



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**CBCT PRINCIPIO DE FUNCIONAMENTO, INTERESSE E
LIMITAÇÃO NA PRÁTICA DE MEDICINA DENTÁRIA**

Trabalho submetido por:
Marc-antoine Marie Hubert Paris
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Outubro de 2019



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**CBCT PRINCIPIO DE FUNCIONAMENTO, INTERESSE E
LIMITAÇÃO NA PRÁTICA DE MEDICINA DENTÁRIA**

Trabalho submetido por
Marc-antoine Marie Hubert Paris
para a obtenção do grau de **Mestre** em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Prof. Doutor Pedro Abecasis

Outubro de 2019

Resumo:

Depois de abordada a história da CBCT, descrevemos rapidamente o seu modo de funcionamento. Analisamos as vantagens e as desvantagens desta tecnologia nova na prática da medicina dentária. Para terminar, são revistas as aplicações da imagiologia a 3D na medicina dentária em função das várias especializações. São também abordados os progressos das técnicas associadas ao funcionamento desta máquina e o seu impacto na sociedade.

Palavras-chave: Feixe cónico, imagiologia 3D, Radiografia

Summary:

After learning about the history of CBCT, we will briefly describe its operating mode. We will then discuss the benefits and potential drawbacks of this new technology in the practice of dental medicine.

Finally, we will study the applications of 3D imaging in dentistry according to the different spécialisations and focus on the technical breakthrough incurred by this scanning machine as well as its impact on society.

Key words: Cone beam, 3D imaging, Radiography

Résumé

Après avoir découvert l'histoire du CBCT, nous décrirons rapidement son mode de fonctionnement. Nous analyserons les avantages et les inconvénients de cette nouvelle technologie dans la pratique de la médecine dentaire. Pour finir nous étudierons les applications de l'imagerie 3D en médecine dentaire en fonction des différentes spécialisations. Nous verrons aussi les progrès techniques liés au fonctionnement de cette machine et son impact sur la société.

Mots clefs : Cone Beam, Imagerie 3D, Radiographie

Abreviaturas:

CBCT: Cone Beam Computerized Tomography

RX: Raios X

OPG: Ortopantomografia

TDM: Tomodensitometria

ORL: Otorrinolaringologia

FOV: Field of Vision

Índice Geral

<u>Résumé</u>	1
Résumé	1
Summary:	3
Resumo:	<i>Erreur ! Signet non défini.</i>
Abreviaturas :	<i>Erreur ! Signet non défini.</i>
Índice Geral	9
Índice das imagens :	11
Índice das tabelas :	13
Introdução :	<i>Erreur ! Signet non défini.</i>
Desenvolvimento	<i>Erreur ! Signet non défini.</i>
I. CBCT: “Cone beam Computerized tomography”:	17
I.1 Definição e história:	17
I.2 Princípio de funcionamento:	19
I.2.1 Princípio da máquina:.....	19
I.2.2 Execução do exame:	21
I.2.3 Imagem obtida:.....	22
I.3 Diferença entre a CBCT e a tomografia computadorizada e entre a CBCT e a imagem panorâmica:	23
I.3.1 Diferença entre a CBCT e a tomografia computadorizada:	23
I.3.2 Uma grande variedade de aparelhos e muitas potenciais resoluções:	24
I.3.3 Diferença entre a CBCT e a imagem panorâmica:	27
II. Vantagens e desvantagens quando comparada com a tomografia convencional:	28
II.1 A dose de radiação :	28
II.2 Duração do exame:	30
II.3 Qualidade das análises e dos artefactos:	30

II.3.1	Características da imagem <i>cone beam</i> :	30
II.3.2	Artefactos:	32
II.4	Posição do doente:	35
II.5	Ocupação de espaço da máquina:	36
II.6	Para o dentista:	36
III.	Indicação em medicina dentária:	38
III.1	Implantologia:	38
III.2	Cirurgia dentária:	41
III.3	Endodontia:	42
III.4	Parodontologia:	46
III.5	Ortodontia:	46
III.5.1	Análise cefalométrica/dismorfias e anomalias esqueléticas:	46
III.5.2	Expansão maxilar rápida e dismorfia transversal:	48
III.5.3	Avaliação das paredes alveolares:	48
III.5.4	Ancoragem óssea temporária:	49
III.5.5	Anomalias dentárias:	49
IV.	Conclusão:	51
V.	Bibliografia:	53

Índice das imagens:

Figura 1 : Geoffrey Hunsfeld Hounsfield

(<https://www.findagrave.com/memorial/9356215/geoffrey-hounsfield>)**Erreur ! Signet non défini.**

Figura 2 : Aparelho de CBCT (<https://4.imimg.com/data4/WC/KD/MY-16502350/dental-cbct-500x500.jpg>)..... 18

Figura 3 : Imagem obtida durante um exame com a CBCT (<https://www.axidentallab.com/wp-content/uploads/2017/10/CBCT-scan.jpg>) 19

Figura 4 : Esquema explicativo do posicionamento num modelo alongado (https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTAv6toqQ1byHHjOjzeTuqWXSu2LHXzivPT4HkRR0_SFCfcIT6W) 20

Figura 5 : Esquema explicativo da CBCT (https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bb/Cone_Beam_CT_principle.png) 21

Figura 6 : Tipo diferente de CBCT (<https://www.dental-tribune.com/cache/images/DT/up/dt/2017/01/2254b782cfc3d6c589d44489e40dba8e-1188x668-jpg>) 21

Figura 7 : imagem obtida por uma CBCT (<https://www.3dcelo.com/wp-content/uploads/2018/06/Capture-d'écran-2018-06-26-à-12.12.38.png>)..... 22

Figura 8 : Os vários campos da CBCT (<https://www.lecourrierdudentiste.com/images/stories/LCDD2017/LCDDDecembre/Fig2.jpg>) 24

Figura 9 : Campos de visão propostos pelo cone beam Scanora 3Dx*, que abrangem o conjunto das necessidades em exploração tridimensional (<https://www.3dcelo.com/wp-content/uploads/2018/06/Capture-d'écran-2018-06-25-à-17.15.15-150x150.png>) 30

Figura 10 : efeito de "MACH" ou efeito de borda (<https://www.3dcelo.com/wp-content/uploads/2018/06/Capture-d'écran-2018-06-26-à-12.35.02.png>)..... 33

Figura 11 : Artefacto metálico radicular (<https://www.3dcelo.com/wp-content/uploads/2018/06/Capture-d'écran-2018-06-26-à-12.36.53.png>)..... 34

Figura 12 : Tamanho do CBCT (<http://ashteldental.com/ashtelfiles/rotograph-3d-dimensions.jpg>) 36

Figura 13 : Imagem de um implante dentário utilizando a CBCT (https://www.researchgate.net/profile/Kivanc_Kamburoglu2/publication/255976076/figure/figure)

g1/AS:297462658027525@1447932032694/Cross-sectional-cone-beam-CT-CBCT-images-of-an-implant-with-and-without-buccal-marginal.png)	39
Figura 14 : Guia de implante com CBCT (https://d3tvbm2frnc4j6.cloudfront.net/wp-content/uploads/2015/04/cbet-scan.jpg).....	40
Figura 15 : Cone beam maxilar mostrando a inclusão do dente 13 e as suas relações com os dentes adjacentes (https://www.lecourrierdudentiste.com/images/stories/LCDD2017/LCDDDecembre/xFig5.jpg.pagespeed.ic.LRKr-T7-dV.jpg).....	41
Figura 16 : Localização do segundo canal mésio-vestibular grave com a CBCT (https://www.dovepress.com/cr_data/article_fulltext/s154000/154641/img/ccide-154641_F003.jpg)	42
Figura 17 : Marcação canal em CBCT (http://www.scielo.br/img/revistas/bdj/v24n6//0103-6440-bdj-24-06-575-gf04.jpg)	43
Figura 18 : tratamento canal (https://www.dentistrytoday.com/Media/EditLiveJava/0916_McCormack_02.jpg).....	44

Índice das tabelas:

Tabela 1 : Diferencia entre CBCT e Tomografia computadorizada 24

Tabela 2 : Diferença entre CBCT de marcas diferentes (<https://www.lefildentaire.com/wp-content/uploads/2018/01/TABLEAU-COMPARATIF-DES-PRINCIPAUX-CONE-BEAM.png>) 26

Tabela 3 : Dosagem em função do exame radiográfico realizado
(<https://img.dentaleconomics.com/files/base/ebm/de/image/2015/12/pennwell.web.400.323.png?auto=format&w=720>) 27

Tabela 4 : comparação das doses de radiação em função das radiografias efetuadas
(http://www.collaborativeimaging specialists.com/wp-content/uploads/CBCT_RadiationChart.jpg) 28

Introdução:

No âmbito da radiologia dentária, as radiografias intraorais e as ortopantomografias fornecem apenas informações a 2D e tornam a interpretação da imagem mais complexa devido à sobreposição de todas as estruturas. Com a emergência da imagiologia a 3D alguns médicos utilizaram equipamentos de tomografia clássica (TAC). Mas como estes não são específicos para a radiologia dentária, as empresas procuraram oferecer a imagiologia 3D de uma forma que fosse acessível aos consultórios dentários.

Neste sentido, foi desenvolvido um novo aparelho para a imagiologia: a tomografia computadorizada de feixe cónico (CBCT: *cone beam computerized tomography*). Inicialmente, esta tecnologia foi concebida para a angiografia, sendo mais recentemente utilizada na radioterapia, mamografia e radiologia dentária. O seu princípio geral é baseado na tomodensitometria possuindo, no entanto, algumas especificidades que lhe são próprias.

A imagiologia por técnica *cone beam*, ou tomografia computadorizada de feixe cónico, evoluiu bastante desde o seu início nos anos 90 do século passado. Destinada, no seu início, à implantologia, as suas indicações multiplicaram-se permitindo mesmo uma utilização pluridisciplinar.

I. CBCT: “Tomografia computadorizada de feixe cônico”:

I.1 Definição e história:

Em 1972, o britânico Geoffrey Humbold Hounsfield (Figura 1) apresentou uma nova técnica de imagiologia seccional, a tomodensitometria (TDM) ou *scanner* de raios X capaz de discriminar 2000 valores de densidades, de -1000 para o ar a +1000 para o osso, passando pelo zero para a água. A ferramenta informática acoplada ao tubo de raios X calibrado segundo as dimensões das fatias, agora unidas, produz a imagem digital. Em 1982, Francis Mouyen introduziu a digitalização da imagem no mundo dentário através da invenção do sensor de estado sólido CCD (RadioVisiography, Trophy). Em 1985, Ugo Salvolini (Ancona, Itália) obtém as primeiras reconstruções bidimensionais e tridimensionais a partir de um bloco de aquisição de fatias cefálicas e da escolha criteriosa de “janelas” de densidade. Nos mesmos anos, Per-Igmar Brånemark revitaliza a implantologia através dos seus trabalhos sobre a osteointegração e o titânio. O mundo dentário, até então indiferente à tomografia computadorizada (*scanner*), descobre subitamente o seu interesse para a avaliação biomensurativa dos locais de implantação com base nas possibilidades de reconstrução em tamanho real (Dentascan®, etc.) associadas à noção de pixel, componente elementar da imagem (Nasseh, I., & Al-Rawi, W. (2018)).



Figura 2: Geoffrey Humbold Hounsfield

(<https://www.findagrave.com/memorial/9356215/geoffrey-hounsfield>)

O *cone beam*, ou feixe cônico ou “imagiologia computadorizada de feixe cônico” por vezes designado pela sigla CBCT (do inglês, “*Cone beam computerized tomography*”) é uma técnica de tomografometria que permite produzir uma radiografia digitalizada. Esta técnica situa-se entre a radiografia panorâmica dentária e a tomografia computadorizada. Pauwels, R., Araki, K., Siewerdsen, J. H., & Thongvigitmanee, S. S. (2015).

