

Tomografia computadorizada de feixe cônico: novos recursos e softwares para diagnóstico em endodontia

Cone-beam computerized tomography: new resources and softwares for diagnosis in endodontics

Diana Aparecida Almeida Tavares^{*}, Felipe Potgornik Ferreira^{*}, Valdineia Maria Tognetti^{*}

Universidade São Francisco, Bragança Paulista, São Paulo, Brasil I. ^{*}Autor para correspondência. E-mail: dianaciencia71@icloud.com

Resumo: Introdução: A tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) é a mais utilizada na odontologia, por sua rapidez e baixa radiação em comparação à tomografia médica; com isso, favoreceu todas as especialidades, em especial a endodontia. Revisão: Para realização deste trabalho, foram pesquisados artigos científicos, livros, teses, dissertações e monografias relacionadas ao uso da TCFC, com ênfase em endodontia, principalmente em relação aos recursos atuais de imagem. Para isso, foram utilizadas bases de dados on-line, nacionais e internacionais como PUBMED, GOOGLE ACADÊMICO, SCIELO, Scopus e Web of Science. Discussão: A endodontia é uma das áreas que mais explora a TCFC na odontologia. Os desenvolvedores de softwares/algoritmos de visualização, para formação de imagem, desenvolveram recursos para mensuração do canal radicular, guias de imagem/instrumentação, deixando o tratamento endodôntico mais seguro e previsível. Para o endodontista, imagens tridimensionais auxiliam a visualização com clareza da localização do forame apical (que pode variar), o tamanho da lesão que está no periápice, presença de trincas/fraturas radiculares, se a reabsorção radicular pode ser resolvida com o tratamento, entre outras dificuldades que a radiografia periapical não consegue mostrar, por ser bidimensional. A transferência da odontologia analógica para digital ainda está acontecendo, os preços estão ficando acessíveis, a facilidade e o ganho de tempo vem transformando e fazendo desenvolvedores terem ideias para grandes inovações. Sendo assim, este estudo teve por objetivo rever a literatura e discutir os novos recursos de softwares visualizadores de imagens tomográficas. Considerações finais: Contudo, a TCFC com a capacidade da imagem tridimensional é de extrema importância para a endodontia do futuro.

Palavras-chave: endodontia, raio X, software, tomografia computadorizada de feixe cônico.

Abstract: Introduction: Cone-beam computed tomography (CBCT) is the most used in dentistry, due to its speed and low radiation compared to medical tomography; with this, it favored all specialties, especially endodontics. Review: To carry out this work, scientific articles, books, theses, dissertations and monographs related to the use of CBCT were researched, with emphasis on endodontics, especially in relation to current imaging resources. For this, online, national and international databases such as PUBMED, GOOGLE ACADÊMICO, SCIELO, Scopus and Web of Science were used. Discussion: Endodontics is one of the areas that most explores CBCT in dentistry. Visualization software/algorithms developers for image formation have developed resources for root canal measurement, file/instrumentation guides, making endodontic treatment safer and more predictable. For the endodontist, three-dimensional images help to clearly visualize the location of the apical foramen (which may vary), the size of the lesion that is in the periapical area, the presence of cracks/root fractures, whether root resorption can be resolved with treatment, among others. Other difficulties that periapical radiography cannot show, because it is two-dimensional. The transfer from analog to digital dentistry is still happening, prices are becoming affordable, ease and time saving is transforming and making developers have ideas for great innovations. Therefore, this study aimed to review the literature and discuss the new features of tomographic image viewer software. Final considerations: However, CBCT with three-dimensional imaging capability is of utmost importance for the endodontics of the future.

Keywords: endodontics, X-rays, software, cone-beam computed tomography.

