

D) Plano axial: segundo canal méso vestibular não detetado; e

E) Plano sagital: segundo méso vestibular com radio-transparência.

COPI: S2, R2, D1, 2

ETTI: L1, H1, CS2, CF5

Adaptado de (Venskutonis, et al., 2015).

Para os autores (Venskutonis, et al., 2015), o desenvolvimento deste novo índice PESS é complexo e diferente dos existentes; permite a avaliação não só do *status* dos tecidos

## Relevância clínica do CBCT em endodontia

periapicais, mas também a qualidade do tratamento endodôntico. Além disso o COPI tem valor de prognóstico dando a previsão de risco escalonada de tratamento da periodontite apical.

O PESS pode ser usado em estudos epidemiológicos e na prática clínica.

Estudos e pesquisas futuras terão que validar este índice; os pacientes têm que ser seguidos pelo menos por 2 anos para validar a significância de variação de parâmetros.

Se adaptado, este sistema de avaliação pode a nível global calibrar e armazenar importantes dados, já que é reproduzível, objetivo e adiciona valiosa informação aos índices existentes.

Nos anexos, pode ver-se a evolução que a imagiologia teve desde o primeiro Rx dentário ao primeiro CBCT, e às imagens de pormenor que este proporciona para lá do possível com o Rx convencional.

A evolução que este novo método teve num curto espaço de tempo reflete-se numa miríade de imagens (em crescendo exponencial), que permitem mais do que a visão, a análise dos objetivos que se pretendem na endodontia.

### III CONCLUSÕES

A singularidade morfológica e anatômica, inerente a cada dente que o torna caso único, dentro de uma tipificação necessária mas não condicionante, revela-se acessível com o rigor e versatilidade que o CBCT possibilita.

Os efeitos indesejáveis quando não irreparáveis na morbidade de várias doenças e afeções dentária/pulpare são bem conhecidos e fundamentados através da histologia.

Uma intervenção precoce na causalidade das mesmas, através do descortino do pormenor até agora inacessível em muitos casos pelo Rx convencional pode modificar para melhor as circunstâncias que ditam e/ou determinam o sucesso/insucesso do tratamento endodôntico.

A boa prática clínica está de momento condicionada pelas diretrizes da Comissão Europeia sendo de prever uma maior liberdade de ação dada a constante evolução tecnológica a nível de *software*, algoritmos, novos recetores e outros parâmetros próprios de cada aparelho.

Dos artigos consultados constata-se a pouca ou nenhuma informação relativamente à execução dos mesmos quanto à observância ou não das diretrizes da Comissão Europeia (exemplo: tempo de exposição total, dose efetiva, etc.), por outro lado os resultados entusiasmantes terão que ser constatados com um rigor que terá que ir além da “concordância”, começando na dose de radiação, até a sensibilidade e especificidade do aparelho para determinada afeção, e uma padronização internacionalmente aceite para comparação de dados.

Mais estudos são necessários para definir parâmetros mais incisivos numa base de dados, onde a interpretação das imagens possa permitir conclusões que não obstante a premissa de que cada caso é um caso possa orientar um tratamento numa sequência clara da evidência à recomendação.

Não se pode excluir a relação custo/benefício para além do campo científico ou académico quando se faz a antevisão de substituição ou comparação de uma tecnologia por outra, já que é condição incontornável para a massificação do seu emprego.

Com capacidade para poder abranger todas as áreas de intervenção na disciplina de endodontia, ao permitir um campo de visão integral em 3D pode conduzir a um diagnóstico e tratamento mais eficazes na busca do aperfeiçoamento que visa o tratamento da endodontia.

O CBCT possui as prerrogativas necessárias para num futuro próximo poder vir a assumir-se como novo paradigma da imagiologia na endodontia.

## Relevância clínica do CBCT em endodontia

#### IV BIBLIOGRAFIA

- AAE. (2011). Cone-beam computed tomography in endodontics. *Endodontics: colleagues for excellence news letter*.
- Abella, F., Patel, S., Durán-Sindreu, F., Mercadé, M., Bueno, R., & Roig, M. (2012). An evaluation of the periapical status of teeth with necrotic pulps using periapical radiography and cone-beam computed tomography. *International Endodontic Journal*, 47, 387-96. doi:10.1111/iej.12159
- Abella, F., Patel, S., Duran-Sindréu, F., Mercadé, M., Bueno, R., & Roig, M. (2012). Evaluating the Periapical Status of Teeth with Irreversible Pulpitis by Using Cone-Beam Computed Tomography Scanning and Periapical radiographs. *Journal of Endodontics*, 38, (12), 1588-1591. doi:10.1016/j.joen.2012.09.003
- Ahlowalia, S., Patel, S., Anwar, S., Cama, G., Austin, S., Wilson, R., & Mannocci, F. (2013). Accuracy of CBCT for volumetric measurement of simulated periapical lesions. *International Endodontic Journal*, 46, (6), 538-546. doi:10.1111/iej.12023
- American Association of Endodontists (AAE), & American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology (AAOMR). (2011). Cone-beam computed tomography in endodontics. 1-7.
- American Dental Association (ADA). (2012). Medical x-ray imaging. The selection of patients for dental radiographic examinations. *Journal of American Dental Association*, 143, (8), 899-202.
- Andreasen, F., & Vestergaard, P. (1985). Prognosis of luxated permanent teeth - the development of pulp necrosis. *Endodontic of Dental Traumatology*, 1, (6), 207-220. doi:10.1111/j.1600-9657.1985.tb00583.x
- Andreasen, J. (1970). Luxation of permanent teeth due to trauma. A clinical and radiographic follow-up of 189 injured teeth. *Scandinavian Journal of Dental Research*, 78, (1-4), 235-239. doi:10.1111/j.1600-0722.1970.tb02074.x

## Relevância clínica do CBCT em endodontia

- Andreasen, J. O. (1987). Experimental dental traumathology: development of a model for external root resorption. *Endodontic Dental Traumathology*, 3, (6), 269-87. doi:10.1111/j.1600-9657.1987.tb00636.x
- Andreasen, J., & Andreasen, F. (2010). Root resorption following traumatic dental injuries. *Proceedings of the Finnish Dental Society, 1992, (88) Supl. 1*, 95-114.
- Andreasen, J., Ahrensburg, S., & Tsilingaridis, G. (2012). Root fractures: The influence of type of healing and location of fracture on tooth survival rates-on analysis of 492 cases. *Dental Traumathology*, 28, (5), 404-9. doi:10.1111/j.1600-9657.2012.01132.x
- Andreason, J., & Hjorting-Hansen, E. (1966a). Replantation of teeth. I. Radiographic and clinical study of 110 human teeth replanted after accidental loss. *Acta Odontologica Scandinavica*, 24, (3), 263-286.
- Andreason, J., & Hjorting-Hansen, E. (1966b). Replantation of teeth. II. Histological study of 22 replanted anterior teeth in humans. *Acta Odontologica Scandinavica*, 24, (3), 263-286.
- Andreason, J., Borum, M., Jacobson, H., & Andreason, F. (1995). Replantation of 400 avulsed permanent incisors. I. Diagnosis of healing complications. *Endodontic Dental Traumathology*, 11, (2), 51-58.
- Angelopoulos, C., Scarfe, W., & Farman, A. (2012). A comparisson of maxillofacial CBCT and medical CT. *Atlas of the Oral Maxillofacial Surgery*, 20, (1), 1-17. doi:10.1016/j.cxom.2011.12.008
- Angelopoulos, C., Thomas, S., Hechler, S., Parissis, N., & Hlavacek, M. (2008). Comparison between digital panoramic radiography and cone-beam computed tomography for the identification of the mandibular canal as part of presurgical dental implant assessment. *Journal of Oral Maxillofacial Surgery*, 66, (10), 2130-2135. doi:10.1016/j.joms.2008.06.021
- Arai, Y., Tammisalo, E., Iwai, K., Hashimoto, K., & Shimada, K. (1999). Development of a compact computed tomographic apparatus for dental use. *Dentomaxillofacial Radiology*, 28, (4), 245-248.