O *cone beam* é considerado como sendo um progresso importante na imagiologia médica. Utilizando um feixe cônico de raios X, permite um exame de elevado desempenho dos tecidos mineralizados (dentes, cartilagens, ossos), evidenciando com boa precisão as lesões ósseas, fraturas, infeções, quistos e corpos estranhos. É geralmente prescrito como segunda opção após a radiografia panorâmica. O CBCT é uma técnica nova de radiografia digital que surgiu no fim dos anos 90 do século XX. (Nasseh, I., & Al-Rawi, W. (2018))



Figura 3: Aparelho de CBCT

(<https://4.imimg.com/data4/WC/KD/MY-16502350/dental-cbct-500x500.jpg>)

O *cone beam* apareceu em 1994. Esta tecnologia começou a ser comercializada na Europa em 1996 pela QR s.r.l., com o NewTom 9000, e posteriormente no mercado americano, a partir de 2001. (Figura 2)

A 25 de outubro de 2013, durante o “Festivale della Scienza”, em Génova (Itália), os inventores deste processo (Attilio Tacconi, Piero Mozzo, Daniele Godi e Giordano Ronca) receberam um

prémio pela sua invenção, rapidamente considerada como revolucionária uma vez que mudou o panorama mundial da radiologia dentária.

Inicialmente muito utilizada para o exame dos seios paranasais, é cada vez mais solicitada na medicina dentária. (Nasseh, I., & Al-Rawi, W. (2018)) (Figura 3)

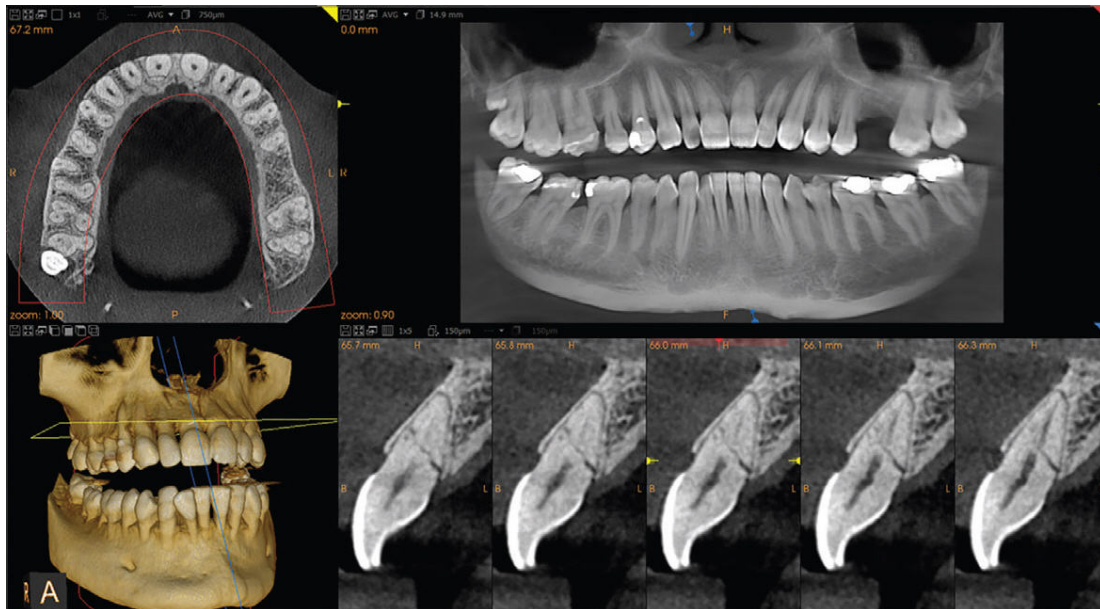


Figura 4: Imagem obtida durante um exame com a CBCT
(<https://www.axidentallab.com/wp-content/uploads/2017/10/CBCT-scan.jpg>)

I.2 Princípio de funcionamento:

I.2.1 Princípio da máquina:

Visualmente, este equipamento assemelha-se mais a um equipamento de ortopantomografia (OPG) do que a um equipamento de tomografia computadorizada, onde o doente se posiciona de pé ou sentado, no centro do aparelho. (Figura 4)

A maioria dos aparelhos é composta por uma cadeira que permite ao doente sentar-se durante o procedimento. O apoio para o queixo, assim como as faixas ligadas aos laser, permitem um posicionamento correto e o apoio da cabeça do doente conforme os vários planos (plano sagital mediano, plano de Frankfurt). (MacDonald, D. (2015))

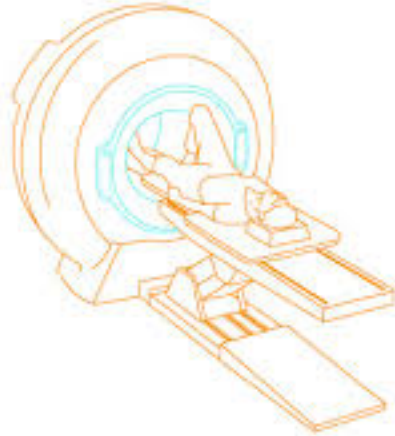


Figura 5: Esquema explicativo do posicionamento num modelo alongado

(<https://encrypted->

[tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTAv6toqQ1byHHjOjzeTuqWXSu2LHXzivPT4HkRR0_SFCfcIT6W](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTAv6toqQ1byHHjOjzeTuqWXSu2LHXzivPT4HkRR0_SFCfcIT6W))

A técnica do *cone beam* consiste de um gerador de raios X que emite um feixe em forma cônica que atravessa o objeto a explorar antes de ser analisado após a atenuação por um sistema de detecção. O emissor de raios X e o detetor estão unidos e alinhados. Em cada grau de rotação, o emissor liberta um impulso de raios X que atravessa o corpo anatómico para ser rececionado pelo detetor. (Abramovitch, K., & Rice, D. D. (2014))

A CBCT funciona com um feixe aberto cônico, o que permite num único movimento “varrer” o conjunto do volume a explorar. Por outro lado, possui a capacidade de produzir imagens de alta resolução em vários planos do espaço eliminando as sobreposições das estruturas circundantes. (Jaffray, D. A., & Siewerdsen, J. H. (2000))

Tal como a sua antecessora, a tomografia computadorizada, a CBCT permite obter reconstituições em três dimensões, que são comparáveis à tomografia computadorizada em termos de resolução espacial dos tecidos duros mineralizados, ou seja, os ossos e os dentes, mas sendo o *cone beam* tecnicamente bastante diferente da tomografia computadorizada (Jaffray, D. A., & Siewerdsen, J. H. (2000)). (Figura 5)

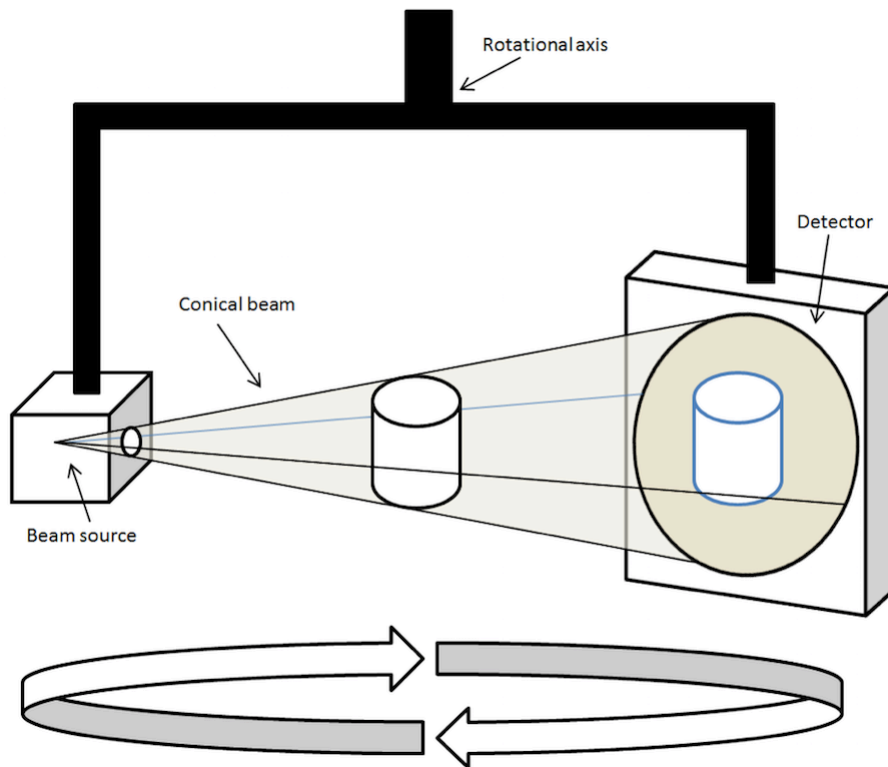


Figura 6: Esquema explicativo da CBCT

(https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bb/Cone_Beam_CT_principle.png)

I.2.2 Execução do exame:

Não é necessária qualquer preparação. A sessão é simples e rápida. É bastante similar à de uma radiografia dentária clássica. A cabeça do doente é colocada no aparelho e segurada por um sistema de imobilização. Uma peça de plástico é colocada entre os dentes para que as maxilares fiquem ligeiramente afastados. A aquisição da imagem dura cerca de 10 a 20 segundos, durante os quais o doente deve permanecer imóvel. (Figura 6)



Figura 7: Tipo diferente de CBCT

(<https://www.dental-tribune.com/cache/images/DT/up/dt/2017/01/2254b782cfc3d6c589d44489e40dba8e-1188x668-.jpg>)

Não é necessária qualquer preparação específica do doente, exceto, como para a radiografia panorâmica, a remoção de piercings, óculos e outros objetos metálicos que possam entrar no campo e resultar na ocorrência de artefactos nas imagens obtidas. (Abramovitch, K., & Rice, D. D. (2014)).

O doente deve permanecer imóvel, evitar deglutir e limitar ao máximo os movimentos respiratórios pelas mesmas razões.

I.2.3 Imagem obtida:

Durante a única rotação do tubo, o sistema adquire projeções que serão depois reconstituídas por retroprojeção para se obter um volume. Depois de reconstituído o volume, o utilizador pode navegar livremente nos 3 planos do espaço, assim como obter outras reconstruções num plano à sua escolha, como, por exemplo, uma projeção panorâmica OPG ou uma reconstrução multiplanar (Dawood, A., Patel, S., & Brown, J. (2009)). (Figura 7)

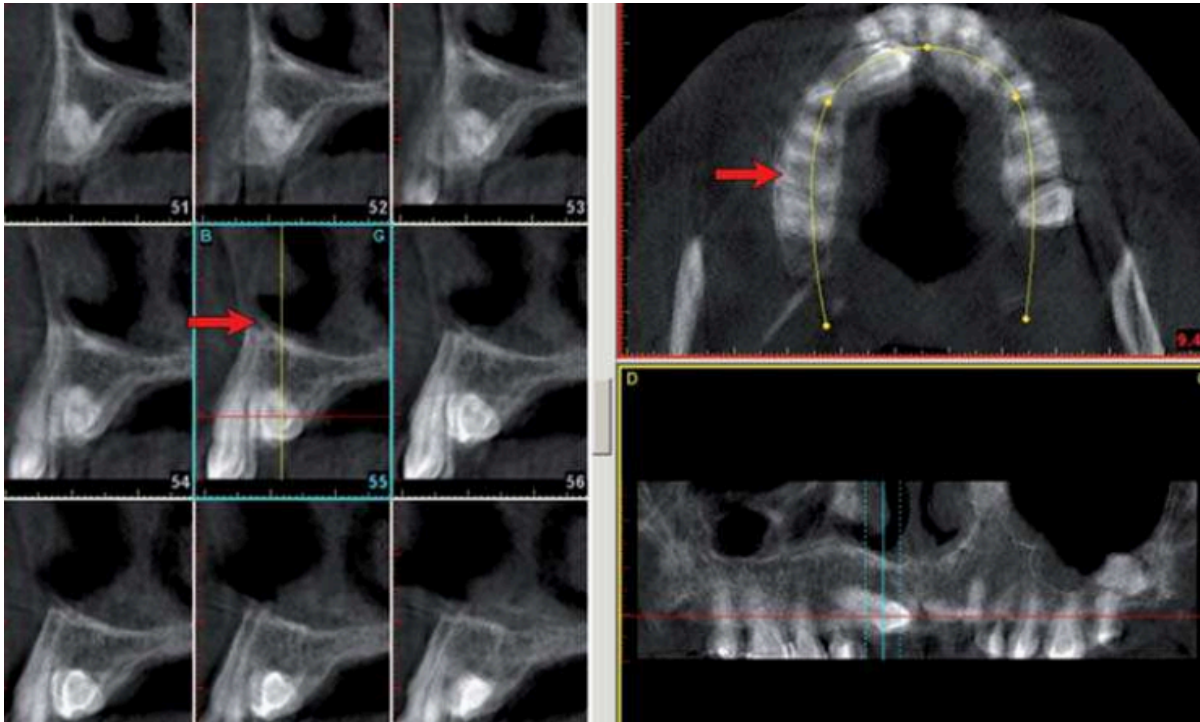


Figura 8: imagem obtida por uma CBCT

(<https://www.3dcelo.com/wp-content/uploads/2018/06/Capture-d'ecran-2018-06-26-a-12.12.38.png>)

I.3 Diferença entre a CBCT e a tomografia computadorizada e entre a CBCT e a imagem panorâmica:

I.3.1 Diferença entre a CBCT e a tomografia computadorizada:

A tomografia computadorizada e o *cone beam* possuem em comum a possibilidade de fornecerem imagens em fatias finas do volume a analisar em vários ângulos. Contudo, estas duas ferramentas de diagnóstico apresentam diferenças importantes nas suas concepções, técnicas de aquisição, dosimetrias e aplicações algumas são descritas na Tabela 1.

