

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIDADE DE ENSINO SUPERIOR DOM BOSCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

GABRIEL COUTINHO DE ARAÚJO

**A ABORDAGEM DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO
NA ENDODONTIA: revisão de literatura**

São Luís
2022

GABRIEL COUTINHO DE ARAÚJO

**A ABORDAGEM DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO
NA ENDODONTIA: revisão de literatura**

Monografia apresentada ao Curso de Odontologia do Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Odontologia.

Orientador(a): Prof^ª. Dr^ª. Izabelle Maria Cabral de Azevedo Soares

São Luís

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Centro Universitário – UNDB / Biblioteca

Araújo, Gabriel Coutinho de

A abordagem da tomografia computadorizada de feixe cônico na endodontia: revisão de literatura./Gabriel Coutinho de Araújo. __ São Luís, 2022.

47f.

Orientador: Prof. Dra. Izabelle Maria C. de Azevedo Soares.
Monografia (Graduação em Odontologia) - Curso de Odontologia – Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco – UNDB, 2022.

1. Endodontia. 2. Tomografia computadorizada de feixe cônico.
3. Radiologia.I. Título.

CDU616-073.7

GABRIEL COUTINHO DE ARAÚJO

**A ABORDAGEM DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO
NA ENDODONTIA: revisão de literatura**

Monografia apresentada ao Curso de Odontologia do Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Odontologia.

Aprovado em: 07/12/2022.

BANCA EXAMINADORA:

**Prof. Dr^a. Izabelle Maria Cabral de Azevedo Soares
(Orientadora)**

Doutora em Odontologia pela UFMA
Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco (UNDB)

Prof^o. Dr. Alex Sandro Mendonça Leal (Examinador 1)

Doutor em Odontologia pela UNESA-RJ
Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco (UNDB)

Prof^o. Me. Karinne Travassos Pinto Carvalho (Examinador 2)

Mestre em Odontologia pela UFMA
Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco (UNDB)

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Ana Cristina e Manoel Armando, que desde o início sempre foram o meu suporte e dedicação no decorrer dessa jornada. Espero que de alguma forma eu possa ter-lhes dado orgulho e retribuir tudo o que fizeram por mim. A vocês todo meu amor e a minha gratidão.

Aos meus irmãos Tiago Coutinho de Araújo e Amanda Coutinho de Araújo que sempre se mostraram dispostos a ajudar e acolher nos momentos mais difíceis.

Aos meus familiares de São Luís, que na ausência física dos meus pais foram um ponto de apoio muito importante para todo esse percurso que me trouxe até aqui. Agradecer em especial a minha querida tia Eudna Moraes, que me adotou nesses últimos períodos como um filho, a Eliene Moraes, que sempre se mostrou muito prestativa, espero, também, conseguir retribuir-lhes como forma de gratidão. Aos meus avôs, a minha querida avó Darcy que sempre me guiou no caminho do correto e do bem, através dos ensinamentos e do amor prestado, e ao meu avô, que em vida foi exemplo de responsabilidade, compromisso e acolhimento.

Meus agradecimentos a Maria Clara, Cassandra e Joyce, amigas de turma que estiveram comigo boa parte da minha graduação, muito obrigado pelo apoio e companheirismo durante esse trajeto até aqui. A vocês desejo todo sucesso do mundo.

Estender essa homenagem a minha orientadora, a Professora Isabelle Cabral, pelo auxílio durante a preparação deste trabalho e por aceitar estar comigo nesta etapa de fechamento de mais um ciclo.

Nada descrito aqui conseguirá homenagear a todas as pessoas ao qual me apoiaram durante todo o percurso desta graduação. Mas deixo minha gratidão para aquelas que de certa forma não estão aqui citadas. E acima de tudo, agradecer a Deus, pela vida, saúde e força para enfrentar e superar as dificuldades do caminho.

“Louvado seja Deus, que não
rejeitou a minha oração e nem
afastou de mim o seu amor.”
(Salmos 66:20)

RESUMO

A tomografia computadorizada de feixe cônico define-se de uma forma geral, em uma variação de exame de imagem que utiliza feixes de raio x obtidos em um giro de 360° em torno do que se deseja visualizar, processados por softwares específicos que revelam, através de computadores, uma imagem de cunho tridimensional amplamente rica em detalhes. A utilização de exames de imagens promovem ao tratamento endodôntico mais precisão e possibilidade de uma melhor identificação visual de estruturas anatômicas tornando-se cada vez mais vigente. O objetivo desse trabalho consiste em avaliar, através de uma revisão de literatura, o desempenho, funcionalidade, indicações, vantagens e desvantagens da Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) como exame complementar para a terapia endodôntica. Os dados dessa pesquisa foram obtidos através do levantamento bibliográfico baseados na literatura, que fazem referência ao tema da pesquisa em um período de 2012 à 2022 nos idiomas português, inglês e espanhol. Foram utilizadas as bases de dados SciELO, LILACS, BVS e PUBmed. Os descritores utilizados foram “endodontia”, “Tomografia computadorizada de feixe cônico” e “Radiologia”. As tomografias computadorizadas de feixe cônico são essenciais para as diversas áreas da saúde, em especial à Odontologia. Para a endodontia, a tomografia cone beam serve como uma ferramenta de prevenção e auxílio de tratamento, fornecendo informações imaginológicas fundamentais para uma terapia endodôntica de sucesso, tais como a presença de canais calcificados, canais atrésicos, perfurações apicais, lesões periapicais, extravasamento de material e presença de canais radiculares extras.

Palavras-chave: Endodontia. Tomografia computadorizada de feixe cônico. Radiologia.