## Bibliografia

- Avsever, H., Gunduz, K., Orhan, K., Uzun, I., Ozmen, B., Egrioglu, E., & Midilli, M. (2013). Comparison of intra-oral radiology and cone-beam tomography for the detection of horizontal root fractures: an in vitro study. *Clinical Oral Investigation*, 18, (1), 285-292. doi:10.1007/s00784-013-0940-4
- Balasundaram, A., Shah, P., Hoen, M., Michelle, A., Wheeler, Bringas, S., . . . Geist, R. (2012). Comparison of cone-beam computed tomography and periapical radiography in predicting treatment decision for periapical lesions: a clinical study. *International Journal of Dentistry*, 920815. doi:10.1155/2012/920815
- Ballrick, J., Palomo, J., Ruch, E., Amberman, B., & Hans, M. (2008). Image distortion and spacial resolution of a commercially available cone-beam computed tomography machine. *American Journal of Orthodontics and Dentalfacial Orthopedics*, 134, (4), 573-82. doi:10.1016/j.ajodo.2007.11.025
- Baratto-Filho, F., Leonardi, D., Crozeta, B., Baratto, S., Campos, E., Tomazinho, F., & Deliberador, T. (2012). The challenges of treating a fused tooth. *Brazilian Dental Journal*, 23, (3), 256-262. doi:10.1590/S0103-64402012000300013
- Barton, D., Clark, S., Eleazor, P., Scheetz, J., & Farman, A. (2003). Tuned-aperture computed tomography versus parallax analog and digital radiography images in detecting second mesiobuccal canals in maxillary first molars. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 96, (2), 223-8.
- Bauman, R., Scarfe, W., Clark, S., Morelli, J., Schetz, J., & Farman, A. (2011). Ex vivo detection of mesio-buccal canals in maxillary molars using CBCT at four different isotropic voxel dimensions. *International Endodontics Journal*, 44, (8), 752-8. doi:10.1111/j.1365-2591.2011.01882.x
- Bechara, B., Mc Mahon, C., Noujein, M., Faddoul, T., Moore, W., Teixeira, F., & Geba, H. (2013). Comparison of cone beam CT scans with a enhanced photostimulated phosphor plate images in the detection of root fracture od endodontically treated teeth. *Dentomaxillofacial Radiology*, 42, (7), 20120404. doi:10.1259/dmfr.20120404
- Bender, I. (1997). Factors influencing the radiographic appearance of bony lesions. *Journal of Endodontics*, 23, (5), 5-14.

## Relevância clínica do CBCT em endodontia

- Bender, I., & Seltzer, S. (2003). Roentgenographic and direct observation of experimental lesions in bone: I. *Journal of Endodontics*, 29, (11), 702-706. doi:10.1097/00004770-200311000-00005
- Bender, I., Seltzer, S., & Soltanoff, W. (1996). Endodontic success reappraisal of criteria. II. *Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology*, 22, (6), 790-802.
- Berman, L., & Hartwell, G. (2006). Diagnosis. (*Pathways of the pulp*), (9th Ed.), 2-39. (S. Cohen, & K. Hargreaves, Edits.) St. Louis: Mosby (original publicado em 1976).
- Bernardes, R., de Moraes, I., Húngaro, D. M., Azevedo, B., de Azevedo, J., & Bramante, C. (2009). Use of cone-beam volumetric tomography in the diagnosis of root fracture. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics*, 108, (2), 270-7. doi:10.1016/j.tripleo.2009.01.017
- Bernardes, R., de Paulo, R., Pereira, L., Duarte, M., Ordinola-Zapata, R., & de Azevedo, J. (2012). Comparative study of cone beam computed tomography and intraoral periapical radiographs in diagnosis of lingual-simulated external root resorptions. *Dental Traumatology*, 28, (4), 268-272. doi:10.1111/j.1600-9657.2011.01113.x
- Bland, J., & Altman, D. (1986). Statistical methods for accessing agreement between two methods of clinical measurements. *Lancet*, 8, 307-10.
- Bornstein, M., Lauber, R., Sendi, P., & von Arx, T. (2011). Comparison of periapical radiography and limited cone beam computed tomography in mandibular molar for analysis for anatomical landmarks before apical surgery. *Journal of Endodontics*, 37, (2), 151-7. doi:10.1016/j.joen.2010.11.014
- Bornstein, M., Wölner-Hanssen, A., Sendi, P., & von Arx, T. (2009). Comparison of intraoral radiography and limited cone beam computed tomography for the assessment of root-fractured permanent teeth. *Dental Traumatology*, 25, (6), 571-577. doi:10.1111/j.1600-9657.2009.00833.x
- Brady, E., Mannocci, F., Brown, J., Wilson, R., & Patel, S. (2013). A comparison of cone beam computed tomography and perapical radiography for the detection of vertical root fractures in nonendodontically treated teeth. *International Endodontic Journal*, 47, (8), 735-46. doi:10.1111/iej.12209

## Bibliografia

- Brito-Júnior, M., Moreira-Júnior, G., Normanha, J., Faria-e-Silva, A., Camilo, C., Savioli, R., & Saquy, P. (2013). Midbuccal Canals of Maxillary Molars Evaluated by Cone-Beam Computed Tomography: Endodontic Management of Two Cases. *Brazilian Dental Journal*, 24, (6). Obtido em Junho de 2015, de <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6440201302358>
- Brown, J., Jacobs, R., Jaghagen, L., Lindhe, C., Baksi, G., Schulze, D., & Schulze, R. (2014). Basic training requirements for the use of dental CBCT by dentists: a position paper prepared by the European Academy of Dentalmaxillofacial radiology. *Dentalmaxillofacial Radiology*, 43, (1), 2013029. doi:10.1259/dinfr.20130291
- Brynolf, I. (1967). A histological and roentgenological study of the periapical region of human upper incisors. Thesis. *Odontologisk Revy*, 18, (11).
- Brynolf, I. (1970). Roentgenologic periapical diagnosis: IV. When is roentgenogram not sufficient? *Sven Tandlak Tidskr Journal*, 63, (6), 415-23.
- Castro, I., Alencar, A., Neto, J., & Estrela, C. (2013). Apical root resorption due to orthodontic treatment detected by cone beam computed tomography. *The Angle Orthodontist*, 83, (2), 196-203. doi:10.2319/032112-240.1
- Cevidanes, L., Steiner, M., & Proffit, W. (2006). Image analysis and superimposition of 3-Dimensional cone-beam computed tomography models. *American Journal Orthodontic Dentofacial Orthopedics*, 129, (5), 611-8.
- Chapnick, I. (1989). External root resorption an experimental radiographic evaluation. *Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology*, 67, (5), 578-82.
- Cheung, G., Wei, W., & McGrath, C. (2013). Agreement between periapical radiographs and cone-beam computed tomography for assessment of periapical status of root filled molar teeth. *International Endodontic Journal*, 46, (10), 889-95. doi:10.1111/iej.12076
- Christiansen, R., Kirkvang, L., Gotfredsen, E., & Wenzel, A. (2009). Periapical radiography and cone beam computed tomography for assessment of the periapical bone defect 1 week and 12 months after root-end resection. *Dentomaxillofacial Radiology*, 38, (8), 531-536. doi:10.1259/dmfr/63019695

## Relevância clínica do CBCT em endodontia

- Cianconi, L., Angotti, V., Felici, R., Conte, G., & Mancini, M. (2010). Accuracy of three electronic apex locators compared with digital radiography: an ex vivo study. *Journal of Endodontics*, 36, (12), 2003-7. doi:10.1016/j.joen.2010.08.036
- Clinicians Report. (2014). Cone Beam is Rapidly Becoming Standard of Care. *Clinicians Report*, 7, (3).
- Cohen, S., Blanco, L., & Berman, L. (2013). Vertical root fracture: clinical and radiographic diagnosis. *Journal of American Dental Association*, 134, (4), 434-41.
- Cohenca, N., Simon, J., Roges, R., Morag, Y., & Malfaz, J. (2007). Clinical indications for digital imaging in dento-alveolar traumathology. Part 1: traumatics injuries. *Dental Traumathology*, 23, (2), 95-104.
- Contreras, M. (2013). *Estudo comparativo cefalométrico de imagens bidimensionales y volumétricas obtenidas con tomografía computurizada de haz cónico*. Thesis Doctoral, Facultad de ciencias de la salud, Universidad Rey Juan Carlos, Madrid, Espanha.
- Costa, F., Gaia, B., Umetsubo, O., & Cavalcanti, M. (2011). Detection of horizontal root fracture with small-volume cone-beam computed tomography in the presence and absence of intracanal metallic post. *Journal of Endodontics*, 37, (10), 1456-9. doi:10.1016/j.joen.2011.05.040
- Costa, F., Gaia, B., Umetsubo, O., Pinheiro, L., & Tortamano, I. C. (2012). Use of large-volume cone-beam computed tomography in identification and localization of horizontal root fracture in the presence and absence of intracanal metallic post. *Journal of Endodontics*, 38, (6), 856-9. doi:10.1016/j.joen.2012.03.011
- Cotti, E., & Campisi, G. (2004). Advanced radiographic techniques for the detection of lesions in the bone. *Endodontic Topics*, 7, (1), 42-72. doi:10.1111/j.1601-1546.2004.00064.x
- Cotton, T., Geisler, T., Holden, D., Schwartz, S., & Shindler, W. (2007). Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography. *Journal of Endodontics*, 33, (9), 1121-32.