Introdução

O avanço tecnológico vem mudando a vida de todos, e na do cirurgião dentista não é diferente, onde com um computador, utilizando softwares específicos, podemos realizar tarefas e visualizar imagens e exames que facilitarão o diagnóstico. Um dos marcos desse avanço, foi a inclusão de um dos melhores exames de imagem da medicina na odontologia: a tomografia computadorizada. A tomografia computadorizada foi desenvolvida

em 1970, pelos engenheiros elétricos Godfrey Hounsfield e Allan McLeod Cormack, que em 1979 ganharam prêmio Nobel da medicina, por esse avanço que acrescentam na radiologia (Garib et al., 2007).

A tomografia computadorizada de feixe cônico foi desenvolvida por volta de 1980, mas foi em 1990 que foi sugerida para a área odontológica (Tachibana & Matsumoto, 1990). Ela é a maneira mais econômica e compactada e foi desenvolvida para área maxilofacial.

Segundo Arai et al. (1999), a TCFC contém um sensor em forma de cone e usa feixes de raios x 85kV - 10mA, e com apenas uma varredura (rotação) de Δ 17 segundos, coleta 512 conjuntos de projeções bidimensionais usando energia de 360 v. Após os dados serem coletados por um detector de tela plana que converte raios x, são mandados para um hardware e com auxílio de softwares é feito um cálculo e com 10 minutos, as imagens são reconstruídas com 32mm de altura e 38 mm de diâmetro e 240 de altura. Em forma de voxel (dado do voxel: 0,136 mm), sendo assim a qualidade da resolução já era alta à época, devido ao pequeno tamanho do voxel.

Mozzo et al. (1998) apresentaram a tomografia com o feixe cônico, em um aparelho dedicado à análise dento-maxilo-facial e, já à época, destacaram as vantagens em relação à sua precisão volumétrica, demonstrando que a TCFC era muito promissora no estudo e diagnóstico em odontologia.

A diferença do feixe cônico com um tomógrafo médico é bem significativa, pois vai além de baixa radiação na pele, mas também tem bastante precisão e consegue ser mais resolutive e o tempo rápido que o exame consegue ser realizado (Cotton et al., 2007).

A maioria dos aparelhos contém um sistema de controle automático de exposição (CEA), que permite a intensidade dos feixes de raios x de acordo com a estrutura do paciente. E também um controle de tamanho do feixe com a área a ser realizado, por obter um filtro em forma de círculo, centralizando a maior radiação e diminuindo nas bordas (Mozzo et al., 1998).

Um fato interessante é folga de ar entre o paciente e o detector (30cm) que é capaz de melhorar relação de sinal, diminuindo assim o ruído da máquina. No hardware com auxílio de um software com reconstrução primária o operador escolhe o lado e a região em que ele vai querer captar (Mozzo et al., 1998).

A radiografia periapical ainda é o exame de imagem mais utilizado em endodontia, entretanto apresenta uma imagem bidimensional, com sobreposição de estruturas. Sendo assim a anatomia sobrejacente fica falha sobre: diagnóstico e localização do quarto canal em molares, visualização de trincas/fratura de raiz, estruturas anatômicas do canal, entre outros. Sendo assim, a TCFC e seus novos recursos trazem uma nova perspectiva na endodontia. Contudo, este estudo teve por objetivo rever a literatura e discutir os novos recursos de softwares visualizadores de imagens tomográficas, assim como suas aplicações em endodontia.

Revisão

Para realização deste trabalho, foram pesquisados artigos científicos, livros, teses, dissertações e monografias relacionadas ao uso da TCFC, com ênfase em endodontia, principalmente em relação aos recursos atuais de imagem. Para isso, foram utilizadas bases de dados on-line, nacionais e internacionais como PUBMED, GOOGLE ACADÊMICO, SCIELO, *Scopus* e *Web of Science*, empregando os seguintes termos: "TCFC"; "CBCT"; "Endodontia"; "DICOM"; "Software Viewer"; "Endodontics"; "Cone-Beam Computed Tomography"; "Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico". Não havendo restrição em relação ao intervalo de tempo dos periódicos e artigos pesquisados.