ABSTRACT

Cone beam computed tomography is generally defined as a variation of an image exam that uses x-ray beams obtained in a 360° rotation around what you want to visualize, processed by specific software that reveal, through of computers, a three-dimensional image largely rich in details. The use of imaging exams promote more precision in endodontic treatment and the possibility of a better visual identification of anatomical structures, becoming more and more effective. The objective of this work is to evaluate, through a literature review, the performance, functionality, indications, advantages and disadvantages of Cone Beam Computed Tomography (CBCT) as a complementary exam for endodontic therapy. The data of this research were obtained through the bibliographic survey based on the literature, which refer to the research theme in a period from 2012 to 2022 in Portuguese, English and Spanish. The SciELO, LILACS, BVS and PUBmed databases were used. The descriptors used were “endodontics”, “Cone-beam computed tomography” and “Radiology”. Cone beam computed tomography scans are essential for the various areas of health, especially dentistry. For endodontics, cone beam tomography serves as a prevention and treatment aid tool, providing fundamental imaging information for successful endodontic therapy, such as the presence of calcified canals, atretic canals, apical perforations, periapical lesions, material leakage and presence of extra root canals.

Keywords: Endodontics. Cone-beam computed tomography. Radiology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Vistas coronal, axial e sagital de tomografia computadorizada	13
Figura 2 – David Kuhl com um modelo inicial de scanner tomográfico	14
Figura 3 – Posicionamento do paciente na mesa de tomografia	15
Figura 4 – Esquema do percurso dos raios x em uma tomografia computadorizada convencional.....	16
Figura 5 – Esquema do aparelho de TC de primeira geração	17
Figura 6 – Trajetória dos feixes de raio x em uma TC helicoidal	18
Figura 7 – Imagem tomográfica de adenocarcinoma pancreático	18
Figura 8 – Imagem tomográfica de fratura do escafoide por TCFC e TCMS	19
Figura 9 – Imagem por TCFC de odontoma composto em paciente pediátrico	21
Figura 10 – Imagem por TCFC de fratura radicular de paciente pediátrico após dois anos de contenção	22
Figura 11 – Radiografia periapical pós tratamento endodôntico.....	23
Figura 12 – Imagem de tomografia conebeam evidenciando canal radicular extra..	23
Figura 13 – Imagem tridimensional por TCFC evidenciando fratura radicular.....	24
Figura 14 – Imagem tridimensional por TCFC evidenciando reabsorção interna.....	24
Figura 15 – Protótipo de guia endodôntico posicionado na arcada do paciente.....	26
Figura 16 – Trajetória virtual da broca guiada endodonticamente.....	27

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	METODOLOGIA	12
3	REVISÃO DE LITERATURA	13
3.1	Tomografia computadorizada	13
3.2	Classificações das tomografias computadorizadas	15
3.2.1	Tomografia computadorizada convencional.....	16
3.2.2	Tomografia computadorizada helicoidal.....	17
3.2.3	Tomografia computadorizada de Feiche Cônico.....	19
3.3	Tomografia computadorizada de feiche cônico na odontologia	20
3.4	Tomografia computadorizada de feiche cônico na endodontia	22
3.4.1	TCFC e a Endodontia guiada	26
4	CONCLUSÃO	28
	REFERÊNCIAS	29
	APÊNDICE A	32

1 INTRODUÇÃO

As tomografias computadorizadas resumem-se a um tipo de exame de imagem em que se utilizam feixes de raios x processados em softwares específicos que serão posteriormente enviados e analisados em computadores para a obtenção completa de uma imagem radiográfica. Tais exames de imagem dividem-se basicamente em duas categorias: as tomografias computadorizadas helicoidais, onde as imagens são obtidas geometricamente em feixes de raios x em forma de leque, e a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), onde o feixe é emitido em forma de cone, para a obtenção de uma imagem capturada em 360°. Apesar dessas duas categorias de exame oferecerem resultados de imagem satisfatórios para a facilidade do manejo de tratamento odontológicos e demais terapias médicas, a TCFC, apresenta relevante destaque para a Odontologia, principalmente por oferecer uma riqueza maior em detalhes dos tecidos duros, como ossos e dentes (TERRA *et al.*, 2011).

No ramo da Endodontia, a utilização da TCFC adquire vantagens em relação aos demais exames de imagem, como a radiografia periapical por exemplo, por oferecer ao profissional imagens de cunho tridimensional, o que permite agregar um nível de detalhes maior quando comparada às imagens bidimensionais oferecidas pelas radiografias comumente utilizadas em clínicas odontológicas. Nesse sentido, graças ao advento da tecnologia proposta pela TCFC, fica fácil a elaboração de definição diagnóstica, considerando que a identificação de canais atrésicos, calcificações radiculares, detecção de fraturas e diagnóstico prévio de lesões periapicais são obtidos mais facilmente com o uso dessas tomografias (ACCORSI- MENDONÇA., 2012).

Tratando-se do sucesso clínico na Endodontia, Neves, Barbosa e Crusoé-Rebello (2013) asseguram que o conhecimento prévio e o vislumbre preciso da anatomia radicular é requisito essencial e decisivo para o êxito no tratamento endodôntico. Tais dizeres justificam a importância da utilização da TCFC como exame complementar. Agregado a isso, seus estudos também concedem conteúdo didático para que seja possível construir de uma forma mais técnica o entendimento do mecanismo de funcionamento dessas tomografias, que se iniciam com a obtenção de um feixe cônico de raio x, adquirindo múltiplas imagens bidimensionais através de um giro em 360° em torno daquela região

onde se deseja radiografar, que serão processados por softwares específicos para a obtenção final da imagem 3D.

Graças ao avanço da tecnologia dos exames de imagem, e ao advento da utilização da Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico no ramo endodôntico, a confiabilidade em mausear técnicas terapêuticas dessa área odontológica é maior, e podem ser administradas de uma forma mais segura, rápida e credível de sucesso, muito por oferecer ao endodontista mais informações imaginológicas, em alguns casos até exclusivas, além de maiores possibilidades diagnósticas e de tratamento em casos especiais, como presença de canais laterais, ramificações, cálculos pulpares, obliterações, e essencialmente, retratamentos endodônticos e tratamento pré-cirúrgico (DIAS et al., 2020).

