

UTILIZAÇÃO CONTEMPORÂNEA DAS RADIOGRAFIAS PANORÂMICAS E DAS TOMOGRAFIAS LINEAR, COMPUTADORIZADA E DE FEIXE CÔNICO NA ODONTOLOGIA: INDICAÇÕES, APLICAÇÕES E PERSPECTIVAS DIGITAIS

CONTEMPORARY USE OF PANORAMIC RADIOGRAPHS AND LINEAR, COMPUTED, AND CONE-BEAM TOMOGRAPHY IN DENTISTRY: INDICATIONS, APPLICATIONS, AND DIGITAL PERSPECTIVES

 <https://doi.org/10.63330/sasciencesv6n2-231>

Submetido em: 06/10/2026 e Publicado em: 16/10/2026

SAS: e26458

Rogério Hernandez

Cirurgião-Dentista, Cirurgião Buco-Maxilo-Facial e Implantodontista; Especializando em Radiologia e Imaginologia pelo SENAC São Paulo; Mestrando em Gerontologia pela Universidad Europea del Atlántico, Espanha; Professor de Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Facial

Resumo

A evolução dos métodos de diagnóstico por imagem modificou profundamente a prática odontológica, especialmente nas áreas de Implantodontia, Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Facial, Ortodontia, Endodontia e Radiologia Odontológica. A radiografia panorâmica permanece como importante método de avaliação inicial devido à sua ampla cobertura anatômica, facilidade de execução e capacidade de fornecer uma visão geral do complexo maxilomandibular. Paralelamente, técnicas tomográficas evoluíram da tomografia linear para a tomografia computadorizada médica e, posteriormente, para a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), possibilitando avaliação tridimensional das estruturas maxilofaciais. O presente artigo apresenta uma revisão narrativa sobre a utilização contemporânea desses métodos, abordando suas características, indicações, vantagens, limitações e aplicações clínicas. São discutidos particularmente os princípios de justificação e otimização da exposição à radiação, a seleção do campo de aquisição, a resolução espacial e a integração da TCFC aos fluxos digitais de planejamento implantodôntico. Destaca-se ainda sua aplicação no planejamento de implantes convencionais, curtos, inclinados, zigomáticos e pterigoídeos, bem como na cirurgia guiada, cirurgia navegada e integração de arquivos DICOM e STL. Conclui-se que os métodos radiográficos e tomográficos não devem ser considerados tecnologias concorrentes, mas ferramentas complementares cuja indicação deve estar fundamentada na questão clínica a ser respondida.

Palavras-chave: CBCT; Diagnóstico por imagem; Implantodontia; Radiografia panorâmica; Radiologia odontológica; Tomografia computadorizada; Tomografia computadorizada de feixe cônico; Tomografia linear.



Abstract

The evolution of diagnostic imaging methods has profoundly changed contemporary dentistry, particularly in Implant Dentistry, Oral and Maxillofacial Surgery, Orthodontics, Endodontics, and Dental Radiology. Panoramic radiography remains an important initial imaging modality because of its broad anatomical coverage, accessibility, and ability to provide an overview of the maxillomandibular complex. At the same time, tomographic techniques have evolved from linear tomography to medical computed tomography and, subsequently, cone-beam computed tomography (CBCT), enabling three-dimensional assessment of maxillofacial structures. This narrative review discusses the contemporary use of these imaging modalities, addressing their characteristics, indications, advantages, limitations, and clinical applications. Particular attention is given to justification and optimization of radiation exposure, field-of-view selection, spatial resolution, and the integration of CBCT into digital implant planning workflows. Applications in conventional, short, tilted, zygomatic, and pterygoid implants, as well as static guided surgery, dynamic navigation, and the integration of DICOM and STL files, are also discussed. Imaging modalities should not be regarded as competing technologies but as complementary diagnostic tools whose indication must be based on the specific clinical question.

Keywords: CBCT; Cone-beam computed tomography; Computed tomography; Dental radiology; Diagnostic imaging; Implant dentistry; Linear tomography; Panoramic radiography.