#### Bibliografia

- Crona-Larsson, G., Bjarnasan, S., & Norem, J. (1991). Effect of luxation injuries on permanent teeth. *Endodontic Dental Traumatology*, 7, (5), 199-206.
- Cvek, M., Tsilingaridis, G., & Andreasen, J. (2008). Survival of 534 incisors after intra-alveolar root fracture in patients aged 7-17 years. *Dental Traumatology*, 24, 379-87. doi:10.1111/j.1600-9657.2008.00701.x
- D'Addazio, P., Campos, C., Ozcan, M., Teixeira, H., Passoni, R., & Carvalho, A. (2011). A comparative study between cone-beam computed tomography and periapical radiographs in the diagnosis of simulated endodontic complications. *International Endodontic Journal*, 44, (3), 218-24. doi:10.1111/j.1365-2591.2010.01802.x
- Damstra, J., Fourie, Z., Huddleston-Slater, J., & Ren, Y. (2010). Accuracy of linear measurements from cone-beam computed tomography-derived surface models of different voxel sizes. *American Journal of Orthodontics and Dental Facial Orthopedics*, 137, (1), 16-7. doi:10.1016/j.ajodo.2009.06.016
- de Chevigny, C., Dao, T., Basrani, B., Marquis, V., Farzaneh, M., Abitbol, S., & Friedman, S. (2008). Treatment outcome in endodontics: the Toronto study--phase 4: initial treatment. *Journal of Endodontics*, 34, (3), 258-63. doi:10.1016/j.joen.2007.10.017
- Demirbuga, S., Sekerci, A., Dincer, A., Cayabatmaz, M., & Zorba, Y. (2013). Use of cone-beam computed tomography to evaluate root and canal morphology of mandibular first and second molars in Turkish individuals. *Medicina Oral, Patologia Oral y Cirugia Bucal*, 18, (4), e737-44.
- Dummer, P., McGinn, J., & Rees, D. (1984). The position and topography of the apical canal constriction and apical foramen. *International Endodontic Journal*, 17, (4), 192-198. doi:10.1111/j.1365-2591.1984.tb00404.x
- Durack, C., & Patel, S. (2011). The use of cone beam computed tomography in the management of dens invaginatus affecting a strategic tooth in a patient affected by hypodontia: a case report. *International Endodontic Journal*, 44, (5), 474-83. doi:10.1111/j.1365-2591.2011.01866.x
- Durack, C., & Patel, S. (2012). Cone-beam computed tomography in endodontics. *Brazilian Dental Journal*, 23, (3), 179-191.

## Relevância clínica do CBCT em endodontia

- Durack, C., Patel, S., Davies, J., Wilson, R., & Mannocci, F. (2011). Diagnostic accuracy of small volume cone beam computed tomography and intraoral periapical radiography for the detection of simulated external inflammatory root resorption. *International Endodontic Journal*, 44, (2), 136-147. doi:10.1111/j.1365-2591.2010.01819.x
- Eckerbom, M., & Magnusson, T. (1997). Evaluation of technical quality of endodontic treatment--reliability of intraoral radiographs. *Endodontic Dental Traumatology*, 13, (6), 259-64.
- Edlund, M., Nair, M., & Nair, U. (2011). Detection of vertical root fractures by using cone-beam computed tomography: a clinical study. *Journal of Endodontics*, 37, (6), 768-772. doi:10.1016/j.joen.2011.02.034
- ElAyouti, A., Weiger, R., & Löst, C. (2001). Frequency of overinstrumentation with an acceptable radiographic working length. *Journal of Endodontics*, 27, (1), 49-52.
- ElAyouti, A., Weiger, R., & Löst, C. (2002). The ability of root ZX apex locator to reduce the frequency of overestimated radiographic working length. *Journal of Endodontics*, 28, (2), 116-19.
- ENS. (1996). Obtido em Junho de 2015, de <https://www.euronuclear.org/info/encyclopedia/t/tissue-weight-factor.htm>
- Erdemir, A., Eldeniz, A., Ari, H., Belli, S., & Esener, T. (2007). The influence of irrigating solutions on the accuracy of the electronic apex locator facility in the Tri Auto ZX handpiece. *International Endodontic Journal*, 40, (5), 391-7.
- Eriksen, H. (1991). Endodontology--epidemiologic considerations. *Endodontics and Dental Traumatology*, 7, (5), 189-95.
- Estrela, C., Bueno, M., Azevedo, B., Azevedo, J., & Pécora, J. (2008). A new periapical index based on cone beam computed tomography. *Journal of Endodontics*, 34, (11), 1325-31. doi:10.1016/j.joen.2008.08.013
- Estrela, C., Bueno, M., de Alencar, A., Matar, R., Neto, J., Azevedo, B., & Estrela, C. (2009). Method to evaluate inflammatory root resorption by using cone beam computed tomography. *Journal of Endodontics*, 35, (11), 1491-7. doi:10.1016/j.joen.2009.08.009

## Bibliografia

- Estrela, C., Bueno, M., Leles, C., Azevedo, B., & Azevedo, J. (2008). Accuracy of cone beam computed tomography and panoramic and periapical radiography for the detection of apical periodontitis. *Journal of Endodontics*, *34*, (3), 273-9. doi:10.1016/j.joen.2007.11.023
- Estrela, C., Bueno, M., Porto, O., Rodrigues, C., & Pécora, J. (2009). Influence of intracanal post on apical periodontitis identified by cone-beam computed tomography. *Brazilian Dental Journal*, *20*, 370-375. Obtido em Junho de 2015, de <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-64402009000500003>
- Farman, A. (2005). ALARA still applies. *Oral Sugery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodonthology*, *100*, (4), 395-7.
- Farman, A., & Farman, T. (2005). A comparisson of 18 different x-ray detectors currently used in dentistry. *Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiiology and Endodonthology*, *99*, (4), 485-9.
- Fernandez, R., Cadavid, D., Zapata, M., Alvarez, G., & Restrepo, A. (2013). Impact of three radiographic methods in the outcome of nonsurgical endodontic treatment: A five-year follow-up. *Clinical Research. Journal of Endodontics*, *39*, (9), 1097-1103. doi:10.1016/j.joen.2013.04.002
- Fidanoski, B. (2007). Digital Dental Radiography. Obtido em Junho de 2015, de <http://www.fidanoski.ca/dentistry/digital-dental-radiography.htm>
- Flores, N., Andersson, I., Andreasen, J., Bakland, I., Malmgren, B., Barnett, F., . . . Von Arx, T. (2007a). Guidelines for the management of traumatic dental injuries. I. Fractures and luxations of permanent teeth. *Dental Traumatology*, *23*, (2), 66-71.
- Flores, N., Andersson, I., Andreasen, J., Bakland, I., Malmgren, B., Barnett, F., . . . Von Arx, T. (2007b). Guidelines for the management of traumatic dental injuries. II. Evaluation of permanent teeth. *Dental Traumatology*, *23*, (3), 130-6.
- Forrai, J. (2007). History of x-ray in dentistry. *Revista Clínica de Pesquisa Odontológica*, *5*, (3), 205-211.

## Relevância clínica do CBCT em endodontia

- Forsberg, J. (1987). Estimation of the root filling length with the paralleling and bisecting-angle techniques performed by undergraduate students. *International Endodontic Journal*, 20, (6), 202-6.
- Friedman, S. (2002). Prognosis in initial endodontic therapy. *Endodontic Topics*, 2, (1), 59-98. doi:10.1034/j.1601-1546.2002.20105.x
- Fryback, D., & Thornbury, J. (1991). The efficacy of diagnostic imaging. *Medical Decision Making*, 11, (2), 88-94.
- Garib, D., Raymundo, R., Raymundo, R., Raymundo, N., Raymundo, D., & Ferreira, S. (2007). Tomografia computadorizada de feixe cônico (Cone beam): entendendo este novo método de diagnóstico por imagem com promissora aplicabilidade na Ortodontia. *Revista Dental Press Ortodontia e Ortopedia Facial*, 12, (2), 139-56. Obtido em Junho de 2015, de <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-54192007000200018>
- Ghom, A. (2008). Textbook of Oral Radiology. p 107. New Delhi, India: Elsevier.
- Gibels, F., Jacobs, R., Sandrink, G., De Smet, E., Nowak, B., Van Dam, J., & Van Steenberg, D. (2002). A comparisson of the effective dose from scanography with periapical radiography. *Dentalmaxillofacial Radiology*, 31, (3), 159-63. doi:10.1038/sj/dmfr/4600683
- Givol, N., Rosen, E., Taichers, S., & Tsesis, I. (2010). Risk management in endodontics. *Journal of Endodontics*, 36, (6), 982-984. doi:10.1016/j.joen.2010.03.030
- Goldberg, F., Frajlich, S., Kuttler, S., Manzur, E., & Briseño-Marroquín, B. (2008). The evaluation four electronic apex locators in teeth with simulated horizontal oblique root fractures. *Journal of Endodontics*, 34, (12), 1497-9. doi:10.1016/j.joen.2008.09.002
- Gomes, S., Oliver, R., Macouzet, C., Mercadé, M., Roig, M., & Duran-Sindreu, F. (2012). In vivo evaluation of the Raypex 5 by using different irrigants. *International Endodontic Journal*, 38, (8), 1075-7. doi:10.1016/j.joen.2012.05.018
- Gordon, M., & Chandler, N. (2004). Electronic apex locators. *International Endodontic Journal*, 37, 425-37.