Apesar das inúmeras vantagens em se utilizar a Tomografia cone beam na terapia endodôntica, é de fundamental importância que o cirurgião dentista saiba discernir entre a necessidade em prescrever esse exame, e quando não há real necessidade, em casos onde os demais exames de imagem convencionais são suficientes para o tratamento, visto que a TCFC pode apresentar algumas desvantagens relativas tanto ao paciente quanto ao cirurgião dentista, como maiores doses de radiação, custos elevados e demanda maior de espaço para comportar o tomógrafo em um consultório odontológico (DORNELAS, 2021).

Considerando o tema abordado, propõe-se compreender a importância do papel da TCFC como ferramenta auxiliar positiva no sucesso clínico do tratamento endodôntico, tendo por base o fato de que esta classe de exame imaginológico apresenta determinado destaque e grau de influência maior para a Endodontia. Em decorrência da promoção de clareza na visualização das estruturas do canal radicular e minuciosidade na revelação de todos os detalhes anatômicos, a tomografia pode possibilitar uma terapia endodôntica mais segura e completa, entretanto, é válido abordar suas principais limitações e reais indicações de uso. O objetivo desse trabalho consiste em avaliar, através de uma revisão de literatura, o desempenho, funcionalidade, indicações, vantagens e desvantagens da Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) como exame complementar para a terapia endodôntica.

2 METODOLOGIA

Para a realização desse trabalho acadêmico, optou-se por utilizar o tipo de pesquisa narrativa, de caráter exploratório e descritivo, através de uma revisão de literatura que possibilitou o levantamento de questionamentos, informações, indagações e dados relevantes acerca do tema proposto e de todas as suas respectivas variáveis, que levam a definir a utilização da tomografia computadorizada de feixe cônico como exame de imagem fundamental na especialidade endodôntica da odontologia.

Os dados dessa pesquisa foram obtidos através do levantamento bibliográfico baseados em toda a literatura, que fazem referência ao tema da pesquisa. Nesse sentido, fizeram-se uso de ferramentas como SciELO, LILACS, BVS e PUBMED. Os descritores utilizados foram “endodontia”, “Tomografia computadorizada de feixe cônico” e “Radiologia”.

Tratando-se dos critérios de inclusão, foram realizadas análises de conteúdo, através da leitura de sites, livros e artigos acadêmicos compreendidos entre os anos de 2012 à 2022 unicamente referentes ao tema proposto, objetivando adquirir um levantamento de informações essenciais para o entendimento da função, aplicabilidade e relevância da TCFC para a Endodontia.

Os critérios de exclusão asseguram o descarte de livros e artigos acadêmicos antigos, escritos e publicados em um período que antecede o ano de 2012, tão quanto quaisquer demais projetos científicos que fujam, desqualifiquem ou não agreguem nenhum valor didático ao tema abordado.

Desse modo, o início e decorrer da pesquisa objetivou a leitura e resumo de trabalhos existentes em toda a literatura que indagassem a respeito da história da tomografia computadorizada desde os primeiros modelos, sua primeira aplicabilidade clínica, seus principais tipos e a importância deste exame para a odontologia, até que o presente estudo afinilasse as pesquisas para o então tema principal, o qual trata-se da importância da Tomografia Computadorizada de feixe cônico para a especialidade odontológica da Endodontia.

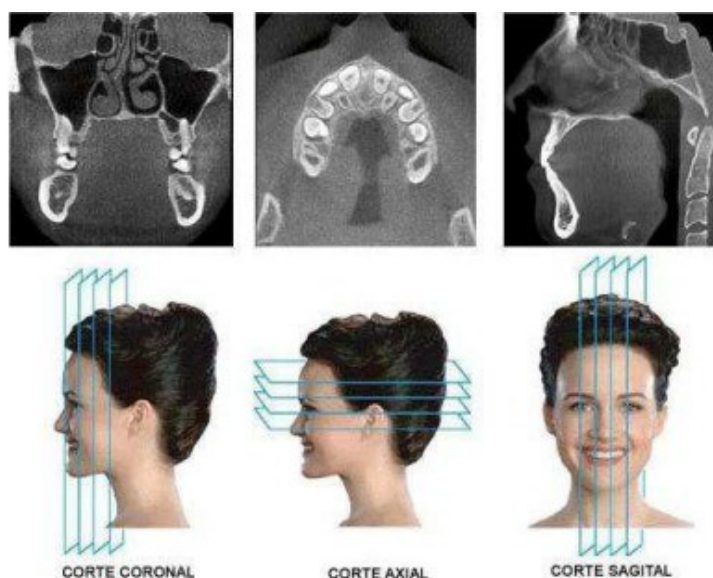
3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Tomografia Computadorizada

Apesar do conceito de tomografia computadorizada já existir desde 1963, foi apenas em 1967 que Godfrey Newbold Hounsfield foi capaz de projetar e criar o primeiro aparelho de tomografia computadorizada (TC) direcionada às radiografias cerebrais, motivado pela sua indagação de que um aparelho radiográfico poderia oferecer muito mais informações de imagem além das bidimensionais já então conhecidas, caso a tomada radiográfica fosse obtida em diferentes ângulos e direcionadas a um suporte capaz de revelar as informações das imagens, como computadores específicos (ORTEGA HRESCAK et al. 2012).

O termo “tomografia” deriva da palavra grega “thomos”, que significa Corte ou secção, o que resume bem o advento da tomografia computadorizada. Trata-se basicamente de um feixe de raios x que atravessam o objeto de estudo e “cortam” a imagem, dando origem a diversas fatias imaginológicas coletadas em diferentes planos (coronal, axial e sagital – figura 1), e que agrupadas são capazes de revelar os mais minuciosos detalhes estruturais de um corpo ou objeto em um plano 3D, diferentemente da radiologia convencional, que apresenta em apenas uma imagem obtida, todas as estruturas de um corpo sobrepostas em apenas um plano eleito (FRADE, CAMARGO, 2016).