Tabela 1: Diferencia entre CBCT e Tomografia computadorizada

Tomografia computadorizada	<i>Cone beam</i>
Fonte de feixe de raios X achatado	Feixe de raios X cónico
Intercetado por um sensor de forma globalmente longilínea	Recolhido por um sensor plano
Aquisição que requer várias rotações	Aquisição que requer uma única rotação em torno do doente
A forma geral dos aparelhos (posição alongada obrigatória)	Forma geral que se aproxima do gerador de radiografias panorâmicas: aquisição mais simples
Conforto do doente +/-	Conforto do doente ++
<i>Voxel</i> paralelepípedo retangular: Volume anisotrópico	<i>Voxel</i> cúbico: Volume isotrópico
Radiação de 300 a 1300 mSv	Radiação de 50 a 250 mSv

I.3.2 Uma grande variedade de aparelhos e muitas potenciais resoluções:

Para dar resposta ao conjunto das indicações em odontoestomatologia, existem várias CBCT, conforme o respetivo campo de exploração: (Figura 8)

- Os campos pequenos: inferiores a 10 cm
- Os campos médios: entre 10 e 15 cm
- Os campos grandes: superiores a 15 cm.



Figura 9: Os vários campos da CBCT

(<https://www.lecourrierdudentiste.com/images/stories/LCDD2017/LCDDDecembre/Fig2.jpg>)

- Os aparelhos de campo pequeno, inferior ou igual a 8 cm de diâmetro, correspondem ao campo dento-alveolar, recomendado para os médicos dentistas. As suas vantagens são, teoricamente, as seguintes:
- Custo relativamente baixo, devido, sobretudo, aos sensores de pequena dimensão
 - Radiação, limitada
 - Definição elevada com pixéis de 75 a 200 μm conforme o modelo
 - Ocupação de espaço reduzida (acoplamento a um aparelho de radiografia panorâmica dentária ou a um aparelho de telerradiografia do crânio).
- Os aparelhos de campo médio, de 9 a 14 cm de diâmetro, permitem a exploração completa em uma aquisição de uma ou das duas maxilares, incluindo as articulações temporomandibulares. No entanto, estes campos de exploração são geralmente contemplados nos aparelhos de campo grande.
- Os aparelhos de campo grande, de pelo menos 15 x 15 cm, podem explorar o conjunto dos seios paranasais, o que é útil em ortodontia, em ORL e na cirurgia maxilofacial. Existem várias razões que justificam a sua utilização (Dillenseger, J., Gros, C., Sayeh, A., Rasamimanana, J., Lawniczak, F., Leminor, J., Choquet, P. (2017).):

- todos os exames de *cone beam* (campo pequeno ou grande) implicam a irradiação de pelo menos um maxilar completo; desta forma, toda a região irradiada deve poder ser explorada na totalidade
- é possível a exploração dos seios paranasais da face para as avaliações em ORL e maxilofaciais, incluindo ortodônticas
- a sua definição é atualmente elevada (125, incluindo 70 µm)
- a radiação é controlável por otimização, protocolo “low dose” e sobretudo pelo carácter multicampos da maioria dos novos modelos, de 5 ou 6 cm a 15 e até 30 cm.
- Por último, os modelos verticais estão por vezes associados a um aparelho de imagem panorâmica. (Tabela 2)

Tabela 2: Diferença entre CBCT de marcas diferentes

(<https://www.lefildentaire.com/wp-content/uploads/2018/01/TABLEAU-COMPARATIF-DES-PRINCIPAUX-CONE-BEAM.png>)

Paramètres	CS8100 3D [®] Carestream [®]	Veraview 3D R100 [®] Morita [®]	Giano [®] Newtom QR [®]	Imax touch 3D [®] Owandy [®]	Promax 3D classic [®] Planmeca [®]	Ortophos LS 3D [®] Sirona [®]	Trium 3D Acteon [®]	Pax i3D Smart [®] Vatech [®]	CRANEX 3D [®] Soredex [®]	Hyperion X9 [®] MyRay [®]	3 Shape x1 [®] 3shape [®]	DENTRI [®] HDX Will [®]
Taille des champs FOV en cm	4x4 5x5 8x5 8x9	4x4 4x8 8x4 8x5 8x8 10x4 10x5 10x8	6x6 6x7 8x6 8x7 8x10 10x6 10x7 10x10	9,3x5 9,3x8 5x5	5X5 5x8 8x5 8x8	5x5 8x5 8x8 11x8 11x10	4x4 6x6 8x8 11x8	5x5 8x5 8x8 12x9	4x6 8x6	5X5 8x5 8x8 11x5 11x8 11x13	2x2 à 16x15	4x4 à 16x8
Logiciel	CS 3D imaging [®]	I Dixel [®]	NNT [®]	Quick vision3D Simplant [®]	Romexis	Sidexis 4 Galileos implant	AIS1.5	EZ3D Implant	On Demand 3D	iRYS [®]	Trios [®]	Will master 3D viewer [®]
Implantologie Planification	oui	oui	oui	oui Simplant [®]	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui Implant studio [®]	oui
Implantologie Chirurgie guidée	non	non	non	oui	non	oui	non	non	non	non	non	non
Pathologies (endodontie...)	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui
Taille du voxel (en microns)	75 à 200	125 et 160	75 à 250	92 et 156	75 à 400	100 et 160	75 à 300	80 à 200	85 à 330	75	100	100

I.3.3 Diferença entre a CBCT e a imagem panorâmica:

A radiografia panorâmica, ou ortopantomografia, é um exame radiográfico de segunda opção muito utilizado em medicina dentária devido à sua baixa radiação, de 4 a 30 μSv , em comparação com os 30 a 900 μSv para a CBCT. (Tabela 3)

Tabela 3: Dosagem em função do exame radiográfico realizado
(<https://img.dentaleconomics.com/files/base/ebm/de/image/2015/12/pennwell.web.400.323.png?auto=format&w=720>)

Exame radiográfico	Dose μSv
Radiografia intraoral	< 8.3
Radiografia panorâmica	9-26
Radiografia cefalometria	3-6
CBCT (dento-alveolar)	5-38.3
CBCT (craniofacial)	68-599

A imagem panorâmica permite uma vista de conjunto dos dois maxilares e das articulações temporomandibulares; mas é afetada por problemas inerentes a esta técnica bidimensional, ou seja, a sobreposição das estruturas anatómicas, a presença de vários artefactos ou ainda a distorção das medidas lineares.

Atualmente, a maioria das máquinas de CBCT integra um software para efetuar imagens panorâmicas.

II. Vantagens e desvantagens quando comparada com a tomografia convencional:

II.1 A dose de radiação:

Atualmente, com o número elevado de exames dentários a que a população é submetida durante um ano, conhecer com precisão as doses recebidas durante estes exames é uma preocupação concreta. E apesar da dose anual cumulativa ser baixa em radiologia dentária, o que é possível graças ao avanço das técnicas e dos aparelhos, a frequência destes exames pode aumentar e, desta forma, repercutir-se na dose dos doentes. (ROBERTS, J. A., DRAGE, N. A., DAVIES, J., & THOMAS, D. W. (2009))

Teoricamente, o cone beam tem como benefício a sua menor radiação. Na prática, isto depende, em parte, do aparelho de cone beam em causa e, por outra, do protocolo, assim como do tipo de aparelho de TC considerado. Como podemos ver na tabela 4, a dose é diferente dependendo da área dos raios X.

*Tabela 4: comparação das doses de radiação em função das radiografias efetuadas
(http://www.collaborativeimaging specialists.com/wp-content/uploads/CBCT_RadiationChart.jpg)*

Acquisition	Effective Dose	Equivalent natural background radiation
CT full skull	.93 mSv	97 days
CT mandible, maxilla, orbit	.41 mSv	50 days
CT mandible, maxilla	.31 mSv	38 days
CT dental mandible	.27 mSv	33 days
CT dental maxilla	.21 mSv	26 days
CBCT	.05 mSv	6 days
Cephalogram	.01 mSv	12 days
Orthopantomogram	.05 mSv	6 days

O primeiro valor mensurável é a dose absorvida (D), que define a quantidade de energia depositada localmente nos tecidos. Para se calcular o risco radiológico, é primeiro necessário considerar a perigosidade da radiação (raios X, β) Utilizando um fator de ponderação (W_R) que no caso dos raios X de baixas energias é de 1. (Roberts, J. A., Drage, N. A., Davies, J., & Thomas, D. W. (2009))

Depois, é preciso considerar a radiosensibilidade dos vários tecidos e órgãos irradiados. Para isso, a dose efetiva (E) é calculada utilizando vários fatores de ponderação (W_T) que representam o risco radiológico associado a um ou a vários tecidos e/ou órgãos. Este valor de grandeza foi introduzido para avaliar os danos infligidos durante uma exposição a 3 radiações ionizantes. Os fatores de ponderação são referidos nas recomendações da Comissão Internacional de Proteção Radiológica (ICRP). Esta organização internacional independente visa a proteção contra as radiações ionizantes, tanto para os trabalhadores como para a população. (Pauwels, R., Zhang, G., Theodorakou, C., Walker, A., Bosmans, H., Jacobs, R., . . . Horner, K. (2014))

A dose absorvida é a quantidade de energia absorvida por unidade de massa de matéria irradiada. É expressa em Gray (Gy) que corresponde à absorção de um Joule de energia por quilograma de matéria. Está diretamente associada aos parâmetros de exposição radiológica (tensão, intensidade, tempo de exposição e volume irradiado) e é medida à saída do tubo. (Roberts, J. A., Drage, N. A., Davies, J., & Thomas, D. W. (2009))

A CBCT é muitas vezes utilizada como alternativa aos exames de tomografia computadorizada (TC Dentascan). Na prática, tende também a substituir exames como a OPG porque permite, através da reconstrução, obter uma projeção panorâmica idêntica à da OPG, para além de todas as outras reconstruções possíveis. É por isso importante conhecer as doses fornecidas por estas três modalidades dentárias atuais, assim como as suas indicações específicas. (Schafer, S., Nithiananthan, S., Mirota, D. J., Uneri, A., Stayman, J. W., Zbijewski, W., Siewerdsen, J. H. (2011))

Segue-se um exemplo das doses efetivas (Horner K. Guidelines Sedentext, 2009):

- OPG: de 2,7 μ Sv a 23 μ Sv
- CBCT: de 11 μ Sv a 1073 μ Sv

- TC (Dentascan): de 160 μSv a 2100 μSv

II.2 Duração do exame:

Graças ao posicionamento simplificado do doente e à aquisição de todas as projeções numa só rotação, a duração do exame é curta. Contudo, alguns softwares de reconstrução demoram vários minutos a reconstruir o volume adquirido, mas a duração total do exame (posicionamento do doente, aquisição das imagens e reconstrução do volume) é, em geral, inferior a 5 minutos. (Dawood, A., Patel, S., & Brown, J. (2009))

II.3 Qualidade das análises e dos artefactos:

O tamanho do FOV utilizado na CBCT é cada vez mais reduzido à zona de interesse. Nos equipamentos mais recentes, existem várias opções de FOV. A escolha do tamanho do mesmo está diretamente relacionada com a indicação do exame.