Na TCFC, temos esse alcance tridimensional com ajuda de sistemas ou softwares. A formação imagem digital, temos uma unidade relativa chamada pixel que é formado por um bit, (que assume o valor de 1 ou 0) e existe uma variação de 256 tonalidades cinzas possíveis. No caso de imagens mais elaboradas, como a TCFC são formadas por 12 bits que são 4096 tonalidades de cinza, e assim são formadas as colunas e sucessivamente a matriz (Cáceres, 2005).

A respeito da profundidade, a dimensão alcançada pela TCFC, precisamos entender mais sobre a unidade voxel. Para facilitar o entendimento, imagina-se que ele é um pixel em 3D. O voxel tem o formato de cubo, dando a estrutura para os softwares formarem os algoritmos, para a reconstrução da imagem. Um exame tomográfico pode ter cerca 100 milhões de voxels (Simões & Campos, 2013). O voxel é o que cria a imagem através do sistema, que transforma o volume do corte em pixel, e assim o pixel mostra uma tonalidade da escala de Hounsfield, por meio de tons de cinza (Cáceres, 2005).

No quesito qualidade da imagem digital, quanto maior for o número de pixels maior a resolução da imagem. Lembrando que se é uma imagem digital, usamos a tela para reproduzir a imagem, por isso a demanda da importância do número de pixel (Cáceres, 2005). E também vale salientar que voxels menores

tempo de exposição/ mA maiores, podem ajudar a ter uma resolução melhor. Mas depende do fabricante do aparelho e sua orientação sobre o uso (Simões & Campos, 2013).

Uma questão importante para qualidade de imagem, é o corte a ser escolhido para determinada área, isso é, o posicionamento para obtenção da imagem, pois depende do colimador do aparelho de TCFC. Com a noção do tamanho do corte, temos também a noção de quão bom ou não vai ser a qualidade. Existem fatores que podem ajudar ou não na qualidade de imagem: 1) Distância da saída do feixe de raios x e do sensor. 2) imobilidade do paciente na hora da execução do escaneamento. 3) tamanho do voxel. 4) campo de visão FOV (máximo do tamanho de um objeto que pega na uma matriz) 5) estruturas anatômicas e suas densidades. 6) software e suas características (Bueno et al., 2018).

Quando falamos em compartilhamento de dados, um dos formatos mais comuns é o DICOM (*Digital Imaging And Communication In Medicine*), que nada mais é um formato de imagem digital da área da saúde. Nele, existem normas para que todos os arquivos sejam iguais em relação aos dados dos pacientes e também os da informação. Ele também é responsável pela segurança, e dessa forma toda imagem é selecionada e visualizada em um único sistema de arquivos digital. Pode ser convertido para STL, assim ajudando no processo 3D. Os aplicativos e softwares visualizadores de qualquer exame de imagem, como ressonância magnética, tomografia convencional (Bueno et al., 2018).

Para Patel (2009) existem algumas limitações na TCFC, como por exemplo a dispersão e endurecimento do feixe que existem em casos de estruturas onde tem alta densidade (artefatos). Assim dificultando a avaliação do dente vizinho dessa estrutura. E também além da resolução de dois pares de linha de pixel, diferente do que na radiografia periapical com sensores digitais que chegam a ter 16 pares de linha.

Os cimentos endodônticos e a guta percha, contém elementos químicos que os deixam radiopacos para melhor visualização em exames de imagens de raios x. Por conterem esses elementos os deixando com de alto peso molecular. Porém os cimentos endodônticos, por mais que contenham alumínio na sua composição (mínimo 3mm), não são capazes de produzirem artefatos o suficiente para ocorrer o endurecimento do feixe (Pereira, 2018).

A TCFC conta com a renderização do volume tridimensional que é feita com software que facilita a manipulação e uma abordagem de cada paciente. E por ela ser focada em determinadas áreas, ela é mais específica e foi mostrado grandes sucessos nos estudos em cirurgias dos seios paranasais, porém só não contém resolução de contraste em relação a tecidos moles e também em casos de artefatos metálicos com alto nível de contraste que acabam atrapalhando o diagnóstico. O que tem que se levar em conta é complexidade exigida pelo profissional cirurgião dentista de entender os exames e manipulação pelo software. Que com o tempo, profissionais mais novos vão conseguir ter mais facilidades.