Figura 1: Vistas coronal, axial e sagital de uma tomografia computadorizada.

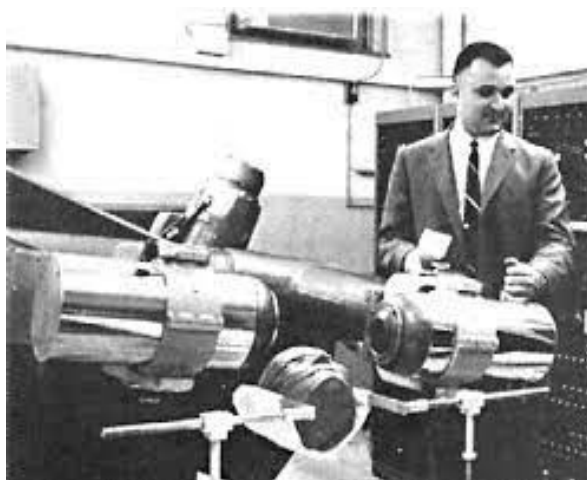


Fonte: (ortho-x.com.br).

As aplicações clínicas da tomografia computadorizada tiveram seu início prático marcado em meados de 1970, onde sua primeira aplicabilidade a cunho diagnóstico possibilitou a identificação de um tumor cerebral em uma paciente de 41 anos de idade, promovendo uma imagem radiográfica clara para uma certificação diagnóstica por meio da imaginologia. Este feito revolucionou o campo dos exames por imagem e que vem se modificando e contribuindo cada vez mais em quase todas as especialidades clínicas (MOURÃO, 2018).

Diversos tipos de exames de imagem surgiram desde o advento dos raios x, todos esses submetidos a um processo de constante atualização desde a construção do seu projeto inicial. Um exemplo a ser citado é O SPECT/CT (Tomografia Computadorizada de Emissão de Fóton Único/Tomografia Computadorizada), um exame radiográfico que foi apresentado pela primeira vez por Kuhl (figura 2) e Edwards em 1963 e que sofreu diversas atualizações até chegar no que temos nos dias de hoje (HUTTON et al., 2014).

Figura 2: David Kuhl com um modelo inicial de scanner tomográfico.



Fonte: citeseerx.ist.psu.edu

Alonso *et al.* (2015) afirma que as tomografias computadorizadas, diferencialmente dos exames de raios x convencionais, apresentam diferenças significativas tanto na qualidade de imagem, quanto na execução da técnica tomográfica, realizada em 360° para a obtenção da imagem radiográfica, envolvendo dessa forma mais tecnologia, mais tempo de execução, maior dose de radiação, maior custo, o que agrega um maior nível de detalhes a todos os tecidos, sejam esses moles ou ósseos. Por esse motivo, para que a imagem radiográfica seja

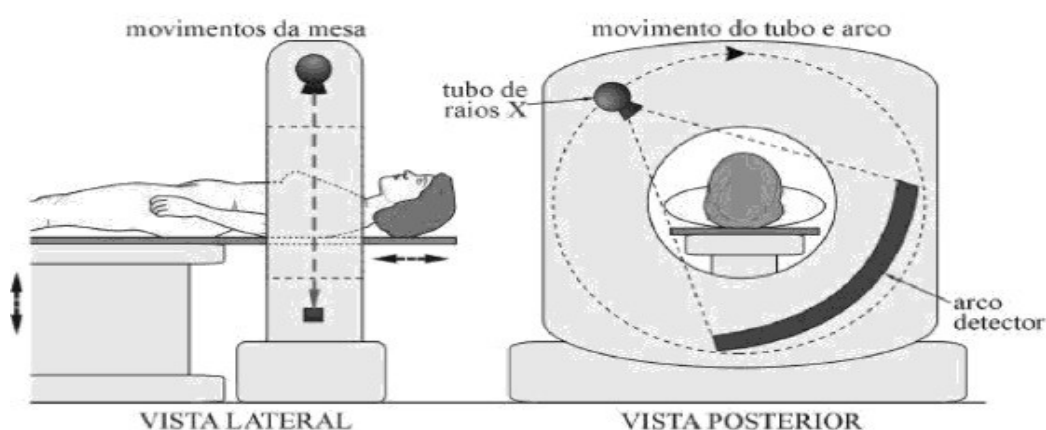
processada com perfeição, são necessários a implementação de diversos parâmetros para o controle da qualidade de imagem na tomografia computadorizada.

3.2 Classificações das Tomografias computadorizadas

Shefer *et al.* (2013) ressalta que as fontes de raios x, os sistemas de detecção e os algoritmos de reconstrução são os 3 componentes principais para definir a qualidade de imagem de uma TC, e que a evolução tecnológica desses componentes, aplicada a cada novo modelo de TC define qual o tipo de tomografia computadorizada, tão quanto a sua geração.

Diferenciando-se dos aparelhos de tomografia convencionais, os aparelhos de tomografia computadorizada processam imagens em computadores específicos, através da emissão de raios x obtidos por tubos que se movimentam em círculos ao redor do que se deseja tomografar (figura 3), esses tubos emitem pequenas fatias delgadas irradiadas de volume, denominadas voxels, que são captadas por detectores posicionados em oposição a fonte de radiação e enviadas a computadores específicos. Desde o advento da tomografia computadorizada, o período de desenvolvimento tecnológico desses aparelhos fez-se destacar 3 principais tipos (MOURÃO, 2018).

Figura 3: Posicionamento do paciente na mesa de tomografia, vistas lateral e posterior.