1 INTRODUÇÃO

O diagnóstico por imagem constitui uma das principais ferramentas complementares da Odontologia contemporânea. A possibilidade de visualizar dentes, estruturas ósseas, seios maxilares, articulações temporomandibulares e relações anatômicas complexas permite ao cirurgião-dentista estabelecer diagnósticos mais precisos e planejar tratamentos com maior previsibilidade.

Durante o desenvolvimento da Radiologia Odontológica, a avaliação baseou-se predominantemente em métodos bidimensionais, como radiografias periapicais, oclusais e panorâmicas. Embora esses métodos permaneçam importantes, a sobreposição das estruturas anatômicas e a impossibilidade de representar adequadamente a dimensão vestibulo-lingual ou vestibulo-palatina constituem limitações inerentes às imagens bidimensionais.

O desenvolvimento da tomografia linear permitiu a obtenção de imagens seccionais com redução da sobreposição anatômica. Posteriormente, a tomografia computadorizada introduziu a possibilidade de reconstrução de cortes axiais e multiplanares, proporcionando uma representação anatômica tridimensional mais detalhada.



A introdução da tomografia computadorizada de feixe cônico representou uma transformação particularmente importante para a Odontologia. A TCFC possibilitou a aquisição volumétrica da região maxilofacial com elevada resolução espacial para estruturas mineralizadas e tornou-se especialmente relevante para Implantodontia, Cirurgia Buco-Maxilo-Facial, Endodontia e Ortodontia [1-5].

Entretanto, a evolução tecnológica não significa que o método mais sofisticado deva substituir indiscriminadamente os demais. A seleção do exame deve considerar a pergunta clínica, a região anatômica de interesse, a necessidade de informação tridimensional e a possibilidade de o resultado modificar o diagnóstico ou a conduta terapêutica [1,4].

2 RADIOGRAFIA PANORÂMICA

A radiografia panorâmica é um método extraoral que permite visualizar, em uma única imagem, as arcadas dentárias, maxila, mandíbula e diversas estruturas anatômicas adjacentes.

Sua principal característica é a ampla abrangência anatômica. Ao contrário das radiografias intraorais, que apresentam elevada resolução espacial em regiões específicas, a radiografia panorâmica proporciona uma visão geral do complexo maxilomandibular.

2.1 UTILIZAÇÃO CONTEMPORÂNEA

Apesar da crescente disponibilidade dos métodos tridimensionais, a radiografia panorâmica continua sendo amplamente utilizada como exame de avaliação inicial.

Entre suas principais aplicações estão:

- avaliação geral da dentição;
- identificação de dentes inclusos ou impactados;
- avaliação dos terceiros molares;
- investigação inicial de perdas dentárias;
- avaliação geral do suporte ósseo;
- identificação de alterações ósseas extensas;
- avaliação inicial dos seios maxilares;
- investigação de alterações odontogênicas;
- avaliação preliminar para Implantodontia;
- acompanhamento de determinados tratamentos;
- avaliação inicial de algumas fraturas mandibulares;
- documentação radiográfica.



Na Implantodontia, a panorâmica pode fornecer informações preliminares sobre distribuição dentária, altura óssea aproximada, localização do canal mandibular e relação geral com os seios maxilares.

Entretanto, quando a decisão terapêutica depende de informações tridimensionais, a radiografia panorâmica pode ser insuficiente.

2.2 LIMITAÇÕES

A radiografia panorâmica apresenta sobreposição anatômica, magnificação e distorção geométrica. Além disso, não fornece adequadamente a dimensão vestibulo-lingual ou vestibulo-palatina.

Consequentemente, estruturas localizadas em diferentes profundidades podem ser projetadas sobre uma mesma região da imagem.

Na Implantodontia, essa limitação é particularmente relevante quando se pretende determinar a espessura do rebordo alveolar, a localização tridimensional do canal mandibular ou a relação espacial de um implante planejado com estruturas anatômicas nobres.

3 TOMOGRAFIA LINEAR

A tomografia linear é uma técnica radiográfica na qual ocorre movimento sincronizado do tubo de raios X e do receptor de imagem, permitindo o registro de determinado plano anatômico com redução da sobreposição das estruturas localizadas fora do plano de interesse.