Uma imagem de qualidade combina uma boa resolução espacial com uma boa resolução em densidade. Por seu lado, o ruído e os artefactos determinam os fatores suscetíveis de prejudicarem a qualidade da imagem. (Schafer, S., Nithiananthan, S., Mirota, D. J., Uneri, A., Stayman, J. W., Zbijewski, W., Siewerdsen, J. H. (2011)).

II.3.1 Características da imagem cone beam:

O campo de visão:

O *campo de visão* é definido, numa primeira fase, durante a aquisição para corresponder à avaliação pretendida (campos pequenos de 4 a 8 cm, campos médios de 9 a 14 cm, ou campos grandes de 15 a 30 cm). Pode ser reconsiderado no momento das reconstruções secundárias para precisar, por exemplo, uma estrutura utilizando *voxels* de tamanho mais pequeno. (Figura 9)

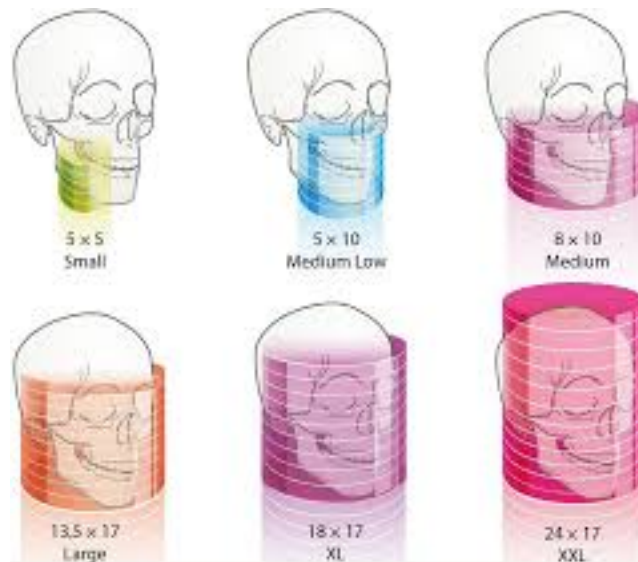


Figura 10: Campos de visão propostos pelo cone beam Scanora 3Dx*,

Que abrangem o conjunto das necessidades em exploração tridimensional

(<https://www.3dcelo.com/wp-content/uploads/2018/06/Capture-d'écran-2018-06-25-à-17.15.15-150x150.png>)

A matriz de reconstrução:

A *matriz de reconstrução*, tanto maior quanto o campo e os pixéis forem menores, é hoje, em regra, de 512 x 512 pixéis. Pode ser mais pequena nos aparelhos das primeiras gerações de campo grande e pixéis de 300 ou 400 μm e tende a aumentar com os aparelhos mais recentes, na ordem dos 1024 x 1024 pixéis com pixéis de tamanho mais pequeno.

A resolução espacial:

A *resolução espacial* é a capacidade de um sistema discernir duas estruturas pequenas próximas. É superior à da tomografia computadorizada, sobretudo quando se utiliza *voxels* isotrópicos de tamanho pequeno (70 a 160 μm). Pode ser de menor qualidade se os *voxels* excederem 250 μm . Assim, para melhorar a resolução espacial podemos:

- diminuir o tamanho do campo de visão e/ou aumentar o tamanho da matriz para os *voxels* de tamanho reduzido
- aumentar a tensão (kV)
- diminuir a espessura das reconstruções.

A resolução em densidade:

A *resolução em densidade* (ou em contraste), é a capacidade de um sistema distinguir duas estruturas de densidades próximas. Para aumentar “potencialmente” a resolução em contraste, aumentando a relação S/B, podemos:

- Aumentar a intensidade do sinal (mA) e, desta forma, a dose de radiação
- Aumentar o tamanho do *voxel* aumentando o campo de visão e/ou diminuindo o tamanho da matriz
- Aumentar a espessura das reconstruções.

A resolução em contraste do *cone beam* é inferior à da tomografia computadorizada porque a intensidade do sinal é mais fraca e os *voxels* são geralmente mais pequenos, o que diminui a relação S/B. O *cone beam* permite, assim, analisar os tecidos duros (osso e dente) ficando a análise dos tecidos moles reservada à tomografia computadorizada (TDM ou tomodensitometria). No entanto, um fabricante (Actéon*) tentou recentemente calibrar as “radiodensidades da CBCT” em escala de “Densidades de Hounsfield” utilizadas na TDM, o que abre, talvez, as portas a novos horizontes para a utilização do *cone beam*. (Queiroz, P. M., Oliveira, M. L., Groppo, F. C., Haiter-Neto, F., & Freitas, D. Q. (2017))

II.3.2 Artefactos:

Apesar da qualidade das imagens do *cone beam* ser na maioria das vezes satisfatória, a presença de artefactos pode, todavia, alterar a sua legibilidade.

Os artefactos, nomeadamente de origem cinética e/ou metálica, são responsáveis por imagens deturpadas que podem prejudicar a interpretação. É assim primordial assinalá-los para evitar erros ou equívocos de diagnóstico. (Katsumata, A., Hirukawa, A., Noujeim, M., Okumura, S., Naitoh, M., Fujishita, M., Langlais, R. P. (2006))

II.3.2.1 Os artefactos metálicos:

Serão menos significativos nos aparelhos de *cone beam* bem calibrados. Contudo, alguns aparelhos *cone beam*, principalmente se o seu sensor estiver mal calibrado, podem apresentar artefactos ainda mais relevantes e mais perturbadores do que na tomografia computadorizada. (Dwivedi, N., Nagarajappa, A., & Tiwari, R. (2015))

- Efeito "MACH" ou efeito de borda:

O efeito de borda traduz-se pela presença de uma orla preta à volta ou na proximidade de uma estrutura densa (implante, prótese, espigão, *inlay-core*, etc.) em forte contraste com o osso alveolar. Uma simples diminuição de contraste atenua-o ou anula-o. (Figura 10)

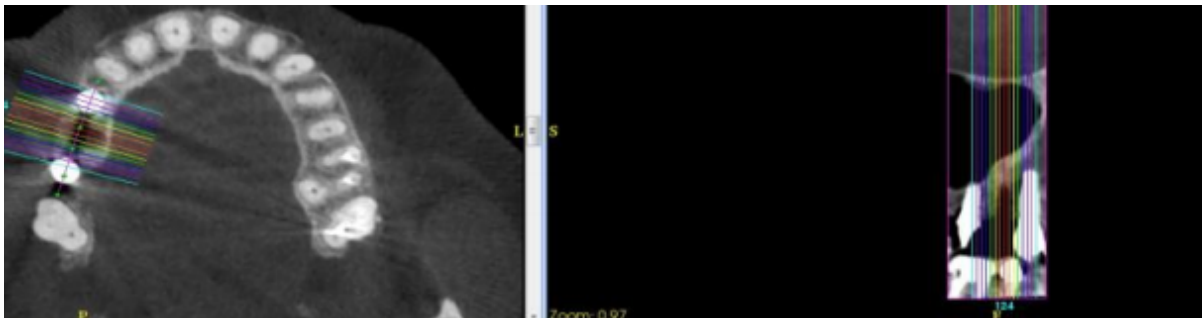


Figura 11: efeito de "MACH" ou efeito de borda (<https://www.3dcelo.com/wp-content/uploads/2018/06/Capture-d'écran-2018-06-26-à-12.35.02.png>)

- Artefactos metálicos da coroa:

Estes artefactos metálicos, essencialmente devidos ao endurecimento do feixe, exprimem-se por bandas brancas ou pretas ou mistas, situadas estritamente à altura das coroas devido ao carácter horizontal do centro do feixe, paralelo, em geral, ao plano oclusal. No entanto, estes artefactos da coroa pouco ou nada prejudicam os atos de implantologia porque, geralmente, situam-se afastados da crista óssea e dos processos sem dentes. (Dwivedi, N., Nagarajappa, A., & Tiwari, R. (2015))

- Artefactos metálicos radiculares:

Os artefactos radiculares devem-se principalmente aos espigões intrarradiculares, aos *inlay-cores* e aos pilares implantares. Contrariamente à tomografia computadorizada onde este tipo de artefactos resulta numa barra negra que prejudica a visibilidade da crista óssea e do processo alveolar, no *cone beam* o fenómeno é atenuado ou está ausente. (Figura 11)

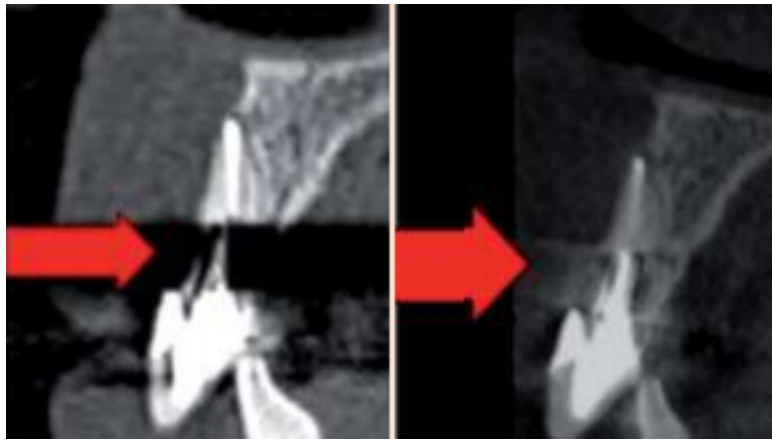


Figura 12: Artefacto metálico radicular

(<https://www.3dcelo.com/wp-content/uploads/2018/06/Capture-d'écran-2018-06-26-à-12.36.53.png>)

II.3.2.2 Artefactos cinéticos:

Estes artefactos devem-se aos movimentos do doente e expressam-se na imagem por uma duplicação dos contornos das várias estruturas. A definição da imagem é degradada por uma desfocagem cinética importante que pode, por vezes, ser responsável por medições erradas. Estes artefactos cinéticos são mais frequentes do que na tomografia computadorizada devido ao tempo de exposição mais longo. Para reduzir os artefactos cinéticos, são necessários (Dwivedi, N., Nagarajappa, A., & Tiwari, R. (2015)):

- Meios de contenção eficazes para limitar os movimentos da cabeça do doente: apoios ou “scratch” dianteiros e occipitais, eventualmente uma peça para morder para limitar os movimentos da mandíbula; de notar que a imobilidade do doente é nitidamente melhor quando este está deitado

(95% das imagens com artefactos impercetíveis), do que de pé ou sentado (68% das imagens com artefactos impercetíveis)

- tempo de aquisição o mais curto possível
- cooperação do doente para limitar os movimentos fisiológicos (assim como a deglutição ou mesmo a respiração quando o tempo de exposição é curto). Para os doentes muito jovens ou com problemas neurológicos, como a doença de Parkinson, e nos casos em que os artefactos cinéticos tornam a leitura do exame de *cone beam* delicada ou impossível, é muitas vezes preferível prescrever como segunda opção um exame de tomografia computadorizada com tempo de exposição ultracurto (1 a 4 segundos para os aparelhos de 64 cortes atuais). (Dwivedi, N., Nagarajappa, A., & Tiwari, R. (2015))

Além disto, os artefactos cinéticos podem ser por vezes localizados apenas em uma porção da arcada: hemimaxilar direito ou esquerdo ou na região anterior. Se a exploração incide numa parte sem artefactos, o exame pode ser validado.

Por último, os artefactos cinéticos amplificam os artefactos, e vice-versa.

II.4 Posição do doente:

O doente está posicionado de pé ou sentado (a maioria dos aparelhos são verticais) ou deitado sobre uma cama, com a cabeça colocada num apoio de cabeça, que pode ser fixada com cintas. A contenção é importante e muitas vezes determinante na técnica do *cone beam* para se evitar os artefactos cinéticos, muitas vezes prejudiciais para a interpretação.

É reconhecido que a posição sentada gera menos artefactos do que a posição de pé, e que a posição deitada gera ainda menos artefactos, mas pode induzir, tal como na tomografia computadorizada, uma sensação de mal-estar em certos doentes claustrofóbicos.