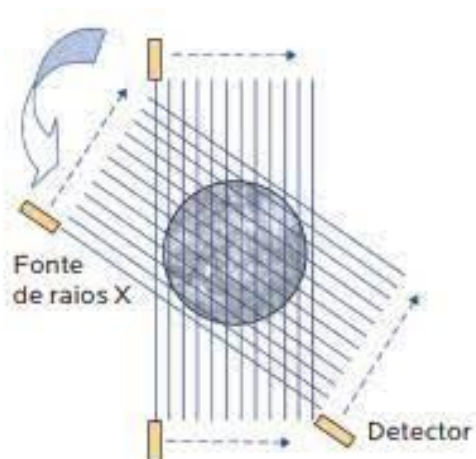


Fonte: MOURÃO, Arnaldo Prata. Tomografia computadorizada, tecnologias e aplicações. Difusora Editora, 2018.

3.2.1 Tomografia computadorizada convencional.

Os primeiros modelos convencionais de tomografia computadorizada surgiram na década de 70 e foram então classificados como modelos de primeira geração, tendo como sua principal característica o tempo de varredura longo, de aproximadamente 5 minutos ou mais, um sistema tubo-detector simples, onde existia apenas um tubo emissor de radiação, de onde provia raios x em direção ao detector posicionado em direção oposta, que realizavam por sua vez, movimentos de rotação e translação em torno do objeto a ser tomografado, como mostra a figura 4 (FRADE, CAMARGO, 2016).

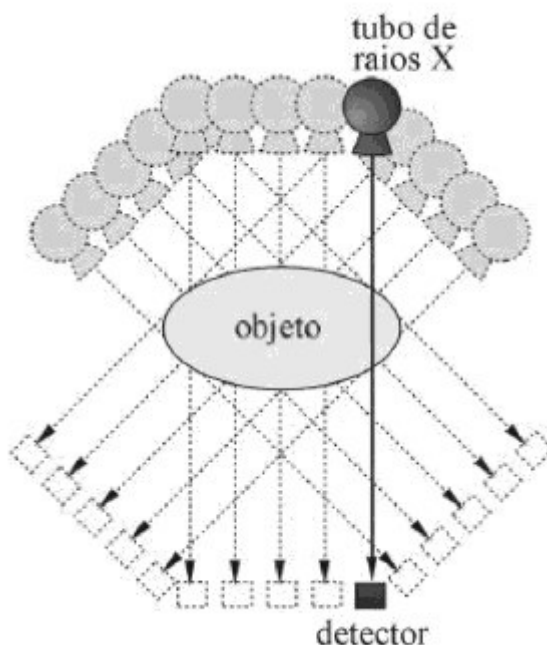
Figura 4: Esquema do percurso dos raios x em uma tomografia computadorizada convencional.



Fonte: Freitas, 2014.

Os primeiros modelos de tomografia computadorizada eram obtidos a partir de uma varredura lenta e gradativa de tomadas radiográficas, visto que os tubos de raio x proviam radiação em direção a um único detector, posicionado em oposição ao tubo. Esse sistema tubo-detector era então deslocado 1° a medida em que cada tomada radiográfica fora obtida, a versão final da imagem só era então coletada após muitos posicionamentos, o que gerava tempos de varredura muito longos e inviabilizava a radiografia de algumas regiões do corpo, como tórax, devido os movimentos respiratórios, e abdomen, devido as movimentações peristálticas (MOURÃO, 2018).

Figura 5: Esquema do aparelho de tomografia computadorizada de primeira geração.

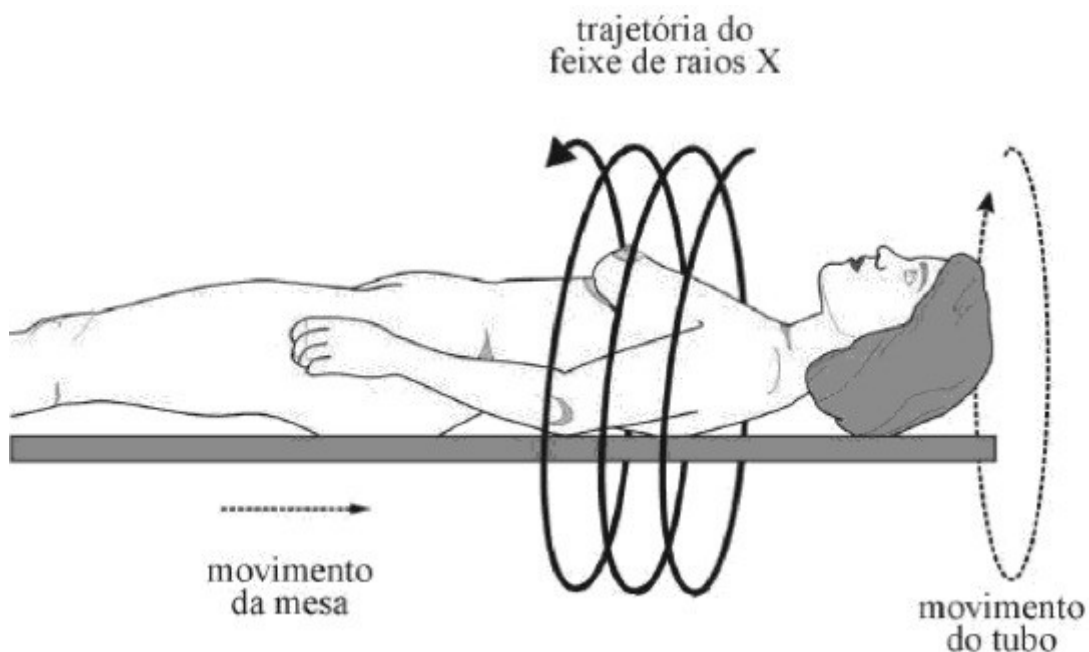


Fonte: MOURÃO, Arnaldo Prata. Tomografia computadorizada, tecnologias e aplicações. Difusora Editora, 2018.