3.1 CARACTERÍSTICAS

O princípio fundamental consiste na movimentação coordenada do tubo de raios X e do receptor, de maneira que estruturas situadas no plano selecionado sejam registradas com maior nitidez, enquanto aquelas localizadas fora desse plano sofram borramento.

Esse mecanismo permite obter imagens seccionais e analisar determinadas estruturas anatômicas com menor interferência das sobreposições encontradas nas radiografias convencionais.

3.2 UTILIZAÇÃO DA TOMOGRAFIA LINEAR

A tomografia linear pode ser utilizada para avaliação de estruturas maxilofaciais quando se pretende obter informações seccionais com redução da sobreposição anatômica.

Na Odontologia, sua utilização pode envolver a avaliação de estruturas ósseas, localização de dentes inclusos, análise de determinados segmentos dos maxilares e investigação das relações anatômicas que apresentam limitações na radiografia convencional.

Em determinadas situações, pode contribuir para avaliação da altura e configuração óssea e para localização espacial de estruturas de interesse.



Entretanto, a técnica apresenta limitações relacionadas à resolução, à presença de borramento e aos artefatos decorrentes do movimento, além de não proporcionar uma reconstrução tridimensional tão abrangente quanto os métodos computadorizados.

Por essas características, sua utilização contemporânea é mais restrita quando comparada à tomografia computadorizada e à TCFC.

A escolha da tomografia linear deve considerar a necessidade clínica, a região anatômica a ser examinada e a quantidade de informação necessária para estabelecer o diagnóstico ou planejamento terapêutico.

4 TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA

A tomografia computadorizada revolucionou o diagnóstico por imagem ao permitir a aquisição de múltiplas projeções de raios X e sua reconstrução computacional em cortes seccionais.

Diferentemente da radiografia convencional, a TC possibilita a avaliação das estruturas em diferentes planos e a produção de reconstruções multiplanares e tridimensionais.

Na região maxilofacial, a TC possui papel importante na avaliação de situações complexas.

4.1 PRINCIPAIS APLICAÇÕES

A TC pode ser utilizada na investigação de:

- traumatismos faciais;
- fraturas complexas;
- tumores;
- lesões ósseas;
- infecções profundas;
- alterações dos seios paranasais;
- alterações da articulação temporomandibular;
- deformidades craniofaciais;
- planejamento cirúrgico;
- reconstruções ósseas;
- alterações envolvendo tecidos moles.

A TC médica apresenta especial importância quando a avaliação de tecidos moles ou a extensão de determinadas alterações patológicas constitui parte fundamental da investigação.



4.2 TC MÉDICA VERSUS TCFC

A escolha entre TC médica e TCFC não deve ser baseada exclusivamente na disponibilidade do equipamento.

A TC médica apresenta vantagens na avaliação de tecidos moles e em determinadas condições patológicas e traumáticas. A TCFC, por sua vez, apresenta características particularmente favoráveis à avaliação de estruturas mineralizadas da região maxilofacial, com elevada resolução espacial e possibilidade de utilizar campos de aquisição relativamente pequenos [1,4,5].

Assim, devem ser considerados:

1. região anatômica;
2. hipótese diagnóstica;
3. necessidade de avaliação de tecidos moles;
4. resolução necessária;
5. extensão do campo de aquisição;
6. dose de radiação;
7. possibilidade de o exame modificar a conduta clínica.

5 TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO

A tomografia computadorizada de feixe cônico representa uma das principais transformações da Radiologia Odontológica contemporânea.

Na TCFC, um feixe de raios X de formato aproximadamente cônico realiza uma rotação em torno do paciente enquanto um detector registra múltiplas projeções. Os dados são posteriormente processados para produzir um volume tridimensional.

O volume pode ser analisado nos planos axial, coronal e sagital, além de permitir reconstruções oblíquas e representações tridimensionais.

5.1 APLICAÇÕES CLÍNICAS

A TCFC apresenta aplicações em diversas especialidades odontológicas.