#### Bibliografia

- Green, D. (1955). A stereo-binocular microscopic study of the root apices and surrounding areas of 100 mandibular molars: Preliminary study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 8, (12), 1298-304. doi:10.1016/0030-4220(55)90434-5
- Grondahl, H.-G., & Huuonen, S. (2004). Radiographic manifestations of periapical inflammatory lesions. *Endodontic Topics*, 8, (1), 55-57. doi:10.1111/j.1601-1546.2004.00082.x
- Gulabivala, K., & Stock, C. (2004). Root canal system preparation. Em K. Gulabivala, C. Stock, & R. Walker, *Endodontics* (3 ed., pp. 142-4). Edinburgh, New York: Elsevier, Mosby.
- Haffner, C., Folwaczny, M., Galler, K., & Hickel, R. (2005). Accuracy of electronic apex locators in comparison to actual length - an in vivo study. *Journal of Dentistry*, 33, (8), 619-25.
- Hassan, B., Metska, M., Ozok, A., van der Stelt, P., & Wesselink, P. (2009). Detection of vertical root fractures in endodontically treated teeth by a cone beam computed tomography scan. *Journal of Endodontics*, 35, (5), 719-22. doi:10.1016/j.joen.2009.01.022
- Hassan, B., Metska, M., Ozok, A., van der Stelt, P., & Wesselink, P. (2010). Comparison of five cone-beam computed tomography systems for the detection of vertical root fractures. *Journal of Endodontics*, 36, (1), 126-9. doi:10.1016/j.joen.2009.09.013
- Howerton, J. W., & Mora, M. (2008). Advancements in digital imaging. What is new and on the horizon? *Journal of American Dental Association*, 139, Suppl: 20S-24S.
- ICRP. (1996). Tissue weighting factor. *60 EU BSS*. Obtido em Junho de 2015, de <http://www.euronuclear.org/>
- ICRP Publication 103. (2007). The 2007 recommendations of the international commission on radiological protection. *Annals of the International Commission of the Radiological Protection*, 37, 1-34.

## Relevância clínica do CBCT em endodontia

- Ilguy, D., Ilguy, M., Fisekcioglu, E., & Bayirli, G. (2009). Detection of jaw and root fractures using cone beam computed tomography: a case report. *Dentomaxillofacial Radiology*, 38, (3), 169-73. doi:10.1259/dmfr/54020205
- International Association of Dental Traumatology (IADT). (2012). International association of dental traumatology guidelines for the management of traumatic dental injuries: I. Fractures and luxations of permanent teeth. *Dental Traumatology*, 28, 2-12.
- Jacobsohn, P., & Fedran, R. (1995). Making darkness visible: the discovery of X-ray and its introduction to dentistry. *The Journal of the American Dental Association*, 126, (10), 1359-1367.
- Janner, S., Jeger, F., Lussi, A., & Bornstein, M. (2011). Precision of endodontic working length measurements: a pilot investigation comparing cone-beam computed tomography scanning with standard measurement techniques. *Journal of Endodontics*, 37, (8), 1046-51. doi:10.1016/j.joen.2011.05.005
- Jeger, F., Janner, S., M.M., B., & Lussi, A. (2012). Endodontic working length measurement with preexisting cone-beam computed tomography scanning: a prospective, controlled clinical study. *Journal of Endodontics*, 38, (7), 884-8. doi:10.1016/j.joen.2012.03.024
- Jung, I., Yoon, B., Lee, S., & Lee, S. (2011). Comparison of the reliability of "0.5" and "APEX" mark measurements in two frequency-based electronic apex locators. *Journal of Endodontics*, 37, (1), 49-52. doi:10.1016/j.joen.2010.08.048
- Junqueira, R., Verner, F., Campos, C., Devito, K., & do Carmo, A. (2013). Detection of vertical root fractures in the presence of intracanal metallic post: a comparison between periapical radiography and cone beam computed tomography. *Journal of Endodontics*, 39, (12), 1620-4. doi:10.1016/j.joen.2013.08.031
- Kambungton, J., Janhom, A., Prapayasadok, S., & Pongsiriwet, S. (2012). Assessment of vertical roots fractures using three imaging modalities: cone-beam CT intraoral digital radiography and film. *Dentomaxillofacial Radiology*, 41, (2), 91-5. doi:10.1259/dmfr/49798768

#### Bibliografia

- Kamburoğlu, K., & Kurson, S. (2010). A comparison of the diagnostic accuracy of CBCT images of different voxel resolutions used to detect simulated small internal resorption cavities. *International Endodontic Journal*, *43*, (9), 798-807. doi:10.1111/j.1365-2591.2010.01749.x
- Kamburoğlu, K., Ilker Cebeci, A., & Grondhal, H. (2009). Effectiveness of limited cone-beam computed tomography in the detection of horizontal root fracture. *Dental Traumatology*, *25*, (3), 256-61. doi:10.1111/j.1600-9657.2009.00770.x
- Kamburoğlu, K., Kursun, S., Yuksel, S., & Oztas, B. (2011). Observer ability to detect ex vivo simulated internal or external cervical root resorption. *Journal of Endodontics*, *37*, (2), 168-75. doi:10.1016/j.joen.2010.11.002
- Kamburoğlu, K., Murat, S., Kiliç, C., Yuksel, S., Avsever, H., Farman, A., & Scarfe, W. (2014). Accuracy of CBCT images in the assessment of buccal marginal alveolar peri-implant defects: Effect of field of view. *Dentomaxillofacial Radiology*, *43*, (4), 20130332. doi:10.1259/dmfr.20130332
- Kamburoğlu, K., Murat, S., Yüksel, S., Cebeci, A., & Horasan, S. (2010). Detection of vertical root fractures using cone-beam computerized tomography. An in vitro assessment. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*, *109*, (2), e74-81. doi:10.1016/j.tripleo.2009.09.005
- Kamburoğlu, K., Yeta, N., & Yulmazm, F. (2015). An ex vivo comparison of diagnostic accuracy of cone-beam computed tomography and periapical radiography in the detection of furcal perforations. *Journal of Endodontics*, *41*, (5), 696-702. doi:10.1016/j.joen.2014.12.014
- Kaneko, T., Sakaue, H., Okiji, T., & Suda, H. (2011). Clinical management of dens invaginatus in a maxillary lateral incisor with the aid of cone-beam computed tomography--a case report. *Dental Traumatology Journal*, *27*, (6), 478-483. doi:10.1111/j.1600-9657.2011.01021.x
- Khedmat, S., Rouhi, N., Drage, N., Shokouhinejad, N., & Nekoofar, M. (2012). Evaluation of three imaging techniques for the detection of vertical root fractures in the absence and presence of *gutta-percha* root fillings. *International Endodontic Journal*, *45*, 1004-9.

## Relevância clínica do CBCT em endodontia

- Kiarudi, H., Eghbal, J., Safi, Y., Aghdasi, M., & Fazlyab, M. (2015). The applications of Cone-Beam Computed Tomography in endodontics: A review of literature. *Iranian Endodontic Journal*, *10*, (1), 16-25.
- Kim, T., Caruso, J., Christensen, H., & Torabinejad, M. (2010). A comparison of cone-beam computed tomography and direct measurement in the examination of the mandibular canal and adjacent structures. *Journal of Endodontics*, *36*, (7), 1191-1194. doi:10.1016/j.joen.2010.03.028
- Komatsu, K., Abe, Y., Yoshioka, T., Ishimura, H., Ebihara, A., & Suda, H. (2014). Differential diagnosis of vertical root fractures using reconstructed three-dimensional models of bone defects. *Dentomaxillofacial Radiology*, *43*, (8), 20140256. doi:10.1259/dmfr.20140256
- Kottoor, J., Velmurugan, N., Sudha, R., & Hemamalathi, S. (2010). Maxillary first molar with seven root canals diagnosed with cone-beam computed tomography scanning: a case report. *Journal of Endodontics*, *36*, (5), 915-21. doi:10.1016/j.joen.2009.12.015
- Krupinski, E., & Jiang, Y. (2008). Anniversary paper: evaluation of medical imaging systems. *Medical Physics*, *35*, (2), 645-59. doi:10.1118/1.2830376
- Kundel, H., & Revesz, G. (1976). Lesion conspicuity, structured noise, and film reader error. *American Journal of Roentgenology*, *126*, (6), 1233-8.
- Kuttler, Y. (1955). Microscopic investigation of root apexes. *Journal of the American Dental Association*, *50*, (5), 544-52.
- Langland, O., & Langlais, R. (1995). Early pioneers of oral and maxillofacial radiology. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, *80*, (5), 496-511.
- Lauber, R., Bornstein, M., & Arx von, T. (2012). Cone beam computed tomographic in mandibular molars referred for apical surgery. *Schweiz Monatschr, Zahnmed*, *122*, (1), 12-24.