Com todos os avanços temos que colocar na balança aonde vai ser visualizado a imagem, por que além dos artefatos, feixes, a tela do dispositivo que vai ser usado deverá ter um tamanho considerável (Cavalcanti, 2012).

Na endodontia, a localização das variações anatômicas é essencial para o sucesso do tratamento/prognóstico. O forame apical e a junção cementodentária é responsável por maioria dessas variações. E idade e o sexo do paciente, é um dos fatores de alteração. Só que o alcance bidimensional da radiografia periapical, não conseguem dizer ao certo onde é o término e até o localizador apical, que usamos como alternativa de diminuir erros, não conseguem dizer medidas realmente confiáveis.

Segundo Estrela et al. (2018), a posição centralizada do forame, foi cerca de 48,95% e 42,08 % tanto nos superiores quanto nos inferiores. E ele conseguiu esses dados avaliando imagens de TCFC, com filtros do software de visualização e-Vol DX. A manipulação da imagem ajuda o endodontista avaliar transições e aspectos de que uma imagem estática não consegue.

Além do término do forame apical, a forma do canal radicular é de extrema importância para o sucesso do tratamento endodôntico. Se ele é cônico, circular, oval, se tem calcificação em algum segmento. O formato visto através da TCFC, não ajuda apenas no conhecimento da anatomia, mas também para escolher o melhor instrumento de limagem, a melhor forma do cone de guta percha para obturação. Foram feitos cortes transversais e as imagens da TCFC, foi avaliada também pelo e-Vol DX com ampla manipulação e filtros para melhor visualização do formato do canal. Foi avaliado que a seção transversal do canal radicular pode variar de acordo com a localização dentária e o terço da raiz do dente. Que o formato circular está em 1 mm a 2mm acima do forame apical, nos centrais superiores e segundos pré-molares inferiores. E a forma oval, está em quase todos os dentes nos terços radiculares (Bueno et al., 2020).

O endodontista tem que levar em conta a produção de artefatos metálicos em especial de pinos intracanaís metálicos em relação ao diagnóstico, pois produzem imagens brancas em todo conduto. Estrela et al. (2020) mostrou que o próprio software consegue mudar as cores de tons de cinza e do artefato que causa em luz branca (para cor vermelha). E com os filtros BAR 1 para pinos de liga de ouro, BAR 2 pinos de liga de baixa

usão, e BAR 3 para pinos de fibra de vidro, mediram até as dimensões de todos os pinos, para ver se houve alteração ou não; todos foram visualizados pelo software e-Vol DX, onde foi eliminado o contraste branco.

Em outro estudo, Bueno et al. (2022) foram na tentativa de identificar canais radiculares acessórios. Mesmo pequenos, se não houver a desinfecção corretamente dos agentes microbianos, pode causar insucesso do tratamento endodôntico. Nesse estudo foi utilizando o software e-Vol DX. O ponto de referência era uma linha hipodensa e principalmente ao longo eixo do canal radicular, e para melhor visualização, e foi deixar em reconstrução multiplanar (MPR), e suas linhas ajustadas na linha hipotensa. E essa para todos os planos estarem paralelos e/ou perpendiculares ao canal e também com auxílio da reconstrução volumétrica.