Entre elas:

- Implantodontia;
- Cirurgia Buco-Maxilo-Facial;
- Endodontia;
- Ortodontia;
- avaliação de dentes inclusos;
- análise das articulações temporomandibulares em indicações selecionadas;

- 
- avaliação dos seios maxilares;
 - avaliação de lesões ósseas;
 - planejamento de cirurgias complexas.

A indicação deve sempre ser individualizada.

6 FOV, Voxel E QUALIDADE DA IMAGEM

A seleção do campo de aquisição (field of view – FOV) constitui aspecto fundamental na TCFC.

O princípio de otimização recomenda que o campo seja suficiente para responder à pergunta clínica, evitando aquisição desnecessariamente extensa [1,4].

Campos menores podem ser utilizados quando a região de interesse é localizada, enquanto campos maiores podem ser necessários para avaliações que envolvem estruturas anatômicas extensas.

Além do FOV, devem ser considerados:

- tamanho do voxel;
- resolução espacial;
- corrente do tubo;
- tensão;
- tempo de exposição;
- movimentação do paciente;
- presença de artefatos metálicos.

A utilização de voxel extremamente pequeno não deve ser considerada automaticamente superior. O aumento da resolução pode estar associado a aumento da exposição ou do ruído, dependendo do protocolo.

Assim, a qualidade da imagem deve ser suficiente para a finalidade diagnóstica, e não necessariamente máxima.

7 TCFC NO PLANEJAMENTO DE IMPLANTES

A Implantodontia foi uma das áreas que mais se beneficiaram da evolução da imagem tridimensional.

O planejamento baseado exclusivamente na altura óssea pode ser insuficiente, pois o rebordo pode apresentar altura adequada e espessura inadequada.

A TCFC permite avaliar:

- altura óssea;
- espessura óssea;
- inclinação do rebordo;



- corticais vestibular e lingual/palatina;
- canal mandibular;
- forame mental;
- seio maxilar;
- cavidade nasal;
- defeitos ósseos;
- relações tridimensionais entre o implante planejado e estruturas anatômicas.

A literatura contemporânea demonstra que protocolos de baixa dose podem apresentar precisão adequada para determinadas medições lineares utilizadas no planejamento implantodôntico [6,7].

Isso reforça a importância da otimização do protocolo em vez da utilização indiscriminada de parâmetros de alta exposição.

8 IMPLANTES ZIGOMÁTICOS E PTERIGOÍDEOS

A utilização da TCFC adquiriu importância ainda maior com a expansão das alternativas terapêuticas para maxilas atroficas.

Nos implantes zigomáticos, a análise tridimensional permite estudar o complexo maxilozigomático, a espessura das estruturas ósseas, a trajetória planejada do implante e sua relação com o seio maxilar, órbita e demais estruturas anatômicas.

A análise tridimensional também possibilita avaliar diferentes trajetórias de inserção, considerando o posicionamento protético e a distribuição do implante dentro das estruturas de suporte.

Nos implantes pterigoídeos, a anatomia da região pterigomaxilar exige análise tridimensional detalhada.

A identificação do processo pterigoide, tuberosidade maxilar, seio maxilar e estruturas adjacentes é fundamental para planejamento individualizado.

Dessa maneira, a TCFC constitui importante ferramenta no planejamento de implantes zigomáticos e pterigoídeos, sobretudo em casos de anatomia complexa.

9 CIRURGIA GUIADA E CIRURGIA NAVEGADA

A evolução dos métodos tridimensionais permitiu a integração entre diagnóstico, planejamento e execução cirúrgica.

Na cirurgia guiada estática, o planejamento virtual é utilizado para produção de um guia cirúrgico que transfere ao campo operatório a posição planejada dos implantes.

Na cirurgia navegada, o operador recebe informações durante o procedimento sobre a posição dos instrumentos em relação ao planejamento virtual.



A precisão dessas técnicas depende, entre outros fatores, da qualidade da aquisição tomográfica e da correta integração dos dados digitais.