#### Bibliografia

- Lennon, S., Patel, S., Foschi, F., Wilson, R., Davies, J., & Mannocci, F. (2011). Diagnostic accuracy of limited-volume cone-beam computed tomography in the detection of periapical bone loss: 360° scans versus 180° scans. *International Endodontic Journal*, *44*, (12), 1118-1127. doi:10.1111/j.1365-2591.2011.01930.x
- Liang, R., Wu, J., Wu, Y., Smales, R., Hu, M., Yu, J., & Zhang, G. (2012). Bilateral maxillary fused second and third molars: a rare occurrence. *International Journal of Oral Science*, *4*, (4), 231-234. doi:10.1038/ijos.2012.62.
- Liang, Y., Jiang, I., Gao, X., Shemesh, H., Wesselink, P., & Wu, M. (2014). Detection and measurement of artificial periapical lesions by cone-beam computed tomography. *International Endodontic Journal*, *47*, (4), 332-8. doi:10.1111/iej.12148
- Liang, Y., Jiang, L., Jiang, L., Chen, X., Liu, Y., Tian, F. B., . . . van der Sluis, L. (2013). Radiographic healing after a root canal treatment performed in single-rooted teeth with and without ultrasonic activation of the irrigant: a randomized controlled trial. *Journal of Endodontics*, *39*, (10), 1218-25. doi:10.1016/j.joen.2013.06.024
- Liang, Y., Li, G., Wesselink, P., & Wu, M. (2011). Endodontic outcome predictors identified with periapical radiographs and cone-beam computed tomography scans. *Journal of Endodontics*, *37*, (3), 326-31. doi:10.1016/j.joen.2010.11.032
- Lofthag-Hansen, S., Huuonen, S., Grondahl, K., & Grondahl, H.-G. (2007). Limited Cone-Beam CT and intraoral radiography for the diagnosis of periapical pathology. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, *103*, (1), 114-9.
- López, U., Kopper, P., Cuicco, C., Bona, D., Figueiredo, P., & Pelisser-V.V.F. (2014). Accuracy of cone-beam computed tomography and periapical radiography in apical periodontitis diagnosis. *Journal of Endodontics*, *40*, (12), 2057-2060. doi:10.1016/j.joen.2014.09.003
- Loubele, M., Bogaerts, R., Van Dijck, E., Powels, R., Vanheusden, S., & Suetens, P. (2009). Comparison between effective radiation doses of CBCT and MSCT scanners for dentomaxillofacial applications. *European Journal of Radiation*, *71*, (3), 461-8. doi:10.1016/j.ejrad.2008.06.002

## Relevância clínica do CBCT em endodontia

- Low, K., Dula, K., Burgin, W., & Arx von, T. (2008). Comparison of periapical radiography and limited cone-beam tomography in posterior maxillary teeth referred for apical surgery. *Journal of Endodontics*, *34*, (5), 557-62. doi:10.1016/j.joen.2008.02.022
- Ludlow, J. (2008). Dosimetry of the Kodak 9000 3D small FOV CBCT and panoramic units. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*, *107*, (4), 29.
- Ludlow, J., & Ivanovic, M. (2008). Comparative dosimetry of dental CBCT devices and 64-slice CT for oral and maxillofacial radiology. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*, *106*, (1), 106-14. doi:10.1016/j.tripleo.2008.03.018
- Ludlow, J., Davies-Ludlow, L., Brooks, S., & Howeron, W. (2006). Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3G and i-CAT. *Dentomaxillofacial Radiology*, *35*, (4), 219-26.
- Maret, D., Peters, A., Galibourg, A., Dumoncel, J., Esclassen, R., Kahn, L., . . . Telmon, N. (2014). Comparisson of the accuracy of 3-dimensional cone-beam computed tomographic and micro-computed tomography reconstructions by using different voxel sizes. *Journal of Endodontics*, *40*, (9), 1321-1326. Obtido em Junho de 2015, de <http://dx.doi.org/10.16/j.joen.2014.04.014>
- Matherne, R., Angelopoulos, C., Kulild, J., & Tira, D. (2008). Use of cone-beam computed tomography to identify root canal systems in-vitro. *Journal of Endodontics*, *34*, (1), 87-9.
- May, J., Cohenca, N., & Peters, O. (2013). Contemporary management of horizontal root fractures to the permanent dentition: diagnosis--radiologic assessment to include cone-beam computed tomography. *Pediatric Dentistry*, *35*, (2), 120-4.
- McClammy, T. (2014). Endodontic applications of cone beam computed tomography. *Dental Clinics of North America*, *58*, (3), 545-559. doi:10.1016/j.cden.2014.03.004
- Meena, N., & Kowsky, R. (2014). Applications of Cone Beam Computed Tomography in Endodontics: A Review. *Dentistry*, *4*, (7), 1000242. doi:10.4172/2161-1122.1000242

## Bibliografia

- Melo, S., Bortoluzzi, E., Abreu, M. J., Corrêa, L., & Corrêa, M. (2010). Diagnostic ability of a cone-beam computed tomography scan to assess longitudinal root fractures in prosthetically treated teeth. *Journal of Endodontics*, *36*, (11), 1879-1882. doi:10.1016/j.joen.2010.08.025
- Metska, M., Aartman, I., Wesselink, P., & Özok, A. (2012). Detection of vertical root fractures in vivo in endodontically treated teeth by cone-beam tomography scans. *Journal of Endodontics*, *38*, (10), 1344-7. doi:10.1016/j.joen.2012.05.003
- Michetti, T., Maret, D., Mallet, J., & Diemer, F. (2010). Validation of cone beam computed tomography as a tool to explore root canal anatomy. *Journal of Endodontics*, *36*, (7), 1187-1190. doi:10.1016/j.joen.2010.03.029
- Miraclea, A., & Mukherjia, S. (2009). Conebeam CT of the head and neck, part 1: physical principles. *American Journal of Neuro Radiology*, *30*, (6), 1088-95. doi:10.3174/ajnr.A1653
- Miyagaki, D., Marion, J., & Randi Ferraz, C. (2013). Diagnosis of Vertical Root Fracture with Cone-Beam Computerized Tomography in Endodontically Treated Teeth: Three Case Reports. *Iranian Endodontic Journal*, *8*, (2), 75-9.
- Mol, A. (2004). Imaging methods in periodontology. *Periodontology 2000*, *34*, 34-48.
- Molen, A. (2010). Considerations in the use of cone beam computed tomography for buccal bone measurements. Author information. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, *137*, (4), S130-5. doi:10.1016/j.ajodo.2010.01.015
- Mora, M., Mol, A., Tyndall, D., & Rivera, E. (2007). In vitro assessment of local computed tomography for the detection of longitudinal tooth fractures. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics*, *103*, (6), 825-9.
- Morgan, R. (1966). Visual perception in fluoroscopy and radiography. Annual oration in memory of John D. Reeves Jr. MD, 1924-1964. *Radiology*, *86*, (3), 403-16. Obtido em Junho de 2015, de <http://dx.doi.org/10.1148/86.3.403>

## Relevância clínica do CBCT em endodontia

- Moshiri, M., Scarfe, W., Hilgers, M., Scheetz, J., Silveira, A., & Farman, A. (2007). Accuracy of linear measurements from imaging plate and lateral cephalometric images derived from cone-beam computed tomography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 132, (4), 550-560. doi:10.1016/j.ajodo.2006.09.046
- Mota de Almeida, F., Knutsson, K., & Flygare, L. (2014). The impact of cone beam computed tomography on the choice of endodontic diagnosis. *International Endodontic Journal*, 48, (6), 564-572. doi:10.1111/iej.12350
- Moura, M., Guedes, O., De Alencar, A., Azevedo, B., & Estrela, C. (2009). Influence of length of root canal obturation on apical periodontitis detected by periapical radiography and cone beam computed tomography. *Journal of Endodontics*, 35, (6), 805-809. doi:10.1016/j.joen.2009.03.013
- Mozzo, P., Procacci, C., Toccani, A., Martini, P., & Andreis, I. (1999). A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. *European Radiology*, 8, (9), 1558-1564.
- Nance, R., Tyndall, D., Levin, L., & Trope, M. (2000). Identification of root canals in molars by tuned-aperture computed tomography. *International Endodontic Journal*, 33, (4), 392-6.
- Narayana, P., Hartwell, G., Wallace, R., & Nair, U. (2012). Endodontic clinical management of a dens invaginatus case by using a unique treatment approach: a case report. *Journal of Endodontics*, 38, (8), 1145-1148. doi:10.1016/j.joen.2012.04.020
- Nayak, G., Shetty, S., & Shekhar, R. (2014). Asymmetry in mesial root number and morphology in mandibular second molars: a case report. *Restorative Dentistry and Endodontics*, 39, (1), 45-50. doi:10.5395/rde.2014.39.1.45
- Neelakantan, P., Subbarau, C., Ahuja, R., Subbarau, C., & Gutmann, J. (2010). Cone-beam computed tomography study of root and canal morphology of maxillary first and second molars in an Indian population. *Journal of Endodontics*, 36, (10), 1622-7. doi:10.1016/j.joen.2010.07.006