3.2.2 Tomografia computadorizada helicoidal.

Também chamadas de aparelhos espirais de TC, as tomografias computadorizadas helicoidais são uma classificação de TC onde os feixes de raio x são obtidos em uma trajetória que lembra uma geometria de leque em torno do que se deseja radiografar. Esses tipos de tomografia diferenciam-se por apresentar menos tempo de varredura, a obtenção de uma imagem volumétrica de boa qualidade e rápida construção no computador, visto que a tomada radiográfica é obtida de forma contínua e sem interrupções ou pausas para coleta de dados de corte axial, aspecto esse que é pertinente a outros aparelhos de tomografia convencionais (MOURÃO, 2018).

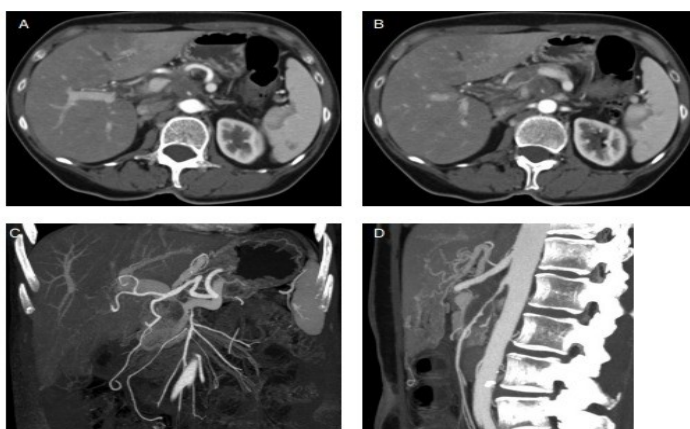
Figura 6: Trajetória dos feixes de raio x em uma TC helicoidal.



Fonte: MOURÃO, Arnaldo Prata. Tomografia computadorizada, tecnologias e aplicações. Difusora Editora, 2018.

Johnson e Fishman (2012) descrevem que as tomografias computadorizadas helicoidais fornecem informações imaginológicas eficientes para a identificação de diversas estruturas corporais, tão quanto suas variações ou modificações patológicas, como a identificação diagnóstica de um câncer de pâncreas, por exemplo. Nesse sentido, essas informações provenientes da TC espiral devem ser colhidas e bem interpretadas para a identificação prévia da doença e consequente plano de tratamento.

Figura 7: Imagem tomográfica de um adenocarcinoma pancreático, vista axial (figura A e B), coronal (figura C) e sagital (figura D).



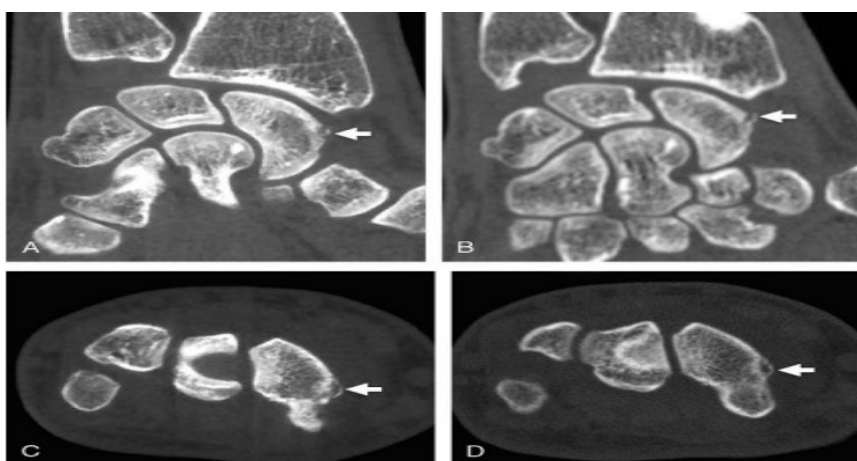
Fonte: JOHNSON e FISHMAN, 2012.

BARBOSA (2021) avalia ainda a precisão da tomografia computadorizada em diferentes estruturas que não se aplicam ao corpo humano, como no seu estudo anatômico do crânio do tucano-toco, valendo-se de tomografia computadorizada helicoidal, evidenciando o valor desse exame de imagem para as diferentes áreas de estudo, uma vez que foi possível visualizar com perfeição o detalhamento das diversas estruturas anatômicas do crânio do animal.

3.2.3 Tomografia computadorizada de feixe cônico.

Pode-se definir a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) como um exame de imagem tridimensional de alta resolução, onde sua emissão de raios x para coleta de dados volumétricos de imagem é obtido em uma única tomada radiográfica, em um giro de 360° em torno do que se deseja radiografar. Seus resultados imagiológicos são promissores e levam determinada vantagem em relação a outros exames de imagem, como a Tomografia computadorizada multislice, especialmente na visualização de tecidos ósseos, identificação de fraturas e certificação diagnóstica. Por esse motivo, o uso desse exame de imagem é indicado para várias áreas de estudo (DUBREUIL et al. 2019).

Figura 8: Diferença na qualidade de imagem tomográfica de uma fratura do escafoide cortical (seta branca). Imagens A e C (TCFC), imagens B e D (TCMS)



Fonte: DUBREUIL et al, 2019.

Entre as principais vantagens a serem citadas a respeito da tomografia computadorizada de feixe cônico, quando comparadas a demais exames de imagem convencionais, destacam-se a possibilidade de obtenção de imagens tridimensionais

de alta resolução, sem sobreposição de imagens, além da concessão de ajustes de softwares, para o controle de brilho e saturação das imagens, o que garante uma melhoria de qualidade de imagem e visualização de tecidos ósseos, todavia, as doses de radiação desse exame de imagem são ligeiramente maiores, quando comparadas aos exames radiográficos convencionais (FERREIRA, DE ANDRADE SALGADO e COSTA., 2021).