Movimentos do paciente, artefatos metálicos, FOV inadequado e erros de registro podem comprometer o planejamento.

Portanto, a utilização de tecnologia digital não elimina a necessidade de conhecimento anatômico e radiológico.

10 INTEGRAÇÃO DICOM, STL E PACIENTE VIRTUAL

Uma das principais transformações da Implantodontia contemporânea é a integração entre diferentes fontes de informação digital.

O arquivo DICOM proveniente da TCFC pode ser associado a arquivos STL obtidos por escaneamento intraoral ou extraoral.

Essa integração permite relacionar:

Estrutura óssea + dentes + tecidos moles de interesse + planejamento protético + posição tridimensional dos implantes.

O paciente passa, assim, a ser representado virtualmente no ambiente de planejamento.

Essa abordagem permite desenvolver:

- planejamento reverso;
- posicionamento proteticamente orientado;
- guias cirúrgicos;
- modelos tridimensionais;
- componentes CAD/CAM;
- cirurgia navegada;
- fluxos digitais integrados.

A imagem deixa de ser apenas documentação complementar e passa a constituir parte do processo de planejamento e execução do tratamento.

11 ESTEREOGRAFIA E MODELOS TRIDIMENSIONAIS

A informação tridimensional obtida pela TC pode ser utilizada para produção de modelos físicos por processos de fabricação aditiva.

A estereolitografia e outras tecnologias de impressão tridimensional permitem transformar informações digitais em modelos anatômicos.

Esses modelos podem ser utilizados para:

- estudo anatômico;



- planejamento cirúrgico;
- treinamento;
- simulação;
- confecção de guias;
- avaliação de casos complexos.

Na Cirurgia Buco-Maxilo-Facial, a associação entre TC, reconstrução tridimensional e impressão 3D permite planejamento mais individualizado de procedimentos reconstrutivos e traumatológicos.

12 ROBÓTICA E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

A evolução da imagem tridimensional também favoreceu o desenvolvimento de sistemas de navegação, automação e robótica.

Embora a utilização clínica da robótica odontológica ainda esteja em desenvolvimento, o princípio fundamental permanece o mesmo: transformar informações de imagem em dados tridimensionais capazes de orientar a intervenção.

Paralelamente, a inteligência artificial vem sendo estudada para tarefas como:

- segmentação anatômica;
- identificação de estruturas;
- detecção de alterações;
- planejamento de implantes;
- avaliação óssea;
- reconhecimento dentário;
- auxílio à interpretação de imagens.

Essas tecnologias devem ser compreendidas como ferramentas auxiliares, e não como substitutas do julgamento clínico e da responsabilidade profissional.

13 PROTEÇÃO RADIOLÓGICA E PRINCÍPIO ALARA

Os exames que utilizam raios X envolvem exposição à radiação ionizante.

Por essa razão, a indicação deve seguir os princípios de justificação e otimização.

O conceito ALARA (As Low As Reasonably Achievable) estabelece que a exposição deve ser mantida tão baixa quanto razoavelmente possível, sem comprometer a qualidade necessária para responder à questão clínica.

Assim, não se deve solicitar uma tomografia simplesmente porque ela fornece mais informações.

A questão fundamental é:



A informação adicional fornecida pelo exame poderá modificar o diagnóstico, o planejamento ou a conduta terapêutica?

Quando a resposta for negativa, um método mais simples pode ser suficiente.

14 RADIOGRAFIA PANORÂMICA E TOMOGRAFIA: MÉTODOS COMPLEMENTARES

A evolução da Radiologia Odontológica não deve ser interpretada como substituição absoluta da radiografia panorâmica pela tomografia.

Os métodos apresentam diferentes finalidades.

A radiografia panorâmica pode fornecer uma avaliação geral rápida e abrangente, enquanto a TCFC oferece informações tridimensionais detalhadas.

Um fluxo diagnóstico racional pode ser representado por:

Avaliação clínica → identificação da questão diagnóstica → exame de imagem indicado → interpretação → planejamento → tratamento → acompanhamento.