## Bibliografia

- Neves, F., Freitas, D., Campos, P., Ekestubbe, A., & Lofthag-Hansen, S. (2014). Evaluation of the cone beam computed tomography in the diagnosis of vertical root fractures: the influence of imaging modes and root canal materials. *Journal of Endodontics*, 40, (10), 1530-1536. doi:10.1016/j.joen.2014.06.012
- Ng, Y., Mann, V., & Gulabivala, K. (2008). Outcome of secondary root canal treatment: sistematic review of the literature. *International Endodontics Journal*, 41, (12), 1026-46. doi:10.1111/j.1365-2591.2008.01484.x
- Ng, Y., Mann, V., & Gulabivala, K. (2011). A prospective study of the factors affecting outcomes of nonsurgical root canal treatment: Part I: Periapical health. *International Endodontic Journal*, 44, (7), 583-609. doi:10.1111/j.1365-2591.2011.01872.x
- Ng, Y., Mann, V., Rahbaran, S., Lewsey, J., & Gulabivala, K. (2008). Outcome of primary root canal treatment: systematic review of the literature -- Part 2. Influence of clinical factors. *International Endodontic Journal*, 41, (1), 6-31.
- Orstavik, D., Kerekes, K., & Eriksen, H. (1986). The periapical index: a scoring system for radiographic assessment of apical periodontitis. *Endodontics and Dental Traumatology*, 2, (1), 20-34.
- Ozer, S. (2010). Detection of vertical root fractures of different thicknesses in endodontically enlarged teeth by cone beam computed tomography versus digital radiography. *Journal of Endodontics*, 36, (7), 1245-1249. doi:10.1016/j.joen.2010.03.021
- Ozer, S. (2011). Detection of vertical root fractures by using cone beam computed tomography with variable voxel sizes in an in vitro model. *Journal of Endodontics*, 37, (1), 75-9. doi:10.1016/j.joen.2010.04.021
- Paes da Silva, R., Ordinola-Zapata, R., Húngaro, M., & Capezola, A. (2012). Prevalence of apical periodontitis detected in cone beam CT images of a Brazilian subpopulation. *Dentomaxillofacial Radiology*, 42, (1), 80179163. doi:10.1259/dmfr/80179163
- Palomo, J., Rao, P., & Hans, M. (2008). Influence of CBCT exposure conditions on radiation dose. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*, 105, (6), 773-82. doi:10.1016/j.tripleo.2007.12.019

## Relevância clínica do CBCT em endodontia

- Patel, S. (2009). New dimensions in endodontics imaging: Part 2. Cone Beam Computer Tomographic. *International Endodontic Journal*, 42, (6), 463-475. doi:10.1111/j.1365-2591.2008.01531.x
- Patel, S. (2010). The use of cone beam computed tomography in the conservative management of dens invaginatus: a case report. *International Endodontic Journal*, 43, (8), 707-713. doi:10.1111/j.1365-2591.2010.01734.x
- Patel, S., Brady, E., Wilson, R., Brown, J., & Mannocci, F. (2013). The detection of vertical root fractures in root filled teeth with periapical radiographs and CBCT scans. *International Endodontic Journal*, 46, (12), 1140-1152. doi:10.1111/iej.12109
- Patel, S., Dawood, A., Ford, T., & Whaites, E. (2007). The potential applications of cone beam computed tomography in the management of endodontic problems. *International Endodontic Journal*, 40, (10), 818-30.
- Patel, S., Dawood, A., Mannocci, F., Wilson, R., & Ford, T. (2009). Detection of periapical bone defects in human jaws using cone beam computed tomography and intraoral radiography. *International Endodontic Journal*, 42, (6), 507-15. doi:10.1111/j.1365-2591.2008.01538.x
- Patel, S., Dawood, A., Whaites, E., & Ford, T. (2009). New dimensions in endodontic imaging. Part 1. Conventional and alternative radiographic systems. *International Endodontic Journal*, 42, (6), 447-462. doi:10.1111/j.1365-2591.2008.01530.x
- Patel, S., Dawood, A., Wilson, R., Horner, K., & Mannocci, F. (2009). The detection and management of root resorption lesions using intraoral radiography and cone beam computed tomography - an in vivo investigation. *International Endodontic Journal*, 42, (9), 831-838. doi:10.1111/j.1365-2591.2009.01592.x
- Patel, S., Durack, C., Abella, F., Roig, M., Shemesh, H., Lembrechts, P., & Lemberg, K. (2014). European Society of Endodontology position statement: the use of CBCT in endodontics. *International Endodontic Journal*, 47, 502-504. doi:10.1111/iej.12267

#### Bibliografia

- Patel, S., Durack, C., Abella, F., Roig, M., Shemesh, H., Lambrechts, P., & Lemberg, K. (2015). Cone beam computed tomography in Endodontics – a review. *International Endodontic Journal*, 48, (1), 3-15. doi:10.1111/iej.12270
- Patel, S., Mannocci, F., Shemesh, H., Wu, K.-M., Wesslink, P., & Lambrechts, P. (2011). Radiographs and CBCT. Time for a reassessment? *International Endodontic Journal*, 44, (10), 887-8. doi:10.1111/j.1365-2591.2011.01936.x
- Patel, S., Ricucci, D., Durak, C., & Tay, F. (2010). Internal root resorption: a review. *Journal of Endodontics*, 36, (7), 1107-21. doi:10.1016/j.joen.2010.03.014
- Patel, S., Wilson, R., Dawood, A., & Mannocci, F. (2012a). The detection of periapical pathosis using periapical radiography and cone beam computed tomography - part 1: pre-operative status. *International Endodontic Journal*, 45, (8), 702-10. doi:10.1111/j.1365-2591.2011.01989.x
- Patel, S., Wilson, R., Dawood, A., Foschi, F., & Mannocci, F. (2012b). The detection of periapical pathosis using digital periapical radiography and cone beam computed tomography - Part 2: a 1-year post-treatment follow-up. *International Endodontic Journal*, 45, (8), 711-23. doi:10.1111/j.1365-2591.2012.02076.x
- Paula-Silva, F., Hassan, B., Bezerra da Silva, L., Leonardo, M., & Wu, M. (2009). Outcome of root canal treatment in dogs terminated by periapical radiography and cone-beam computed tomography scans. *Journal of Endodontics*, 35, (5), 723-726. doi:10.1016/j.joen.2009.01.023
- Paula-Silva, F., Júnior, M., Leonardo, M., Consolaro, A., LAB, & Preto, R. (2009a). Cone-beam computerized tomographic, radiographic, and histologic evaluation of periapical repair in dogs' post-endodontic treatment. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 108, (5), 796-805. doi:10.1016/j.tripleo.2009.06.016
- Pauwels, R., Beinsbergera, J., Collaert, B., & et\_al. (2012). Effective dose range for dental cone beam computed tomography scanners. *European Journal of Radiology*, 81, (2), 267-71. doi:10.1016/j.ejrad.2010.11.028

## Relevância clínica do CBCT em endodontia

- Petersson, A., Axelsson, S., Davidson, T., Frisk, F., Hakeberg, M., Kvist, T., . . .  
Bergenholtz, G. (2012). Radiological diagnosis of periapical bone tissue lesions  
in endodontics: a systematic review. *International Endodontic Journal*, 45, (9),  
783-801. doi:10.1111/j.1365-2591.2012.02034.x
- Pineda, F. (1973). Roentgenographic investigation of the mesiobuccal root of the  
maxillary first molar. *Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology*, 36, (2),  
253-60.
- Plotino, J., Tocci, L., Grande, N., Testarelli, L., Messineo, D., Ciotti, M., . . . Gambarini,  
G. (2013). Symmetry of root and root canal morphology of maxillary and  
mandibular molars in a white population: A cone beam computed tomographic  
study in vivo. *Journal of Endodontics*, 39, (12), 1544-8.  
doi:10.1016/j.joen.2013.09.012
- QR, s. (1994). 20st Anniversary of the 1st dental CBCT complete scan. Obtido em  
Junho de 2015, de <http://www.newtom.it/it/news-ed-eventi/news/2014/20deg-anniversary-of-the-1deg-dental-cbct-complete-scan>
- Ramamurthy, R., Scheetz, J., Clark, S., & Farman, A. (2006). Effects of imaging system  
and exposure on accurate detection of the second mesio-buccal canal in  
maxillary molar teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral  
Radiology and Endodontology*, 102, (6), 796-802.
- Real, D., Davidowicz, H., Moura-Netto, C., Zenkner, C. d., Pagliarin, C., Barletta, F., &  
de Moura, A. (2011). Accuracy of working length determination using 3  
electronic apex locators and direct digital radiography. *Oral Surgery, Oral  
Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics*, 111, (3), e44-9.  
doi:10.1016/j.tripleo.2010.10.033
- Reis, A., Graziotin-Soares, R., Barletta, F., Fontanella, V., & Mahl, C. (2013). Second  
Canal in Mesiobuccal Root of Maxillary Molars Is Correlated with Root Third  
and Patient Age: A Cone-beam Computed Tomographic Study. *Journal of  
Endodontics*, 39, (5), 588-592. doi:10.1016/j.joen.2013.01.003
- Revesz, G., Kundel, H., & Graber, M. (1974). The influence of structured noise on the  
detection of radiologic abnormalities. *Investigative Radiology*, 9, (6), 479-86.