Discussão

Na endodontia temos recursos para conseguir com uma imagem analógica e bidimensional, evitando assim a sobreposição de imagens; a técnica de Clark, que com uma radiografia periapical modificamos o cabeçote do aparelho de raio x, mesializando ou distalizando e com isso conseguimos ver estruturas que estariam sobrepostas. Porém, existem diversos casos em que só a TCFC pode nos ajudar no diagnóstico e prognóstico, sendo eles a: morfologia do canal, canais não localizados, ou até mesmo a forma do canal. Para diagnósticos não endodônticos com outra procedência, patologias ósseas, assim fechando melhor o diagnóstico. Fratura de raiz, assim sendo preferível a exodontia. Diagnósticos errôneos de Reabsorções internas, pois a radiografia é bidimensional, avaliando de forma tridimensional, pode ser alguma deficiência óssea ou variação anatômica óssea (Cotton et al., 2007; Bueno et al., 2018).

A CDT software, uma empresa brasileira em desenvolvimento de software, criou o e-Vol DX, que nada mais é que um visualizador DICOM com filtros para a melhora da qualidade e acesso amplo do exame tomográfico. Pode-se configurar os ajustes do brilho e contraste, porém segundo Bueno et al. (2018) tem alcance limitado em relação as configurações, por ser arquivo DICOM. Ele captura resolução de 192 dpi e 384 dpi (dots per inch). Porém, percebeu que a redução de ruído da imagem, e o alcance dos cortes de maiores espessuras, mas sem perder as estruturas menores. E os artefatos de contraste branco, que ocorrem em imagens radiopacas, podem ser amenizados através de filtros. Assim podendo ver melhores fraturas pequenas. E o filtro em modo transparente, pode-se avaliar a forma de obturação do canal, se há falhas ou até osteólise periapical (Bueno et al., 2018; Estrela et al., 2018; Bueno et al., 2020).

Já para os usuários apple, foi desenvolvido o oSirix Foundation, que é também é um software DICOM gratuito que tem a capacidade de permitir rotação, translação, visualização dos cortes. Ele tem alcance excelente em ossos esponjosos, recomenda-se usar em telas que o número de pixels > 512-512 pixels (Cavalcanti, 2012).

Podemos ver que além do tomógrafo de feixe cônico e qualidade do scanner, o software de visualização e a capacidade do cirurgião dentista compreender a manipulação são de extrema importância para um bom diagnóstico. Com a localização do forame apical, o formato do canal radicular, se há artefatos como diminuir o efeito sobre a imagem adjacente; além da presença de canais radiculares acessórios.

Além dos filtros de diminuição do contraste, ajustar o brilho e também de reconstrução volumétrica, a reconstrução multiplanar também é um recurso que facilita a manipulação da imagem. E capacidade de diminuição do ruído do próprio software já transforma a qualidade da imagem. A TCFC com a solução 3D veio para revolucionar a endodontia, dando melhores prognósticos para dentes talvez antes com indicação de exodontia (Bueno et al., 2018; Estrela et al., 2018; Bueno et al., 2020).

Considerações finais

Foi observado nessa revisão que quase todas as especialidades odontológicas fazem uso da TCFC. Além dos tomógrafos de última geração, os softwares de reconstrução e de visualização de imagens também são de extremas importância para a qualidade da imagem. Trazendo, a cada dia, novos recursos para um diagnóstico e tratamento endodôntico mais precisos.

Referências

Arai, Y., Tammisalo, E., Iwai, K., Hashimoto, K., & Shinoda, K. (1999). Development of a compact computed tomographic apparatus for dental use. *Dentomaxillofacial Radiology*, 28(4), 245-248.