Em determinados casos, a TCFC pode ser indicada diretamente quando a própria questão clínica exige avaliação tridimensional.

15 IMPORTÂNCIA DA INTERPRETAÇÃO PROFISSIONAL

A utilização crescente de exames tridimensionais também aumenta a responsabilidade relacionada à interpretação.

O volume de informação produzido por uma TCFC é significativamente maior que o de uma radiografia panorâmica.

A avaliação não deve limitar-se à região em que o profissional inicialmente suspeita de alteração.

Estruturas adjacentes incluídas no campo de aquisição podem apresentar achados incidentais clinicamente relevantes.

Por isso, a interpretação deve ser sistemática, considerando todo o volume adquirido.

16 APLICAÇÃO NA IMPLANTODONTIA CONTEMPORÂNEA

Na Implantodontia contemporânea, o diagnóstico por imagem deve estar integrado ao diagnóstico clínico e protético.

O planejamento deve partir da reabilitação desejada e, posteriormente, avaliar as condições anatômicas disponíveis.

Nesse contexto, podem ser analisados:

1. disponibilidade óssea;
2. anatomia das estruturas nobres;



3. posição protética;
4. necessidade de procedimentos regenerativos;
5. possibilidade de implantes convencionais;
6. possibilidade de implantes curtos;
7. possibilidade de implantes inclinados;
8. indicação de implantes zigomáticos;
9. indicação de implantes pterigoídeos;
10. necessidade de reconstrução;
11. possibilidade de cirurgia guiada;
12. possibilidade de cirurgia navegada.

A TCFC, portanto, não deve ser compreendida apenas como um exame radiográfico mais sofisticado, mas como uma ferramenta de planejamento tridimensional.

17 TABELA COMPARATIVA DOS MÉTODOS

Método| Representação| Principais aplicações| Vantagens| Limitações

Radiografia panorâmica| Bidimensional| Avaliação geral dos maxilares| Ampla cobertura, acessibilidade e rapidez| Sobreposição, distorção e ausência da dimensão vestibulo-lingual

Tomografia linear| Seccional| Avaliações específicas dos maxilares| Redução de sobreposição| Menor capacidade de reconstrução tridimensional

TC médica| Tridimensional| Trauma, patologia, estruturas profundas e tecidos moles| Excelente avaliação anatômica global| Pode apresentar maior dose e custo em determinadas indicações

TCFC| Tridimensional| Implantodontia, cirurgia, endodontia e ortodontia| Elevada resolução espacial para estruturas mineralizadas| Radiação ionizante, artefatos e necessidade de indicação adequada

18 DISCUSSÃO

A evolução da imaginologia odontológica demonstra que nenhuma modalidade isolada responde adequadamente a todas as questões clínicas.

A radiografia panorâmica permanece relevante porque apresenta excelente relação entre abrangência anatômica, facilidade de aquisição e utilidade diagnóstica inicial.

A tomografia linear representa uma modalidade capaz de produzir informações seccionais com redução das sobreposições, mas apresenta limitações técnicas quando comparada aos métodos computadorizados.



A TC médica permanece indispensável em determinadas condições maxilofaciais, principalmente quando a avaliação de tecidos moles, traumatismos extensos ou processos patológicos complexos é necessária.

A TCFC, por outro lado, ocupa posição de destaque na Odontologia devido à capacidade de produzir imagens tridimensionais com elevada resolução espacial para estruturas mineralizadas.

Na Implantodontia, sua utilização modificou o planejamento, permitindo avaliar não apenas a altura óssea, mas também espessura, inclinação, estruturas anatômicas e relações espaciais.

A literatura recente também demonstra a importância da otimização dos protocolos de aquisição. A utilização de menor dose, quando tecnicamente adequada, pode preservar a utilidade diagnóstica para determinadas aplicações [6,7].

Outro avanço relevante é a integração entre TCFC e escaneamento intraoral. A combinação dos arquivos DICOM e STL permite estabelecer um ambiente virtual no qual anatomia, dentes e planejamento protético são integrados.

Esse processo cria condições para cirurgia guiada, navegação, impressão tridimensional e, progressivamente, utilização de sistemas robóticos.