#### Bibliografia

- Riccucci, D. (1998). Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 1. Literature review. *International Endodontic Journal*, 31, (6), 384-93.
- Riccucci, D., & Langeland, K. (1998). Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 2. A historical study. *International Endodontic Journal*, 31, (6), 394-409.
- Riccucci, D., Russo, J., Rutberg, M., Burleson, J., & Spångberg, L. (2011). A prospective cohort study of endodontic treatment of 1369 root canals: results after 5 years. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics*, 112, (6), 825-842. doi:10.1016/j.tripleo.2011.08.003
- Rigolone, M., Pasqualini, D., Bianchi, L., Berutti, E., & Bianchi, S. (2003). Vestibular surgical access to the palatine root of the superior first molar: "low-dose cone-beam" CT analysis of the pathway and its anatomic variations. *Journal of Endodontics*, 29, (11), 773-5.
- Ritter, L., Mischkowsky, R., Newgebauer, J., Dreiseidler, T., Scheer, M., & Zoller, J. (2009). The influence of body mass index, age, implants, and dental restorations on image quality of cone beam computed tomography. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*, 108, (3), e108-16. doi:10.1016/j.tripleo.2009.05.011
- Roberts, J., Drag, N., Davies, J., & Thomas, D. (2009). Effective dose from cone beam CT examinations in dentistry. *British Journal of Radiology*, 82, (973), 35-40. doi:10.1259/bjr/31419627
- Rud, J., & Omnell, K. (1970). Root fractures due to corrosion. Diagnostic aspects. *Scandinavian Journal Dental Research*, 78, (5), 397-403.
- Rudolf, D., & White, S. (1988). Film-holding instruments for intraoral subtraction radiography. *Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology*, 65, (6), 767-772.
- Ruprecht, A. (2008). Oral and maxillofacial radiology: then and now. *The Journal of America Dental Association*, 139, Suppl: 5S-6S.
- Scarfe, C., & Farman, G. (2008). What is cone-beam CT and how does it work. *Dental Clinics of North America*, 52, 707-730.

## Relevância clínica do CBCT em endodontia

- Scarfe, W., Farman, A., & Skovic, P. (2006). Clinical application of cone beam computer tomographic in dental practice. *Journal Canadian Dental Association*, 72, (1), 75-80.
- Scarfe, W., Levin, N., Gane, D., & Farman, A. (2009). Use of cone beam computer tomography in endodontics. *International Journal of Dentistry*, 634567. doi:10.1155/2009/634567
- Schwartz, S., & Foster, J. (1971). Roentgenographic interpretation of experimentally produced bony lesions. Part I. *Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology*, 32, (4), 606-12. doi:10.1016/0030-4220(71)90326-4
- SEDENTEX CT. (2012). European Comission, radiation protection N172: Cone Beam CT for dental and maxillofacial radiology. Evidence based guidelines. A report prepared by the Sedentex CT Project 2011. Obtido em Junho de 2015, de [http://www.sedentexct.eu/files/guidelines\\_final.pdf](http://www.sedentexct.eu/files/guidelines_final.pdf)
- SEDENTEX Project. (2011). Radiation protection 172, evidence based guidelines on cone beam CT for dental and maxillofacial radiology. Obtido em Junho de 2015, de <http://www.sedentexct.eu/content/guidelines-cbct-dental-and-maxillofacial-radiology>
- Seltzer, S., Bender, I., & Turkenkopf, S. (1963). Factors affecting sucessful repair after root canal therapy. *Journal of the American Dental Association*, 67, 651-62.
- Shahbazian, M., Vandewoude, C., Wyatt, J., & Jacobs, R. (2013). Comparative assessment of periapical radiography and CBCT imaging for radiodiagnostics in the posterior maxilla. *Odonthology 2013*, 103, (1), 97-104. doi:10.1007/s10266-013-0144-z
- Shekhar, V., & Shashikala, K. (2013). Cone Beam Computed Tomography Evaluation of the Diagnosis, Treatment Planning, and Long-Term Followup of Large Periapical Lesions Treated by Endodontic Surgery: Two Case Reports. *Case Reports in Dentistry 2013*, 564392. Obtido em Junho de 2015, de <http://dx.doi.org/10.1155/2013/564392>

#### Bibliografia

- Silva, J., de Alencar, A., da Rocha, S., Lopes, L., & Estrela, C. (2012). Three-dimensional image contribution for evaluation of operative procedural errors in endodontic therapy and dental implants. *Brazilian Dental Journal*, 23, (2), 127-34.
- Silveira, F., Vizotto, B., Liedke, S., Silveira, D., Montagner, F., & Silveira, D. (2013). Detection of vertical root fractures by conventional radiographic examination and cone-beam computed tomography-an-in-vitro analysis. *Dental Traumatology*, 29, (1), 41-6. doi:10.1111/j.1600-9657.2012.01126.x
- Soğur, E., Grondahl, H., Baksi, B., & Mert, A. (2012). Does a combination of two radiographs increase accuracy in detecting acid-induced periapical lesions and does it approach the accuracy of cone-beam computed tomography scanning? *Journal of Endodontics*, 38, (2), 131-6. doi:10.1016/j.joen.2011.10.013
- Song, C., Chang, H., & Min, K. (2010). Endodontic management of supernumerary tooth fused with maxillary first molar by using cone-beam computed tomography. *Journal of Endodontics*, 36, (11), 1901-4. doi:10.1016/j.joen.2010.08.026
- Spin-Netto, R., Gotfredsen, E., & Wenzel, A. (2013). Impact of voxel size variation on CBCT-based diagnostic outcome in dentistry: a systematic review. *Journal of Digital Imaging*, 26, (4), 813-20. doi:10.1007/s10278-012-9562-7
- Starvopoulos, A., & Wenzel, A. (2007). Accuracy of cone beam dental CT, intraoral digital and conventional film radiography for the detection of periapical lesions. An ex vivo study in pig jaws. *Clinical Oral Investigation*, 11, (1), 101-6.
- Stöber, E., de Ribot, J., Mercadé, M., Vera, J., Bueno, R., Roig, M., & Duran-Sindreu, F. (2011). Evaluation of the Raypex 5 and the Mini Apex Locator: an in vivo study. *Journal of Endodontics*, 37, (10), 1349-52. doi:10.1016/j.joen.2011.06.021
- Stoll, R., Urban-Klein, B., Roggendorf, M., Jablonski-Momeni, A., Strauch, K., & Frankenberger, R. (2010). Effectiveness of four electronic apex locators to determine distance from the apical foramen. *International Endodontic Journal*, 43, (9), 808-17. doi:10.1111/j.1365-2591.2010.01765.x

## Relevância clínica do CBCT em endodontia

- Tamse, A. (2006). Vertical root fractures in endodontically treated teeth: diagnostic signs and clinical management. *Endodontic Topics*, 13, (1), 84-94.  
doi:10.1111/j.1601-1546.2006.00200.x
- Tamse, A., Fuss, Z., Lustig, J., & Kaplavi, J. (1999). An evaluation of endodontically treated vertically fractures teeth. *Journal of Endodontics*, 25, (7), 506-8.
- Tamse, A., Fuss, Z., Lustig, J., Ganor, Y., & Kaffe, I. (1999). Radiographic features of vertically fractured, endodontically treated maxillary premolars. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*, 88, (3), 348-52.
- Taramsari, M., Kajan, Z., Bashirzadeh, P., & Salamat, F. (2013). Comparion and high-resolution and standard zoom imaging modes in cone-beam computed tomography for detection of longitudinal root fracture: an in vitro study. *Imaging Science in Dentistry*, 43, (3), 171-7. doi:10.5624/isd.2013.43.3.171
- Terakado, M., Hashimoto, K., Arai, Y., Honda, M., Sekiwa, T., & Sato, H. (2000). Diagnostic imaging with newly developed ortho cubic super-high resolution computed tomography (Ortho-CT). *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*, 89, (4), 509-18.
- Theodorakou, C., Walker, A., Horner, K., Powels, R., Bogaerts, R., & Jacobs, R. (2012). Estimation of paediatric organ and effective doses from dental cone beam CT using anthropomorphic phantoms. *The British Journal of Radiology*, 85, (1010), 153-60. doi:10.1259/bjr/19389412
- Thonissen, P., Emer, M., Schmetzaisen, R., Gutwald, R., Metzger, M., & Bitterman, G. (2015). Sensivity and specificity of cone beam computed tomography in thin bony structures in maxillofacial surgery - a clinical trial. *Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery*, pii: S1010-5182(15)00145-6.  
doi:10.1016/j.jcms.2015.05.002
- Trope, M., Delano, E., & Orstavik, D. (1999). Endodontic treatment of teeth with apical periodontitis: single vs. multivisit treatment. *Journal of Endodontics*, 25, (5), 345-50.
- Tselnik, M., Baumgartner, J., & Marshall, J. (2005). An evaluation of root ZX and elements diagnostic apex locators. *Journal of Endodontics*, 31, (7), 507-9.