- Bueno, M. R., Azevedo, B. C., Estrela, C. R. D. A., Damião Sousa-Neto, M., & Estrela, C. (2022). Method to Identify Accessory Root Canals using a New CBCT Software. *Brazilian Dental Journal*, 32, 28-35.
- Bueno, M. R., Estrela, C., Azevedo, B. C., & Junqueira, J. L. C. (2020). Root canal shape of human permanent teeth determined by new cone-beam computed tomographic software. *Journal of Endodontics*, 46(11), 1662-1674.
- Bueno, M. R., Estrela, C., Azevedo, B. C., & Diogenes, A. (2018). Development of a new cone-beam computed tomography software for endodontic diagnosis. *Brazilian Dental Journal*, 29, 517-529.
- Cáceres, K. P. S. 2005. *Efeitos da variação da espessura do corte tomográfico e da largura do campo de visão (FOV) na reprodução de estruturas ósseas finas com a finalidade de prototipagem rápida – estudo in vitro*. (Monografia). Florianópolis, SC: Universidade Federal de Santa Catarina.
- Cavalcanti, M. G. P. (2012). Cone beam computed tomographic imaging: perspective, challenges, and the impact of near-trend future applications. *Journal of Craniofacial Surgery*, 23(1), 279-282.
- Cotton, T. P., Geisler, T. M., Holden, D. T., Schwartz, S. A., & Schindler, W. G. (2007). Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography. *Journal of Endodontics*, 33(9), 1121-1132.
- Estrela, C., Costa, M. V. C., Bueno, M. R., Rabelo, L. E. G., Decurcio, D. A., Silva, J. A., & Estrela, C. R. (2020). Potential of a new cone-beam CT software for blooming artifact reduction. *Brazilian Dental Journal*, 31, 582-588.
- Estrela, C., Couto, G. S., Bueno, M. R., Bueno, K. G., Estrela, L. R., Porto, O. C. L., & Diogenes, A. (2018). Apical foramen position in relation to proximal root surfaces of human permanent teeth determined by using a new cone-beam computed tomographic software. *Journal of Endodontics*, 44(11), 1741-1748.
- Garib, D. G., Raymundo Jr, R., Raymundo, M. V., Raymundo, D. V., & Ferreira, S. N. (2007). Tomografia computadorizada de feixe cônico (Cone beam): entendendo este novo método de diagnóstico por imagem com promissora aplicabilidade na Ortodontia. *Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial*, 12, 139-156.
- Mozzo, P., Procacci, C., Tacconi, A., Tinazzi Martini, P., & Bergamo Andreis, I. A. (1998). A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. *European Radiology*, 8(9), 1558-1564.
- Patel, S. (2009). New dimensions in endodontic imaging: Part 2. Cone beam computed tomography. *International Endodontic Journal*, 42(6), 463-475.
- Pereira, T. B. (2018). *Influência do grau de rotação e dos materiais endodônticos na produção de artefatos e na qualidade de imagem em tomografia computadorizada de feixe cônico*. Tese (Doutorado em Odontologia), Universidade Federal do Pernambuco, Recife, 60p.
- Simões, C. C., & Campos, P. S. F. (2013). Influência do tamanho do voxel na qualidade de imagem tomográfica: revisão de literatura. *Revista da Faculdade de Odontologia-UPF*, 18(3).
- Tachibana, H., & Matsumoto, K. (1990). Applicability of x-ray computerized tomography in endodontics. *Dental Traumatology*, 6(1), 16-20.

Minicurrículo

Diana Aparecida Almeida Tavares. Acadêmica do curso de graduação em odontologia da Universidade São Francisco, Bragança Paulista, São Paulo, Brasil.

Felipe Potgornik Ferreira. Professor Doutor do curso de graduação em odontologia da Universidade São Francisco, Bragança Paulista, São Paulo, Brasil.

Valdineia Maria Tognetti. Professora Doutora do curso de graduação em odontologia da Universidade São Francisco, Bragança Paulista, São Paulo, Brasil.

Como citar: Tavares, D.A.A., Ferreira, F.P., & Tognetti, V.M. 2022. Tomografia computadorizada de feixe cônico: novos recursos e softwares para diagnóstico em endodontia. *Pubsaúde*, 10, a362. DOI: <https://dx.doi.org/10.31533/pubsauade10.a362>

Recebido: 16 jun. 2022.

Revisado e aceito: 30 jun. 2022.

Conflito de interesse: os autores declaram, em relação aos produtos e companhias descritos nesse artigo, não ter interesses associativos, comerciais, de propriedade ou financeiros que representem conflito de interesse.

Licenciamento: Este artigo é publicado na modalidade Acesso Aberto sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 (CC-BY 4.0).