II.5 Ocupação de espaço da máquina:

O CBCT e uma máquina com um volume muito importante. Esta máquina precisa, por causa das radiações, de uma sala fechada com um tamanho suficiente. (Figura 12)

Dimensions

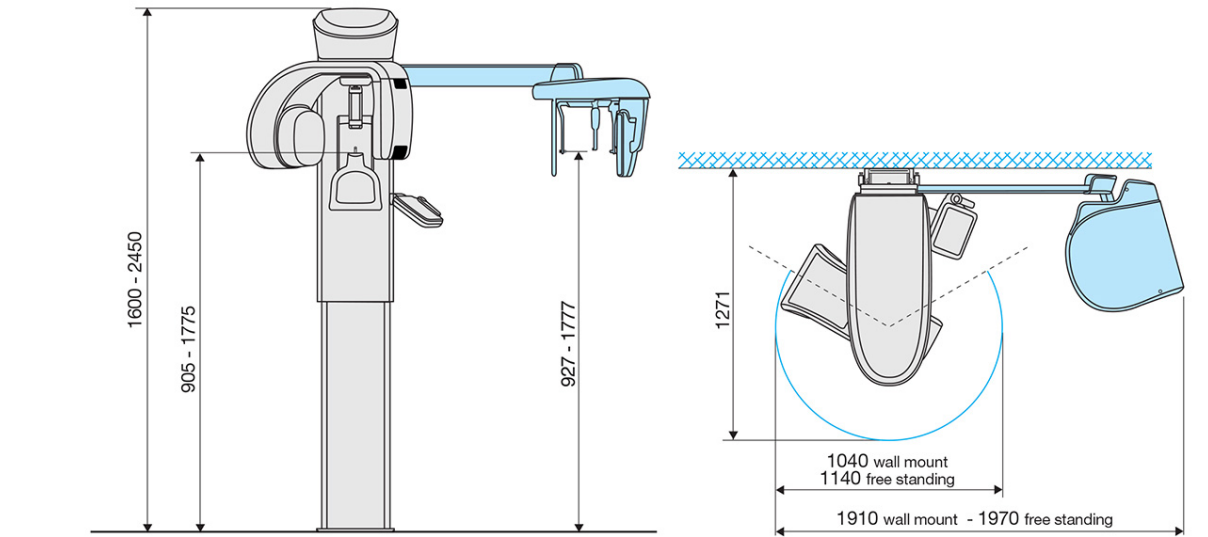


Figura 13: Tamanho do CBCT

(<http://ashteldental.com/ashtelfiles/rotograph-3d-dimensions.jpg>)

II.6 Para o dentista:

Em relação à radiografia panorâmica tradicional bidimensional, a radiografia dentária tridimensional (*cone beam* ou “CBCT”) fornece informações muito mais subtis, com o detalhe das zonas bucais, maxilares e dentárias em vários ângulos e várias perspetivas. Permite assim melhorar o diagnóstico para um tratamento mais preciso. Por outro lado, o médico pode mostrar diretamente as imagens a 3D aos seus doentes, o que os convence mais rapidamente sobre a utilidade do tratamento. A radiografia a 3D é também mais rápida: bastam alguns segundos para obter uma radiografia tridimensional em alta resolução. Entre outras vantagens, destacam-se:

- o médico tem a possibilidade de aumentar e de rodar cada zona examinada
- basta uma passagem para obter a imagem inteira da estrutura oral
- o nível de exposição para o doente é inferior ao da tomografia computadorizada tradicional.

Existem vários modelos no mercado e o investimento é elevado para um consultório dentário, apesar das vantagens claras que esta técnica proporciona em termos de qualidade do tratamento.

Uma das vantagens não negligenciáveis da CBCT é o seu baixo custo em relação a outras máquinas capazes de adquirir imagens tridimensionais, como o equipamento de tomografia computadorizada. Se quisermos adquirir este último, são necessários 500 000 a 1,8 milhões de euros, enquanto os valores dos equipamentos de CBCT oscilam entre os 50 000 e os 80 000 euros.

Estas variações de preços devem-se à existência de vários tipos de aparelhos *Cone Beam*. De facto, em função dos campos de exploração, do tipo de sensor e das opções cefalométricas, a CBCT pode ser mais ou menos onerosa.

III. Indicação em medicina dentária:

Em radiologia dentária, os aparelhos de CBCT não se destinam a substituir as radiografias intraorais ou as ortopantomografias (OPG). Em teoria, destinam-se essencialmente a indicações mais complexas, como a implantologia, as avaliações pré-cirúrgicas, a ortodontia, a endodontia, assim como outras aplicações para a visualização dos seios paranasais e das articulações temporomandibulares. Com estas aplicações clínicas, estará mais indicado para doentes adultos, mas o equipamento também é adequado para crianças (exemplo em ortodontia).

III.1 Implantologia:

A maioria dos autores elege hoje o *cone beam* como uma alternativa à escolha para a avaliação pré-operatória em implantologia oral, assim como no controlo pós-operatório quando está indicado. Foram avançadas várias razões para preferir o *cone beam* à tomografia computadorizada:

- precisão das medições de volume pelo menos tão alta como na tomografia computadorizada
- atenuação ou ausência de artefactos metálicos radiculares, observados em caso de espigão, parafuso ou *inlay* radicular, que prejudicam consideravelmente a visão da crista e do processo alveolar na tomografia computadorizada
- dosimetria inferior para a maioria dos aparelhos de *cone beam* em comparação com os de tomografia computadorizada: apenas alguns aparelhos apresentam em rotina uma dosimetria “eficaz” que ultrapassa a da tomografia computadorizada
- custo inferior, o que é particularmente importante em França, onde os exames pré-implantares não são comparticipados pelos fundos de segurança social.

Estes argumentos fazem da tomografia *cone beam* o exame de primeira opção em implantologia oral. Como podemos ver na Figura 13 o exam CBCT e de uma grande ajuda para o diagnóstico implantológico.

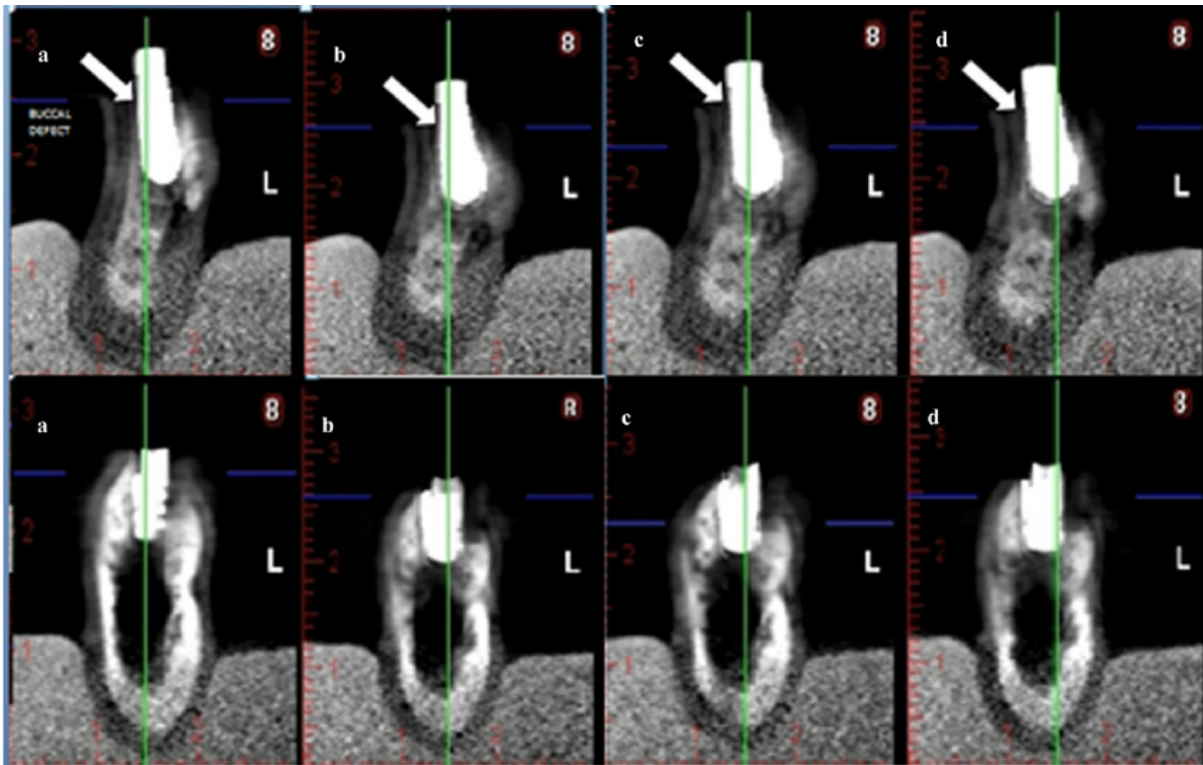


Figura 14: Imagem de um implante dentário utilizando a CBCT

(https://www.researchgate.net/profile/Kivanc_Kamburoglu2/publication/255976076/figure/fig1/AS:297462658027525@1447932032694/Cross-sectional-cone-beam-CT-CBCT-images-of-an-implant-with-and-without-buccal-marginal.png)

A CBCT proporciona uma ajuda substancial ao diagnóstico pré-implantar permitindo obter medições quantitativas muito próximas da realidade sobre a altura e a espessura do osso disponível, critérios essenciais para o posicionamento do futuro implante. Informa-nos sobre os obstáculos anatómicos, como o nervo alveolar inferior na mandíbula ou o pavimento do seio maxilares, ou ainda sobre os dentes inclusos ou os processos inflamatórios, o acesso cirúrgico e eventuais dificuldades. (Sun, Y., Luebbbers, H., Agbaje, J. O., Schepers, S., Politis, C., Van Slycke, S., & Vrielinck, L. (2013)).

O *cone beam* apresenta como vantagem o tratamento mais fácil das imagens recolhidas com softwares dedicados à implantologia, que são uma ajuda importante na cirurgia. Graças a estes softwares (Simplant, Nobelguide, etc.) a planificação implantar assistida por computador torna-

CBCT principio de funcionamento, interesse e limitação na pratica da medicina dentaria.

se mais fácil. O dentista pode assim posicionar o implante no local desejado, escolhendo o seu tamanho, a sua forma, o seu diâmetro e o seu eixo, verificar o paralelismo entre vários implantes, ou ainda pré-visualizar o projeto protético em 3 dimensões. (Figura 14)

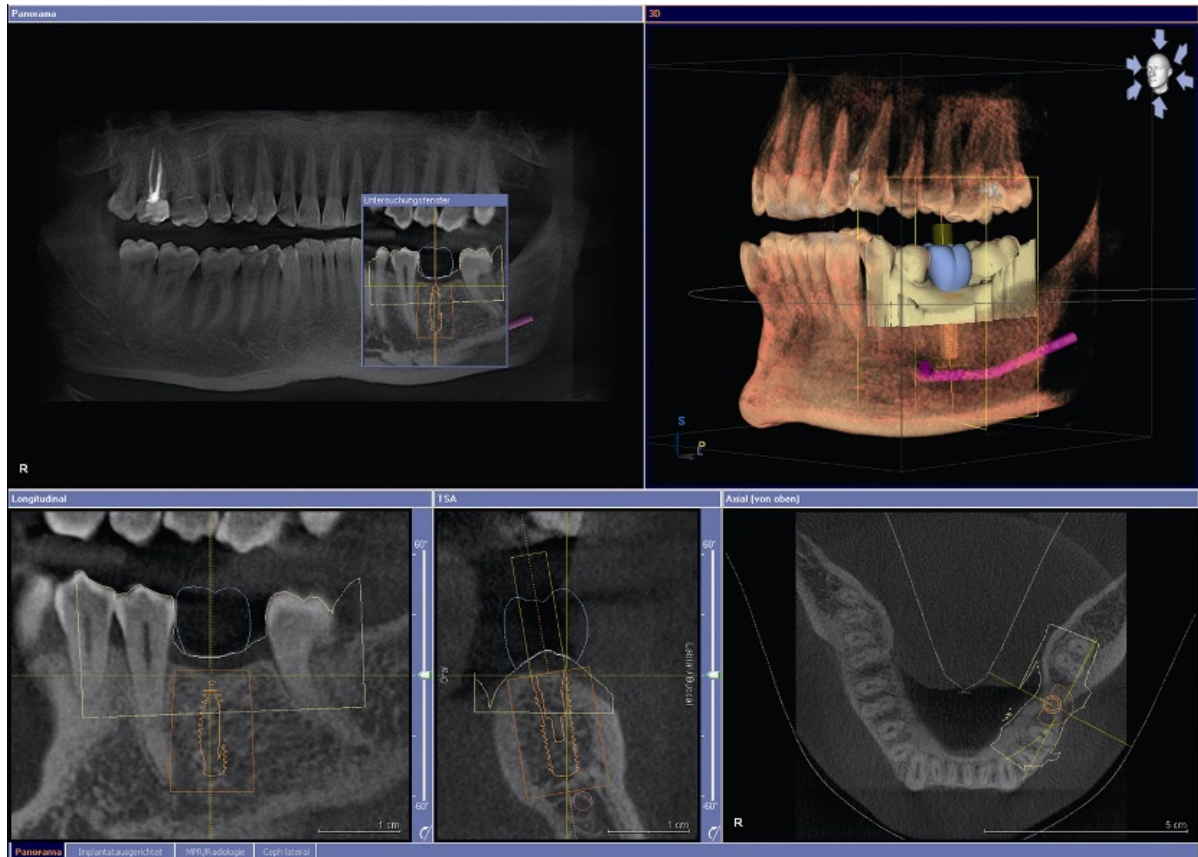


Figura 15: Guia de implante com CBCT

(<https://d3tvbm2frnc4j6.cloudfront.net/wp-content/uploads/2015/04/cbct-scan.jpg>)