#### Bibliografia

- Tsurumachi, T., & Honda, K. (2007). A new cone beam computerized tomography system for use in endodontic surgery. *International Endodontic Journal*, 40, (3), 224-32.
- Tu, M.-G., Huang, H.-L., Hsue, S.-S., Hsu, J.-T., Jou, M.-J., & Tsai, C.-C. (2009). Detection of permanent three-rooted mandibular first molars by cone-beam computed tomography imaging in Taiwanese individuals. *Journal of Endodontics*, 35, (4), 503-7. doi:10.1016/j.joen.2008.12.013
- Tyndall, A., & Rathore, S. (2008). Cone-Beam CT diagnostic applications: caries periodontal bone assessment, and endodontic applications. *The Dental Clinics of North America*, 52, (4), 825-41. doi:10.1016/j.cden.2008.05.002
- Vande Voorde, H., & Bjorndahl, A. (1969). Estimating endodontic “working length” with paralleling radiographs . *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 27, (1), 106-10. doi:10.1016/0030-4220(69)90037-1
- Varshosaz, M., Tavokoli, M., Mostafavi, M., & Baghban, A. (2010). Comparison of the conventional radiography with cone beam computed tomography for the detection of vertical root fracture. An in vitro study. *Journal of Oral Science*, 52, (4), 593-7.
- Venskutonis, T., Plotino, G., Juodzbaly, G., & Mickeviciene, L. (2014). The importance of cone-beam computed tomography in the management of endodontic problems: a review of the literature. *Journal of Endodontics*, 40, (12), 1895-1901. doi:10.1016/j.joen.2014.05.009
- Venskutonis, T., Plotino, G., Tocci, L., Gambarini, G., Maminskas, J., & Juodzbaly, G. (2015). Periapical and endodontic status scale based on periapical bone lesions and endodontic treatment quality evaluation using cone-beam computed tomography. *Journal of Endodontic*, 41, (2), 190-6. doi:10.1016/j.joen.2014.10.017
- Vertucci, F. (1984). Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology*, 58, (5), 589-99.

## Relevância clínica do CBCT em endodontia

- Vier-Pelisser, F., Pelisser, A., Recuero, L., Só, M., Borba, M., & Figueiredo, J. (2012). Use of cone beam computed tomography in the diagnosis, planning and follow up of a type III dens invaginatus case. *International Endodontics Journal*, 45, (2), 198-208. doi:10.1111/j.1365-2591.2011.01956.x
- Vizzotto, M., Silveiro, P., Arús, N., Montagner, F., Gomes, B., & da Silveira, H. (2013). CBCT for the assessment of second mesiobuccal canal in maxillary molar teeth: effect of vocal size and oresence of root fillings. *International Endodontic Journal*, 46, (9), 870-876. doi:10.1111/iej.12075
- Walcott, J., Ishlay, D., Kennedy, W., Johnson, S., Minnich, S., & Meyers, J. (2005). A 5 yr clinical investigation of second mesiobuccal canals in endodontically treated and retreated maxillary molars. *Journal of Endodontics*, 31, (4), 262-4.
- Walton, R. (2008). Diagnostic imaging. A endodontic radiography. (*Ingles' endodontics*), (6th Ed.), 554. (J. Ingle, L. Backland, & J. Baumgartner, Edits.) Canada: Hamilton (original publicado em 1964).
- Wang, P., Yan, X., Lui, D., Zhang, W., Zhang, Y., & Ma, X. (2011). Detection of dental root fractures by using cone-beam computed tomography. *Dentomaxillofacial Radiology*, 40, (8), 290-298. doi:10.1259/dmfr/84907460
- Webber, R., & Messura, J. (1999). An in vivo comparison of diagnostic information obtained from tuned-aperture computed tomography and conventional dental radiographic imaging modalities. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 88, (2), 239-47. doi:10.1016/S1079-2104(99)70122-8
- Wenzel, A., & Grondahl, H. (1995). Direct digital radiography in the dental office. *International Dental Journal*, 45, (1), 27-34.
- Wenzel, A., Haiter-Neto, F., Frydenberg, M., & Kirkevang, L. (2009). Variable resolution cone beam compurized tomography with enhancement filtration compared with intraoral photostimulable phosphor radiography in detection of transverse root fractures in an in vitro model. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics*, 108, (6), 939-45. doi:10.1016/j.tripleo.2009.07.041

#### Bibliografia

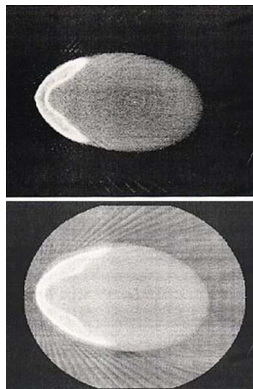
- Williams, C., Joyce, A., & Roberts, S. (2006). A comparison between in vivo radiographic working length determination and measurement after extraction. *Journal of Endodontics*, 32, (7), 624-7.
- Workman, A., & Brettle, D. (1997). Physical performance measures of radiographic imaging systems. *Dentomaxillofacial Radiology*, 26, (3), 139-46.
- Yamamoto, K., Ueno, K., Seo, K., & Shinohara, D. (2008). Development of dento-maxillofacial cone beam X-ray computed tomography system. *Orthodontics and Craniofacial Research*, 6, (1), 160-2.
- Youssefzadeh, S., Gahleitener, A., Dorffner, R., Bernhart, T., & Kainberger, F. (1999). Dental vertical root fractures: value of CT in detection. *Radiology*, 210, (2), 545-9.
- Yu, V., Messer, H., & Tan, K. (2011). Multiple idiopathic cervical resorption: case report and discussion of management options. *International Endodontics*, 44, (1), 77-85. doi:10.1111/j.1365-2591.2010.01820.x

## Relevância clínica do CBCT em endodontia

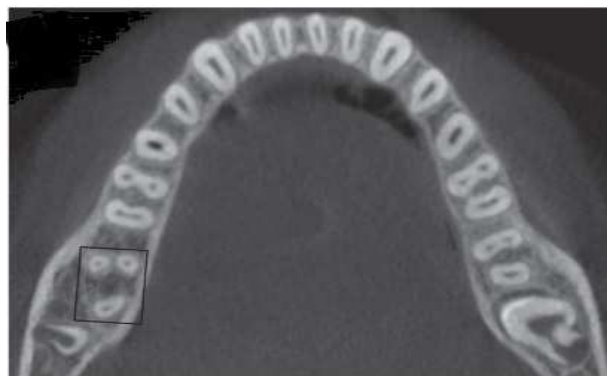
## V ANEXOS



Primeiro Rx dentário em 1896 feito por Otto Walkoff  
Adaptado de Forrai (2007).



Primeiro CBCT em 1994 feito por Attilio Tacconi, Piero Mozzo, Daniele Godi e Giordano Ronca  
Adaptado de QR (1994)



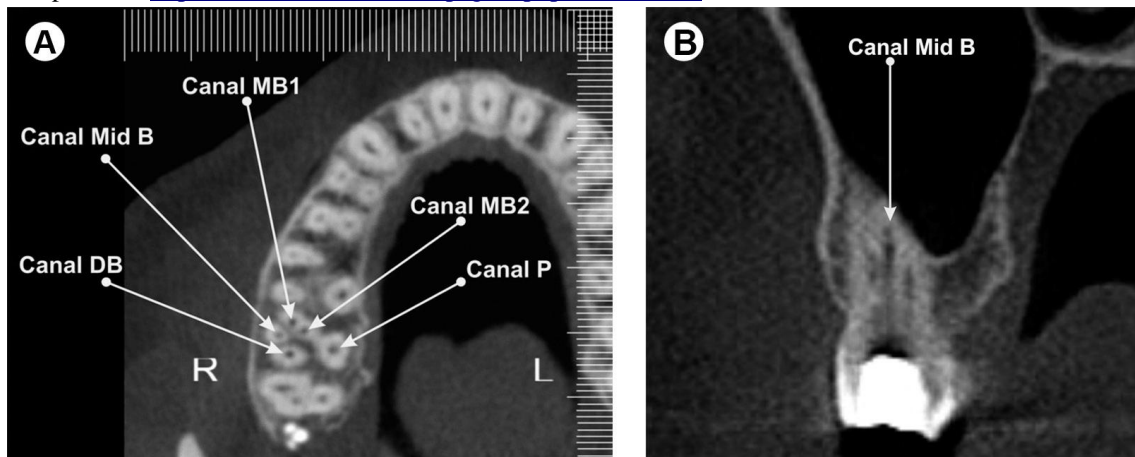
CBCT actual  
Adaptado de Nayak, Shetty, & Shekhar (2014).

## Relevância clínica do CBCT em endodontia



Reconstrução por CBCT

Adaptado de <http://www.conebeam.it/en/pagina.php?Dmenu=85>. Obtido em Junho 2015.



Legenda: Segundo molar superior com 5 canais.

Canal MB1 ou MV1, Canal MB2 ou MV2, Canal DB ou DV e Canal M B ou Medio V

Adaptado de Brito-Júnior, et al. (2013).