As TCFC tem a capacidade de auxiliar na concessão de um diagnóstico mais preciso e possibilitar uma melhor condução de tratamento, motivada pelos resultados imaginológicos de definição superiores e tempo de tomada radiográfica mais curtos, além da concessão de imagens em sentido axial, sagital e coronal, evidenciando a mesma imagem em diferentes ângulos. Todavia, o profissional precisa estar apto para definir a real necessidade de prescrição desse tipo de exame a cada peculiaridade correspondente a determinado caso clínico, visto que indicações inoportunas são desvantajosas para pacientes, considerando o valor elevado deste exame e a quantidade maior de radiação à qual o paciente pode ser exposto (BARROS et al., 2015).

3.3 Tomografia computadorizada de Feixe Cônico na Odontologia.

A tomografia computadorizada de feixe cônico teve seu início marcado no ano de 1998 pelo Prof. Yoshinori Arai, e agregou às diversas áreas de atuação uma nova forma de avaliar imagens e um novo conceito de diagnóstico imaginológico, uma vez que surge com inúmeras melhorias às versões anteriores, tais como imagens seccionadas em diversos planos sem sobreposições de estruturas, reformatações multiplanares, alterações de brilho e contraste e maior nível de resolução de imagem. Nesse sentido, esse tipo de tomografia apresenta grande valor também para as diversas áreas da odontologia, essencialmente a periodontia (DE FREITAS, 2014).

Cavalcante *et al.* (2012) complementa que a TC pode ser eficaz na identificação de patologias maxilo-faciais, alterações da ATM, edentualismo, dentes impactados e deformidades congênitas, exemplifica ainda, em seu estudo a respeito da aplicabilidade da TC em alterações bucomaxilofaciais, que a TCFC é de grande valor para a especialidade odontológica de cirurgia bucomaxilofacial, uma vez que foi capaz de identificar de maneira prévia, a presença de um odontoma composto que estaria impedindo a erupção do elemento 11 de uma paciente de 13 anos de idade (figura 9) (CAVALCANTE et al., 2012).

Figura 9: Imagem esquerda superior: panorâmica tomográfica. Inferior: reconstrução 3D; Direita inferior: cortes sagitais. Pode-se observar na panorâmica tomográfica, o incisivo central retido e, logo abaixo, o odontoma composto.



Fonte: CAVALCANTE et al., 2012.

Em se tratando do uso da TC na odontopediatria, observa-se determinada relevância da tomografia computadorizada de feixe cônico nos procedimentos clínicos diários dessa especialidade odontológica, muito em decorrência do fato de promover a identificação de algumas alterações que podem comprometer a saúde dos pacientes pediátricos, tais como anomalias de desenvolvimento de dentes e face, traumatismos, presença de cáries e visualização da morfologia interna dos dentes. Nesse contexto, a TCFC atua como uma ferramenta de segurança para os pacientes infantis, principalmente nas etapas trans e pós-operatórias de procedimentos mais invasivos (BARBOSA, JESSICA SANTOS et al 2017).

Figura 10: Imagem de tomografia computadorizada cone beam evidenciando prognóstico de 2 anos após traumatismo dentário do elemento 21 e consequente tratamento de contenção de paciente pediátrico de 9 anos de idade.



Fonte: DUARTE, Anna Líbya Barbosa et al. Tratamento clínico de traumatismo dentário: relato de caso. *Brazilian Journal of Health Review*, v. 3, n. 2, p. 2581-2599, 2020.

3.4 Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico na Endodontia.

O tratamento endodôntico pode representar um desafio para a Odontologia, muito em decorrência de diversas variações anatômicas e fisiológicas que comprometem a condução de um tratamento qualificado e de sucesso, com prognósticos favoráveis e resultados terapêuticos promissores. Variações muito comumente encontradas nas etapas de tratamento são os canais atrésicos e principalmente calcificados, fatores que dificultam e inviabilizam a instrumentação e irrigação do canal radicular. Baseando-se nisso, um recurso essencial na identificação prévia dessas alterações radiculares se dá na utilização de imagens tridimensionais por TCFC, capaz de promover ao plano de tratamento um maior nível

de detalhes do canal radicular calcificado, um diagnóstico definitivo e a oferta de novas possibilidades de tratamento (LARA-MENDES, BARBOSA, MACHADO., 2019).

Segundo Freire *et al.* (2018), o uso da TC na Odontologia ganha notoriedade e relevância, especialmente na área endodôntica, já que permite facilitar a condução de procedimentos com complexidade anatômica, identificando de maneira prévia alguns fatores agravantes, como fratura radicular, calcificações, canais atrésicos e presença de canais secundários. Esta, por sua vez, complementa a utilização de exames de imagens convencionais, como a radiografia periapical, que serve inicialmente para a identificação da quantidade de canais radiculares, curvatura e espessura das raízes, mas que também podem apresentar falhas nos resultados de imagem almejados, a exemplo da figura 11 a seguir, onde a radiografia periapical não foi capaz de identificar a presença de um quarto canal distovestibular não tratado endodonticamente e com lesão periapical, a visualização do mesmo só foi possível a partir da obtenção de uma imagem tridimensional de uma TCFC (figura 12).

Figura 11: Radiografia periapical realizada após tratamento endodôntico de elemento 36 para identificar a sensibilidade contínua que o paciente relata após a conclusão da terapia.



Fonte: FREIRE, Juliana Sá et al. A IMPORTÂNCIA DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO NO DIAGNÓSTICO EM ENDODONTIA: RELATO DE CASOS. **Revista Científica Multidisciplinar UNIFLU**, v. 3, n. 2, p. 47-59, 2018.