O médico tem também a possibilidade de realizar as imagens de *cone beam* do doente com uma guia radiológica na boca, a fim de realizar uma guia cirúrgica que orientará e assegurará a segurança do seu procedimento durante a intervenção. Estas guias são fabricadas por empresas de softwares e depois entregues no laboratório de prótese para se obter uma prótese provisória ou de utilização direta. (Sun, Y., Luebbers, H., Agbaje, J. O., Schepers, S., Politis, C., Van Slycke, S., & Vrielinck, L. (2013))

III.2 Cirurgia dentária:

Devido às suas qualidades de alta resolução, à menor sensibilidade aos artefactos metálicos e à diminuição da radiação, a CBCT é a ferramenta adaptada à avaliação dos dentes inclusos e das anomalias ósseas.

As inclusões dentárias abrangem, em primeiro lugar, os terceiros molares mandibulares (dentes do siso mandibulares) e depois, em segundo lugar, os caninos maxilares. É essencial um diagnóstico correto para estabelecer o plano de tratamento adaptado. (Figura 15)

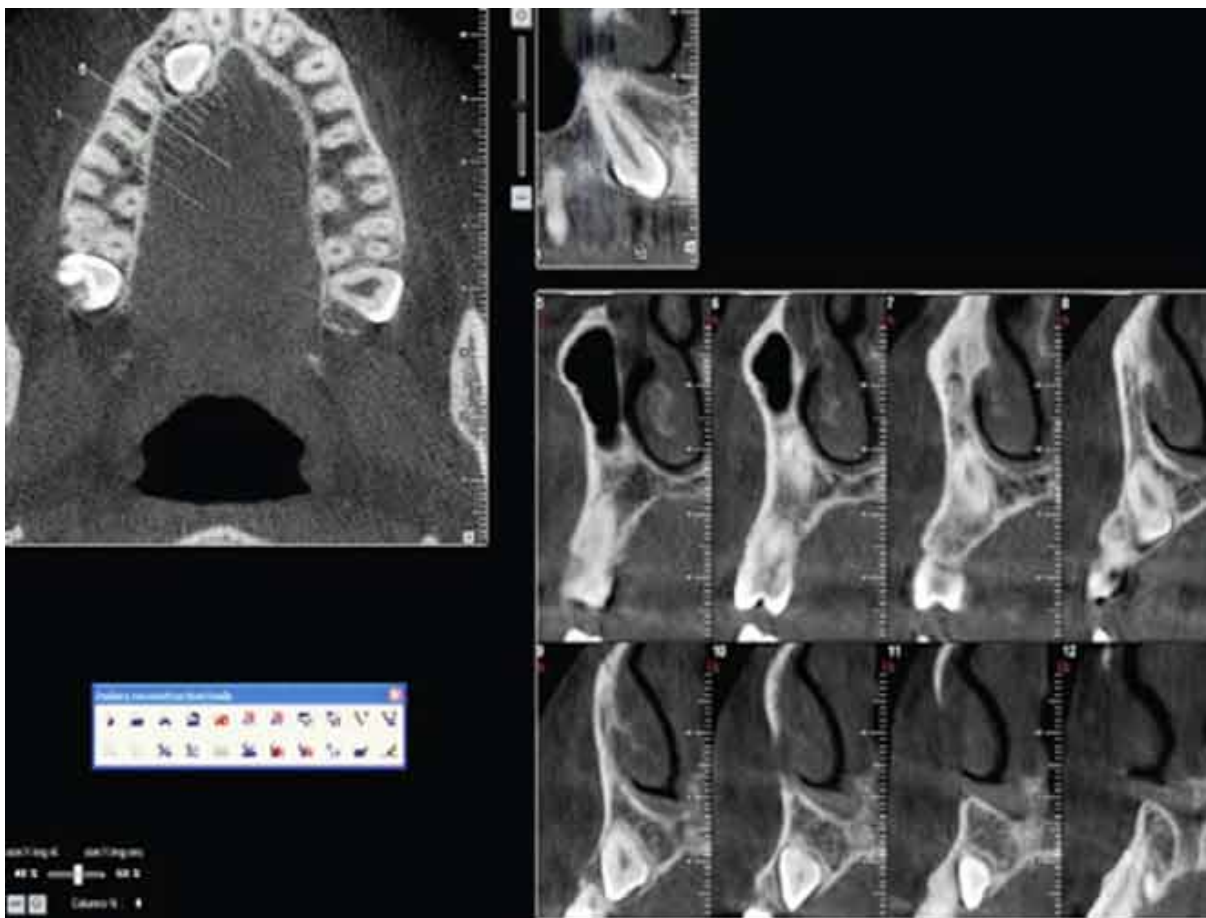


Figura 16: Cone beam maxilar mostrando a inclusão do dente 13 e as suas relações com os dentes adjacentes (<https://www.lecourrierdudentiste.com/images/stories/LCDD2017/LCDDDecembre/xFig5.jpg.pagespeed.ic.LRKr-T7-dV.jpg>)

A CBCT, com as suas reconstruções a 3D precisas, oferece uma análise minuciosa da morfologia, da orientação nos três planos do espaço do dente incluído, das reabsorções que pode provocar e, sobretudo, das suas relações com as estruturas anatómicas adjacentes.

Os softwares acoplados à CBCT permitem sublinhar os elementos anatómicos essenciais, como o canal dentário, selecionar a zona de trabalho e avaliar o acesso cirúrgico. Esta ajuda fundamental ao diagnóstico permite uma melhor abordagem do plano de tratamento. Desta forma, a cirurgia torna-se menos invasiva e mais precisa, limitando as complicações e as sequelas pós-operatórias. (Guerrero, M. E., Jacobs, R., Loubele, M., Schutyser, F., Suetens, P., & Van Steenberghe, D. (2006))

III.3 Endodontia:

O acesso à terceira dimensão permitiu visualizar realmente a complexidade da anatomia endodôntica. As várias variações anatómicas endodônticas são difíceis de extrapolar numa imagem em duas dimensões, a menos que as imagens retroalveolares ortocêntricas e excêntricas sejam multiplicadas. (Venskutonis, T., Plotino, G., Juodzbaly, G., & Mickevičienė, L. (2014))

Outras complexidades canelares, como os istmos, os deltas ou ainda as confluências, podem também ser reveladas na CBCT mediante reserva de uma aquisição suficientemente precisa. No entanto, a sua deteção a montante não altera forçosamente a condução do tratamento pelo médico equipado com ajudas óticas suficientes. Mas observá-las antes do tratamento permite antecipar melhor a sua gestão perioperatória. (Estrela, C., Bueno, M. R., Leles, C. R., Azevedo, B., & Azevedo, J. R. (2008))

O segundo canal méso-vestibular dos molares maxilares é objeto de um amplo debate na literatura endodôntica. A imagiologia tridimensional parece promissora para o localizar. (Parker, J., Mol, A., Rivera, E. M., & Tawil, P. (2017)) (Figura 16)

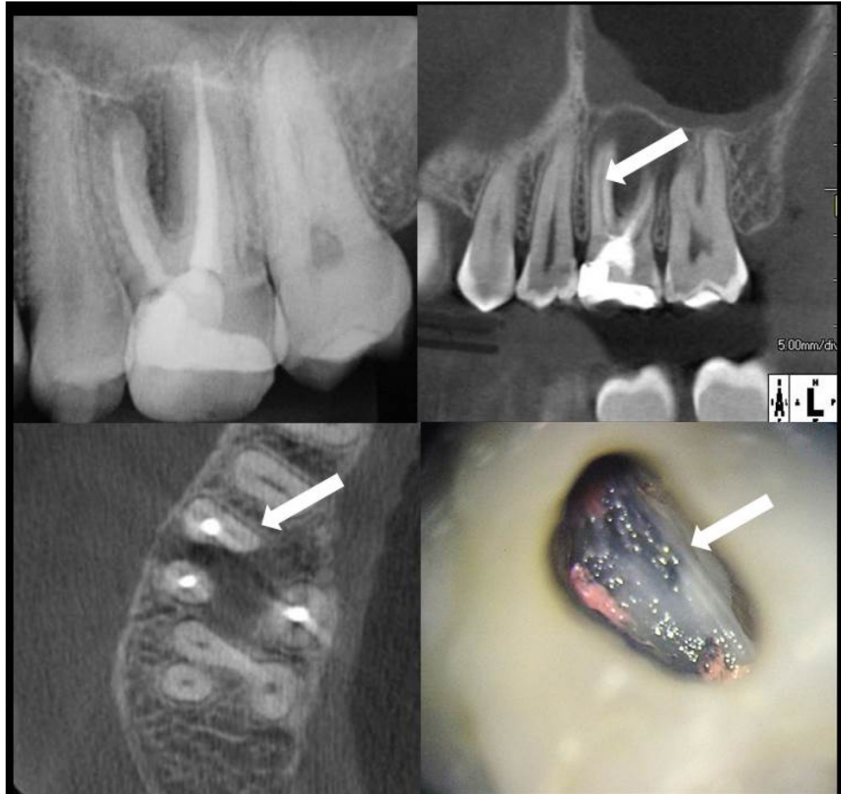


Figura 17: Localização do segundo canal mésio-vestibular grave com a CBCT
(https://www.dovepress.com/cr_data/article_fulltext/s154000/154641/img/ccide-154641_F003.jpg)

As imagens da CBCT em endodontia podem ser de interesse em determinados casos bem selecionados, quando as informações fornecidas pela prática clínica e a radiologia convencional não contribuem suficientemente para o diagnóstico e onde uma imagem tridimensional é indispensável: (Figura 17)

- Avaliação periapical pré-cirúrgica em particular na região posterior ou na região maxilar do forâmen do queixo
- investigação e localização de um canal radicular suplementar
- avaliação de uma patologia radicular tipo fratura, reabsorção e/ou periapical.