Entretanto, quanto maior a complexidade tecnológica, maior a necessidade de conhecimento anatômico e radiológico. A tecnologia não substitui a interpretação profissional.

19 CONCLUSÃO

A Radiologia Odontológica contemporânea caracteriza-se pela coexistência e complementaridade de métodos bidimensionais e tridimensionais.

A radiografia panorâmica permanece importante para avaliação geral e inicial de diversas condições odontológicas.

A tomografia linear pode ser utilizada na obtenção de imagens seccionais com redução das sobreposições anatômicas, embora sua utilização atual seja mais restrita diante das possibilidades oferecidas pelos métodos computadorizados.

A tomografia computadorizada médica mantém papel fundamental em situações complexas, especialmente quando a avaliação de tecidos moles, traumatismos extensos ou determinadas patologias é necessária.

A TCFC consolidou-se como uma das principais ferramentas tridimensionais da Odontologia, especialmente na Implantodontia e Cirurgia Buco-Maxilo-Facial.

Sua importância ultrapassa a avaliação da disponibilidade óssea, participando do planejamento virtual, integração DICOM-STL, estereografia, cirurgia guiada, cirurgia navegada e desenvolvimento de novas aplicações robóticas e de inteligência artificial.



Entretanto, a indicação do exame deve sempre estar fundamentada na necessidade clínica. A melhor modalidade de imagem não é necessariamente aquela que produz maior quantidade de informação, mas aquela capaz de responder adequadamente à pergunta clínica com o menor nível de exposição razoavelmente possível.

A Radiologia Odontológica contemporânea deve, portanto, fundamentar-se na integração entre diagnóstico clínico, conhecimento anatômico, proteção radiológica, interpretação profissional e tecnologia digital.

CONTRIBUIÇÃO DO AUTOR

O autor participou da concepção, desenvolvimento, organização, análise da literatura e redação do manuscrito.

CONFLITO DE INTERESSES

O autor declara não haver conflito de interesses relacionado ao presente manuscrito.

FINANCIAMENTO

Não houve financiamento externo para elaboração deste trabalho.

REFERÊNCIAS

1. HORNER K, O'MALLEY L, TAYLOR K, GLENNY AM. Guidelines for clinical use of CBCT in dental and maxillofacial radiology. **Dentomaxillofac Radiol.** 2015;44(1):20140230.
2. SCARFE WC, FARMAN AG, SUKOVIC P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. **J Can Dent Assoc.** 2006;72(1):75-80.
3. WHITE SC, PHAROAH MJ. **Oral Radiology: Principles and Interpretation.** 8th ed. St Louis: Elsevier; 2019.
4. EUROPEAN COMMISSION. **Radiation Protection No. 172: Cone Beam CT for Dental and Maxillofacial Radiology: Evidence-Based Guidelines.** Luxembourg: European Commission; 2012.
5. INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION. Radiological protection in cone beam computed tomography (CBCT). ICRP Publication 129. **Ann ICRP.** 2015;44(1):9-127.
6. CARNEIRO ALE, REIS INR, BITENCOURT FV, SALGADO DMRA, COSTA C, SPIN-NETO R. Accuracy of linear measurements for implant planning based on low-dose cone beam CT protocols: a systematic review and meta-analysis. **Dentomaxillofac Radiol.** 2024;53(4):207-221.