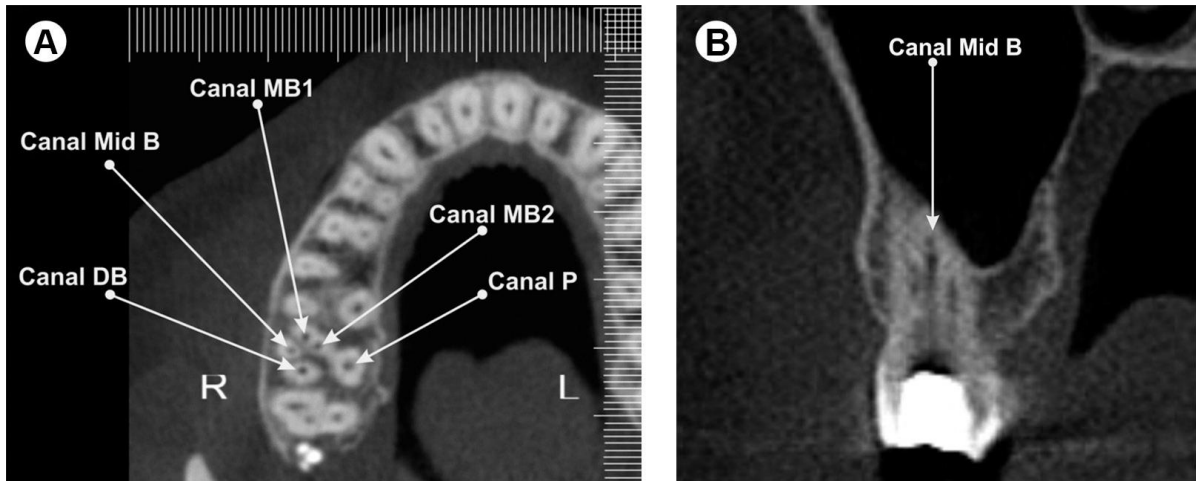


Figura 18: Marcação canalar em CBCT

(<http://www.scielo.br/img/revistas/bdj/v24n6//0103-6440-bdj-24-06-575-gf04.jpg>)

Não obstante, a CBCT também possui limitações. Se o dente já foi sujeito a um tratamento canalar, e está reconstituído com elementos metálicos, as imagens perdem a precisão. Os artefactos gerados pela presença de material radiopaco no sistema endodôntico degradam a qualidade das imagens e a sua leitura. (Lo Giudice, R., Nicita, F., Puleio, F., Alibrandi, A., Cervino, G., Lizio, A. S., & Pantaleo, G. (2018)) (Figura 18)



Figura 19: tratamento canalar

(https://www.dentistrytoday.com/Media/EditLiveJava/0916_McCormack_02.jpg)

O diagnóstico das fissuras e das fraturas radiculares é complexo, em particular devido à variabilidade dos quadros clínicos. Mais uma vez, a contribuição da terceira dimensão pode revelar-se útil em alguns destes casos, mas não constitui, infelizmente, uma solução miraculosa. Por último, é bastante raro poder observar diretamente o traço da fratura nas imagens de uma CBCT. A resolução espacial do *cone beam* é, apesar de tudo, muita baixa em relação à largura do traço da fratura. Para que uma fratura seja visível numa CBCT, deve existir uma situação de continuidade, ou seja, os fragmentos radiculares devem estar realmente dissociados pela fratura, o que é pouco frequente. (Parker, J., Mol, A., Rivera, E. M., & Tawil, P. (2017))

A chegada da imagiologia tridimensional constituiu um avanço real no planeamento dos atos cirúrgicos e, nomeadamente, na endodontia. É evidente que o acesso a imagens “de acordo” com a realidade permitiu antecipar com mais tranquilidade as dificuldades que possivelmente se pudessem encontrar durante o procedimento cirúrgico e, nomeadamente, os obstáculos anatómicos. A proximidade da lesão com o seio maxilar ou o nervo alveolar inferior, o nível do processo maxilar do osso zigomático, o eixo do dente a tratar ou ainda a espessura do osso vestibular, constituem informações importantes a observar antes da cirurgia.

A radiografia em duas dimensões não permite avaliar plenamente estas dificuldades anatómicas. Além disto, o recurso à imagiologia tridimensional permite uma localização precisa da lesão o que, por seu lado, permite realizar uma osteotomia precisa, conservando um máximo de tecido saudável. (Venskutonis, T., Plotino, G., Juodzbaly, G., & Mickevičienė, L. (2014))

A utilização da CBCT revela-se, assim, quase sempre imprescindível antes de uma cirurgia endodôntica. Por outro lado, isto não quer dizer que a CBCT pode substituir totalmente a imagem retroalveolar. De facto, certas informações podem ser perdidas na CBCT ou, pelo menos, ser bastante menos evidentes. É o caso, por exemplo, da relação coroa/raiz ou da estanqueidade do restauro da coroa, que é facilmente visualizado numa imagem retroalveolar mas que não o é numa CBCT, onde os artefactos metálicos impedem uma análise minuciosa do limite do restauro.

Sendo estas informações essenciais para a decisão terapêutica quando consideramos a opção da cirurgia endodôntica, a aquisição de imagens retroalveolares bem anguladas continua a ser um pré-requisito indispensável que a CBCT não pode substituir. A utilização cada vez maior das imagens tridimensionais permite atualmente realizar a cirurgia guiada. Enquanto a

implantologia já a consolidou na sua prática há alguns anos, as indicações em cirurgia endodôntica estão a definir-se e podem permitir a evolução da disciplina num futuro próximo.

III.4 Periodontologia:

Na literatura científica encontram-se poucos artigos que refiram as indicações da CBCT em periodontologia. Ainda hoje, o “gold standard” para a avaliação das periodontopatias continua a ser o exame com cone longo, que não permite evidenciar os defeitos vestibulares, palatinos ou linguais. Devido à sua alta resolução e à sua análise nos três planos do espaço, a CBCT parece ser um trunfo importante e promissor para o estudo do estado da progressão da doença periodontal e a extensão real das falhas ósseas ou da perda de fixação, nomeadamente nas lesões avançadas. Desta forma, as imagens a 3D permitem melhorar o diagnóstico e estão principalmente indicadas na avaliação pré-cirúrgica para o tratamento das lesões das furcas dos molares. (Bornstein, M. M., Horner, K., & Jacobs, R. (2016)).

A imagiologia CBCT em periodontologia pode ter interesse num pequeno número de casos seleccionados, como a avaliação pré-cirúrgica para o tratamento de lesões de furca dos molares maxilares, exibindo informações não fornecidas pela prática clínica e a radiologia convencional (informações anatómicas do tipo fusão ou proximidade radicular), informações essas que melhoram nestes casos específicos o tratamento e o prognóstico do dente. (Bornstein, M. M., Horner, K., & Jacobs, R. (2016)).

III.5 Ortodontia:

III.5.1 Análise cefalométrica/dismorfias e anomalias esqueléticas:

Para analisar as dismorfias esqueléticas, uma das vantagens da CBCT em relação à radiografia convencional é fornecer informações volumétricas, de superfície e seccionais sobre as estruturas craniofaciais. (Coskun,_, & Kaya, B. (2018)).

Resolve algumas limitações da radiografia a 2D, como a ausência de perspectiva, erros de projeção, ampliação, distorção geométrica, sobreposição de estruturas e posição inconstante da cabeça. (Deng, Y., Sun, Y., & Xu, T. (2018)).

A análise cefalométrica tridimensional destina-se a caracterizar os parâmetros indispensáveis ao diagnóstico ortodôntico, permitindo a quantificação objetiva das distorções. Associa a análise de perfil, que permite fazer o diagnóstico de desarmonias sagitais, com a incidência transversal (ou frontal) e axial para observar a largura das estruturas anatómicas e medir eventuais assimetrias. (Deng, Y., Sun, Y., & Xu, T. (2018))

São utilizados vários métodos de análise cefalométrica:

- o método mais antigo baseia-se nos métodos da cefalometria a 2D aplicando-os sobre as medições angulares e lineares resultantes da imagem a 3D. No entanto, este método diminui o interesse da CBCT ao realizar medições a 2D a partir de uma imagem a 3D,
- o método da sobreposição de 2 imagens a 3D analisa as alterações representadas por um mapa colorido com o método “iterative closest point” que considera as distâncias mais curtas entre as estruturas de 2 imagens. Esta imagem não consegue analisar as alterações em termos de forma mas permite simular o tratamento
- o método, provavelmente do futuro, é a correspondência das formas que determina o deslocamento de um ponto de referência entre 2 tempos do tratamento representando-o como um vetor e um mapa de cor que mostra, respetivamente, a direção e o grau de deslocamento.

A CBCT deve poder fornecer informações que terão como benefícios

- quantificar o grau de distorção, incluindo a deformação craniofacial (por ex., a fenda lábio-alvéolo-palatina)
- melhorar o diagnóstico diferencial das maloclusões de origem esquelética, dentária ou combinada, identificando os maxilares que contribuem para a maloclusão e determinando se a distorção é uni ou bilateral, assimétrica ou se é um caso de dilatação e de anomalia craniofacial.
- otimizar a planificação do tratamento e avaliar os resultados (por ex., expansão maxilar rápida).

III.5.2 Expansão maxilar rápida e dismorfia transversal:

A eficácia técnica da CBCT é satisfatória em termos de precisão e de fiabilidade das medições lineares e angulares para avaliar as dismorfias intermaxilares transversais. (Coskun,_. & Kaya, B. (2018)).

A CBCT pode permitir orientar melhor a decisão terapêutica em função do grau de maturação da sutura. Possui interesse para avaliar os resultados do EMR incluindo os efeitos indesejáveis a nível da sutura palatina, assim como a nível alvéolo-dentário e esquelético.

III.5.3 Avaliação das paredes alveolares:

A qualidade e a quantidade do osso alveolar condicionam a adaptabilidade óssea durante o movimento dentário ortodôntico, assim como a morfologia após o posicionamento dos dentes. A largura alveolar é modificada pelo movimento dos dentes com os aparelhos ortodônticos.

A CBCT pode apresentar vantagens para a avaliação do osso alveolar a 3D, incluindo o osso envolvente do dente aos níveis vestibular e lingual, assim como na avaliação das condições das paredes alveolares desfavoráveis ao tratamento ortodôntico, como as deiscências e as fenestrações ósseas. (Deng, Y., Sun, Y., & Xu, T. (2018)).

Os estudos mostram uma boa fiabilidade das medições obtidas com a CBCT para avaliar uma fenda lábio-alvéolo-palatina e estruturas, como os caninos e o osso alveolar adjacente à fenda, assim como para planificar o tratamento ortocirúrgico com enxertos ósseos e avaliar os resultados. (Coskun,_. & Kaya, B. (2018)).

Todavia, são necessários dados suplementares para determinar os benefícios terapêuticos da CBCT.

III.5.4 Ancoragem óssea temporária:

Os mini parafusos são ancoragens ósseas temporárias utilizadas para deslocar os dentes durante o tratamento ortodôntico ou ortopédico. Os 2 pontos essenciais para estas ancoragens são a segurança (evitar lesar a raiz adjacente durante a colocação) e a estabilidade interóssea. (Deng, Y., Sun, Y., & Xu, T. (2018)).

A CBCT pode ser útil para visualizar estruturas anatômicas contíguas ao local de inserção, como as raízes dentárias, os seios paranasais ou um feixe vâsculo nervoso, para evitar lesões ou complicações. A CBCT pode também ajudar a avaliar a qualidade e a quantidade óssea que podem ser potencialmente comprometidas e que são determinantes para a estabilidade do parafuso e a escolha do local ideal. (Coskun, _ & Kaya, B. (2018)).

III.5.5 Anomalias dentárias:

III.5.5.1 Dente incluso:

É importante diagnosticar precocemente um dente incluso para otimizar os resultados do tratamento que visam favorecer a erupção do dente para evitar os riscos associados à inclusão e, em particular, as reabsorções radiculares dos dentes adjacentes. (Deng, Y., Sun, Y., & Xu, T. (2018)).

III.5.5.2 Dente supranumerário:

Numa série de 85 casos comparativos, os resultados mostraram que as informações obtidas com a CBCT *versus* a radiologia convencional, eram mais precisos em termos de localização da patologia, reabsorção radicular e plano de tratamento.

Tal como para o dente incluso, é importante localizar corretamente o dente supranumerário e a sua relação com os dentes adjacentes e as estruturas anatômicas contíguas, em particular se estiver indicada uma extração. Estas informações podem ser úteis para determinar a abordagem

cirúrgica mais adaptada a fim de proteger as raízes dos dentes contíguos e o traumatismo dos tecidos vizinhos. (Deng, Y., Sun, Y., & Xu, T. (2018)).

III.5.5.3 Reabsorção radicular:

Na presença de um canino incluído, é importante visualizar corretamente o estado radicular do incisivo lateral. A imagem tridimensional pode conduzir à modificação de um plano de tratamento (por ex., um incisivo lateral reabsorvido poderá ser extraído em vez de um pré-molar saudável). (Coskun, İ. & Kaya, B. (2018)).

IV. Conclusão:

O *cone beam* tem certamente o seu lugar no arsenal do médico dentista: permite um diagnóstico rápido, preciso, com uma dose de radiação relativamente baixa, e uma tolerância melhorada face aos artefactos metálicos.