7. KAABER L, MATZEN LH, SCHROPP L, SPIN-NETO R. Low-dose CBCT protocols in implant dentistry: a systematic review. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.** 2024;138(3):427-439.
8. PUTRA RH, et al. Radiographic alveolar bone assessment in correlation with primary implant stability: a systematic review and meta-analysis. **Clin Oral Implants Res.** 2024.
9. PALOMINO-ZORRILLA JJ, et al. Jawbone quality classification in dental implant planning and placement studies: a scoping review. **J Int Soc Prev Community Dent.** 2024;14(2):89-97.
10. TAVARES T, et al. **Impact of 3D imaging techniques and virtual patients on the accuracy of planning and surgical placement of dental implants:** a systematic review. 2024.
11. JACOBS R, QUIRYNEN M. Dental cone beam computed tomography: adjunctive imaging modality for implant dentistry. **Periodontol 2000.** 2014;66(1):124-139.
12. KAPILA SD, CONLEY RS. Contemporary applications of cone beam computed tomography in dentistry. **Dent Clin North Am.** 2014;58(3):555-568.
13. PAUWELS R, BEINSBERGER J, COLLAERT B, THEODORAKOU C, ROGERS J, WALKER A, et al. Effective dose range for dental cone beam computed tomography scanners. **Eur J Radiol.** 2012;81(2):267-271.
14. LUDLOW JB, TIMOTHY R, WALKER C, HUNTER R, BENAVIDES E, SAMUELSON DB, SCHESKE MJ. Effective dose of dental CBCT—a meta-analysis of published data and additional data for nine CBCT units. **Dentomaxillofac Radiol.** 2015;44(1):20140197.
15. PAUWELS R, JACOBS R, SINGER SR, MUPPARAPU M. CBCT-based bone quality assessment: are Hounsfield units applicable? **Dentomaxillofac Radiol.** 2015;44(1):20140238.
16. BORNSTEIN MM, SCARFE WC, VAUGHN VM, JACOBS R. Cone beam computed tomography in implant dentistry: a systematic review focusing on guidelines, indications, and radiation dose risks. **Int J Oral Maxillofac Implants.** 2014;29(4):e1-e14.
17. GUERRERO ME, JACOBS R, LOUBELE M, SCHUTYSER F, SUETENS P, VAN STEENBERGHE D. State-of-the-art on cone beam CT imaging for preoperative planning of implant placement. **Clin Oral Investig.** 2006;10(1):1-7.
18. MISCH CE. **Contemporary Implant Dentistry.** 4th ed. St Louis: Elsevier; 2020.
19. SANZ M, DERKS J. Clinical outcomes of implant therapy: systematic reviews and contemporary evidence. **Clin Oral Implants Res.** 2020.
20. TONETTI MS, JUNG RE, AVILA-ORTIZ G, BLANCO J, COSYN J, FICKL S, et al. Management of the extraction socket and timing of implant placement. **J Clin Periodontol.** 2019;46 Suppl 21:S165-S180.
21. D'HAESE J, ACKHURST J, WISMEIJER D, DE BRUYN H, TAHMASEB A. Current state of the art of computer-guided implant surgery. **Periodontol 2000.** 2017;73(1):121-133.



22. TAHMASEB A, WISMEIJER D, COUCKE W, DERKSEN W. Computer technology applications in surgical implant dentistry: a systematic review. **Int J Oral Maxillofac Implants**. 2014;29 Suppl:25-42.
23. VERCRUYSEN M, LALOO M, JACOBS R, QUIRYNEN M. Computer-supported implant planning and guided surgery: a narrative review. **Clin Oral Implants Res**. 2015;26 Suppl 11:69-76.
24. COLOMBO M, MANGANO C, MIJIRITSKY E, KREBS M, HAUSCHILD U, FORTIN T. Clinical applications and effectiveness of guided implant surgery: a critical review based on randomized controlled trials. **BMC Oral Health**. 2017;17:150.
25. CHEN J, LI S, WANG Y, et al. Artificial intelligence applications in dental implant planning: a systematic review. **J Dent**. 2024.
26. FONTENELE RC, GAÊTA-ARAÚJO H, et al. Cone beam computed tomography in dentistry: clinical recommendations and indication-specific features. **J Dent**. 2025;159:105781.
27. AMERICAN DENTAL ASSOCIATION; AMERICAN ACADEMY OF ORAL AND MAXILLOFACIAL RADIOLOGY. Patient selection for dental radiography and cone-beam computed tomography: clinical recommendations. **J Am Dent Assoc**. 2025/2026.
28. SEDENTEXCT PROJECT. **Radiation Protection: Cone Beam CT for Dental and Maxillofacial Radiology**. Evidence-Based Guidelines. Manchester: European Commission; 2012.