Além disso, a presença de vários aparelhos no mercado proporciona ao médico a possibilidade de optar por aquele que é mais adaptado à sua prática.

O *cone beam* é assim suficiente para o diagnóstico na maioria dos casos em implantologia e em patologia dento-maxilo-facial, devido à sua especificidade para o estudo dos tecidos duros que o complexo dento-alveolar representa.

Por outro lado, perante um desenvolvimento crescente desta ferramenta de ponta, parece essencial que seja obrigatória a formação profissional específica em imagiologia *cone beam* para que os médicos possam analisar e interpretar com eficácia os seus dados e escolher com pleno conhecimento de causa o tipo de modelo adaptado ao seu exercício atual ou ao que pretende desenvolver.

A contribuição da tomografia computadorizada de feixe cónico constitui assim uma nova via para a exploração radiológica do seio maxilar. O seu sucesso nos países anglo-saxónicos e, pouco a pouco, em todo o mundo, estimula os fabricantes de equipamentos de imagiologia a investirem cada vez mais na investigação para conceberem produtos ainda mais fiáveis e com maior desempenho que permitam a exploração da quase totalidade do maciço facial. No entanto, estes mesmos fabricantes de aparelhos de imagiologia médica têm ainda de encontrar outros meios técnicos para colmatar as desvantagens que acompanham atualmente o aumento do volume explorado. De facto, esta melhoria técnica é feita atualmente recorrendo ao aumento da radiação e fornecendo uma menor resolução espacial.

Conclusão

V. Bibliografia:

- Abramovitch, K., & Rice, D. D. (2014). Basic Principles of Cone Beam Computed Tomography. *Dental Clinics of North America*, 58(3), 463–484. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2014.03.002>
- Ali, E. S. M., Webb, R., & Nyiri, B. J. (2015). Rotational artifacts in on-board cone beam computed tomography. *Physics in Medicine and Biology*, 60(4), 1461–1476. <https://doi.org/10.1088/0031-9155/60/4/1461>
- Bornstein, M. M., Horner, K., & Jacobs, R. (2016). Use of cone beam computed tomography in implant dentistry: current concepts, indications and limitations for clinical practice and research. *Periodontology 2000*, 73(1), 51–72. <https://doi.org/10.1111/prd.12161>
- Chetley Ford, J., Zheng, D., & Williamson, J. F. (2011). Estimation of CT cone-beam geometry using a novel method insensitive to phantom fabrication inaccuracy: Implications for isocenter localization accuracy. *Medical Physics*, 38(6Part1), 2829–2840. <https://doi.org/10.1118/1.3589130>
- Coskun, İ., & Kaya, B. (2018). Cone Beam Computed Tomography in Orthodontics. *Turkish Journal of Orthodontics*, 31(2). <https://doi.org/10.5152/turkjorthod.2018.18020>
- Cotton, T., Geisler, T., Holden, D., Schwartz, S., & Schindler, W. (2007). Endodontic Applications of Cone-Beam Volumetric Tomography. *Journal of Endodontics*, 33(9), 1121–1132. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2007.06.011>
- Dawood, A., Patel, S., & Brown, J. (2009). Cone beam CT in dental practice. *British Dental Journal*, 207(1), 23–28. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2009.560>
- Deng, Y., Sun, Y., & Xu, T. (2018). Evaluation of root resorption after comprehensive orthodontic treatment using cone beam computed tomography (CBCT): a meta-analysis. *BMC Oral Health*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s12903-018-0579-2>
- Dillenseger, J., Gros, C., Sayeh, A., Rasamimanana, J., Lawniczak, F., Leminor, J. Choquet, P. (2017). Image quality evaluation of small FOV and large FOV CBCT devices for oral and maxillofacial radiology. *Dentomaxillofacial Radiology*, 46(1), 20160285. <https://doi.org/10.1259/dmfr.20160285>
- Dwivedi, N., Nagarajappa, A., & Tiwari, R. (2015). Artifacts: The downturn of CBCT image. *Journal of International Society of Preventive and Community Dentistry*, 5(6), 440. <https://doi.org/10.4103/2231-0762.170523>
- Estrela, C., Bueno, M. R., Leles, C. R., Azevedo, B., & Azevedo, J. R. (2008). Accuracy of Cone Beam Computed Tomography and Panoramic and Periapical Radiography for

- Detection of Apical Periodontitis. *Journal of Endodontics*, 34(3), 273–279.
<https://doi.org/10.1016/j.joen.2007.11.023>
- Ginat, D. T., & Gupta, R. (2014). Advances in Computed Tomography Imaging Technology. *Annual Review of Biomedical Engineering*, 16(1), 431–453.
<https://doi.org/10.1146/annurev-bioeng-121813-113601>
- Guerrero, M. E., Jacobs, R., Loubele, M., Schutyser, F., Suetens, P., & Van Steenberghe, D. (2006). State-of-the-art on cone beam CT imaging for preoperative planning of implant placement. *Clinical Oral Investigations*, 10(1), 1–7. <https://doi.org/10.1007/s00784-005-0031-2>
- Jacobs, R., & Quirynen, M. (2014). Dental cone beam computed tomography: justification for use in planning oral implant placement. *Periodontology 2000*, 66(1), 203–213.
<https://doi.org/10.1111/prd.12051>
- Jaffray, D. A., & Siewerdsen, J. H. (2000). Cone-beam computed tomography with a flat-panel imager: Initial performance characterization. *Medical Physics*, 27(6), 1311–1323.
<https://doi.org/10.1118/1.599009>
- Kalathingal, S. M., Mol, A., Tyndall, D. A., Caplan, D. J., & Hill, C. (2007). In vitro assessment of cone beam local computed tomography for proximal caries detection. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 104(5), 699–704.
<https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2006.08.032>
- Katsumata, A., Hirukawa, A., Noujeim, M., Okumura, S., Naitoh, M., Fujishita, M., Langlais, R. P. (2006). Image artifact in dental cone-beam CT. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 101(5), 652–657.
<https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2005.07.027>
- Kiljunen, T., Kaasalainen, T., Suomalainen, A., & Kortensniemi, M. (2015). Dental cone beam CT: A review. *Physica Medica*, 31(8), 844–860.
<https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2015.09.004>
- Lo Giudice, R., Nicita, F., Puleio, F., Alibrandi, A., Cervino, G., Lizio, A. S., & Pantaleo, G. (2018). Accuracy of Periapical Radiography and CBCT in Endodontic Evaluation. *International Journal of Dentistry*, 2018, 1–7. <https://doi.org/10.1155/2018/2514243>
- MacDonald, D. (2015). Cone-beam computed tomography and the dentist. *Journal of Investigative and Clinical Dentistry*, 8(1). <https://doi.org/10.1111/jicd.12178>
- Mohan, R., Sing, I., Jain, A., & Mark, R. (2014). Diagnostic Accuracy of CBCT for Aggressive Periodontitis. *Journal of Clinical Imaging Science*, 4(2), 2.
<https://doi.org/10.4103/2156-7514.133258>

- Nasseh, I., & Al-Rawi, W. (2018). Cone Beam Computed Tomography. *Dental Clinics of North America*, 62(3), 361–391. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2018.03.002>
- Oenning, A. C., Jacobs, R., Pauwels, R., Stratis, A., Hedesiu, M., & Salmon, B. (2017). Cone-beam CT in paediatric dentistry: DIMITRA project position statement. *Pediatric Radiology*, 48(3), 308–316. <https://doi.org/10.1007/s00247-017-4012-9>
- O'Brien, N., Boardman, R., Sinclair, I., & Blumensath, T. (2016). Recent Advances in X-ray Cone-beam Computed Laminography. *Journal of X-Ray Science and Technology*, 24(5), 691–707. <https://doi.org/10.3233/XST-160581>
- Parker, J., Mol, A., Rivera, E. M., & Tawil, P. (2017). CBCT uses in clinical endodontics: the effect of CBCT on the ability to locate MB2 canals in maxillary molars. *International Endodontic Journal*, 50(12), 1109–1115. <https://doi.org/10.1111/iej.12736>
- Patel, S., Brown, J., Pimentel, T., Kelly, R. D., Abella, F., & Durack, C. (2019). Cone beam computed tomography in Endodontics – a review of the literature. *International Endodontic Journal*, <https://doi.org/10.1111/iej.13115>
- Patel, S., & Horner, K. (2009). The use of cone beam computed tomography in endodontics. *International Endodontic Journal*, 42(9), 755–756. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2009.01607.x>
- Pauwels, R., Araki, K., Siewerdsen, J. H., & Thongvigitmanee, S. S. (2015). Technical aspects of dental CBCT: state of the art. *Dentomaxillofacial Radiology*, 44(1), 20140224. <https://doi.org/10.1259/dmfr.20140224>
- Pauwels, R., Zhang, G., Theodorakou, C., Walker, A., Bosmans, H., Jacobs, R., Horner, K. (2014). Effective radiation dose and eye lens dose in dental cone beam CT: effect of field of view and angle of rotation. *The British Journal of Radiology*, 87(1042), 20130654. <https://doi.org/10.1259/bjr.20130654>
- Queiroz, P. M., Oliveira, M. L., Groppo, F. C., Haiter-Neto, F., & Freitas, D. Q. (2017). Evaluation of metal artefact reduction in cone-beam computed tomography images of different dental materials. *Clinical Oral Investigations*, 22(1), 419–423. <https://doi.org/10.1007/s00784-017-2128-9>
- Rios, H. F., Borgnakke, W. S., & Benavides, E. (2017). The Use of Cone-Beam Computed Tomography in Management of Patients Requiring Dental Implants: An American Academy of Periodontology Best Evidence Review. *Journal of Periodontology*, 88(10), 946–959. <https://doi.org/10.1902/jop.2017.160548>

- Roberts, J. A., Drage, N. A., Davies, J., & Thomas, D. W. (2009). Effective dose from cone beam CT examinations in dentistry. *The British Journal of Radiology*, *82*(973), 35–40. <https://doi.org/10.1259/bjr/31419627>
- Scarfe, W., Azevedo, B., Toghyani, S., & Farman, A. (2017). Cone Beam Computed Tomographic imaging in orthodontics. *Australian Dental Journal*, *62*, 33–50. <https://doi.org/10.1111/adj.12479>
- Schafer, S., Nithiananthan, S., Mirota, D. J., Uneri, A., Stayman, J. W., Zbijewski, W., Siewerdsen, J. H. (2011). Mobile C-arm cone-beam CT for guidance of spine surgery: Image quality, radiation dose, and integration with interventional guidance. *Medical Physics*, *38*(8), 4563–4574. <https://doi.org/10.1118/1.3597566>
- Schulze, R. (2014). The success of cone beam CT. *Dentomaxillofacial Radiology*, *43*(5), 20140109. <https://doi.org/10.1259/dmfr.20140109>
- Sun, Y., Luebbbers, H., Agbaje, J. O., Schepers, S., Politis, C., Van Slycke, S., & Vrielinck, L. (2013). Accuracy of Dental Implant Placement Using CBCT-Derived Mucosa-Supported Stereolithographic Template. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, *17*(5), 862–870. <https://doi.org/10.1111/cid.12189>
- Van Assche, N., Van Steenberghe, D., Guerrero, M. E., Hirsch, E., Schutyser, F., Quirynen, M., & Jacobs, R. (2007). Accuracy of implant placement based on pre-surgical planning of three-dimensional cone-beam images: a pilot study. *Journal of Clinical Periodontology*, *34*(9), 816–821. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051x.2007.01110.x>
- Venskutonis, T., Plotino, G., Juodzbaly, G., & Mickevičienė, 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. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.05.009>
- Walter, C. (2015). Cone beam computed tomography (CBCT) for diagnosis and treatment planning in periodontology: A systematic review. *Quintessence International*, *47*(1), 25–37. <https://doi.org/10.3290/j.qi.a34724>
- Yang, Y., Armour, M., Wang, K. K., Gandhi, N., Iordachita, I., Siewerdsen, J., & Wong, J. (2015). Evaluation of a cone beam computed tomography geometry for image guided small animal irradiation. *Physics in Medicine and Biology*, *60*(13), 5163–5177. <https://doi.org/10.1088/0031-9155/60/13/5163>