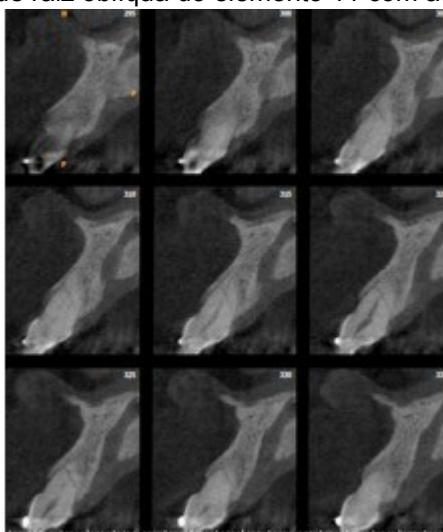
Figura 12: Imagem tridimensional de TCFC identificando a presença de um quarto canal não tratado e com lesão periapical.



Fonte: FREIRE, Juliana Sá et al. A IMPORTÂNCIA DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO NO DIAGNÓSTICO EM ENDODONTIA: RELATO DE CASOS. **Revista Científica Multidisciplinar UNIFLU**, v. 3, n. 2, p. 47-59, 2018.

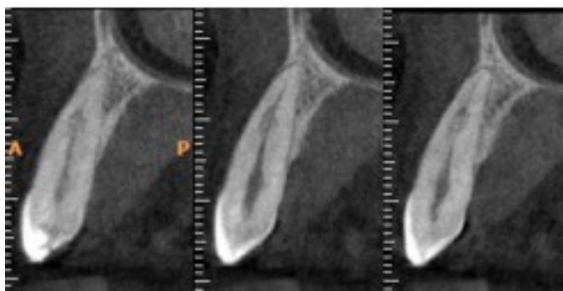
Neves, Barbosa e Crusoé-Rebello (2013) avaliaram, através de uma revisão de literatura, que as imagens tridimensionais oferecidas pela tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), quando comparadas com exames de imagens bidimensionais convencionais, oferecem um maior nível de detalhes visuais de todas as estruturas anatômicas e variações que podem-se dispor nos canais radiculares, dentre as quais destacam-se fraturas radiculares (figura 13), número de canais radiculares, lesões periapicais, perfurações radiculares e reabsorções (Figura 14). Nesse sentido, a importância da utilização da tomografia cone-beam no ramo odontológico da endodontia se dá na promoção de mais informações ao endodontista, garantindo uma condução de tratamento mais seguro e facilitado e resultados prognósticos mais favoráveis.

Figura 13: Corte sagital de uma imagem tridimensional por TCFC evidenciando fratura cominutiva da espinha nasal anterior e fratura de raiz oblíqua do elemento 11 com aumento de espaço periodontal.



Fonte: NEVES, Frederico Sampaio; BARBOSA, Jamile Portela; CRUSOÉ-REBELLO, Iêda. **Utilização da tomografia computadorizada de feixe cônico na endodontia.** Clínica e Pesquisa em Odontologia-UNITAU, v. 5, n. 1, p. 58-64, 2013.

Figura 14: Corte coronal de uma imagem tridimensional por TCFC evidenciando reabsorção radicular interna do elemento 23.



Fonte: NEVES, Frederico Sampaio; BARBOSA, Jamile Portela; CRUSOÉ-REBELLO, Iêda. **Utilização da tomografia computadorizada de feixe cônico na endodontia.** Clínica e Pesquisa em Odontologia-UNITAU, v. 5, n. 1, p. 58-64, 2013.

Da Silva (2019), avalia as TCFC como exames imaginológicos superiores aos demais exames de imagem comuns, no que se diz respeito aos níveis de captação de detalhamento anatômico ou estrutural, contudo, sua utilização limita-se à real necessidade do emprego desta a alguns procedimentos endodônticos avaliados mais simples, considerando que seu uso tem relação direta com custos financeiros e laboratoriais mais elevados e prevalência de doses de radiação ligeiramente maiores. Desta forma, o emprego desta tomografia só é recomendado quando as técnicas radiográficas convencionais já comumente empregadas no manejo endodôntico são insuficientes para um diagnóstico correto.

A TCFC, apesar de proporcionar resultados imaginológicos superiores, além de algumas vantagens quando comparadas com demais exames de imagem, possui algumas limitações que podem ser observadas na rotina clínica, dentre elas destacam-se a deficiência de visualização de tecidos moles, maiores doses de radiação em relação às radiografias periapicais e custo mais elevado que o das radiografias convencionais, tanto para o profissional responsável pela condução do tratamento, quanto para o paciente (SANTOS *et al.*, 2018).

Luquetti e Santos (2020) defendem que a TCFC é um recurso de imagem extremamente valioso para a Endodontia, visto que a oferta de imagens tridimensionais pode proporcionar rapidez e segurança nas etapas consecutivas de tratamento endodôntico. Valendo-se dessa assertiva, alguns critérios devem ser acatados na Endodontia para que as estruturas de menor diâmetro sejam melhor visualizadas na obtenção da imagem radiográfica, dentre eles está a utilização de tomógrafos de alta resolução e aparelhos de pequeno volume, com um tamanho do campo de imagem (Field of View – FOV) pequeno, de aproximadamente 8 x 8 cm e o Voxel de até 0,25 mm. Ressalta-se no entanto que a utilização da TCFC deve ser regrada e aplicada somente aos casos de real necessidade de utilização da mesma, tendo em vista suas maiores doses de radiação e custos elevados.

3.4.1 TCFC e a Endodontia guiada.

A endodontia guiada define-se de uma maneira geral em uma ferramenta complementar para a terapia endodôntica, onde se utilizam obrigatoriamente tomografias computadorizadas de feixe cônico, scanners de arcada e artifícios de impressão 3D para a realização de um guia de acesso com as brocas de alta rotação, idealizadas especialmente para casos específicos e não convencionais de tratamento endodôntico, como calcificações radiculares. Nesse sentido, realiza-se a tomografia da região do elemento a ser tratado endodonticamente, scaneamento das superfícies da arcada através de modelos de gesso ou scanners digitais, organização das imagens em softwares específicos para a posterior seleção das brocas de acesso e confecção do guia endodôntico, produzido em impressoras 3D (PATRIOTA et al., 2020).

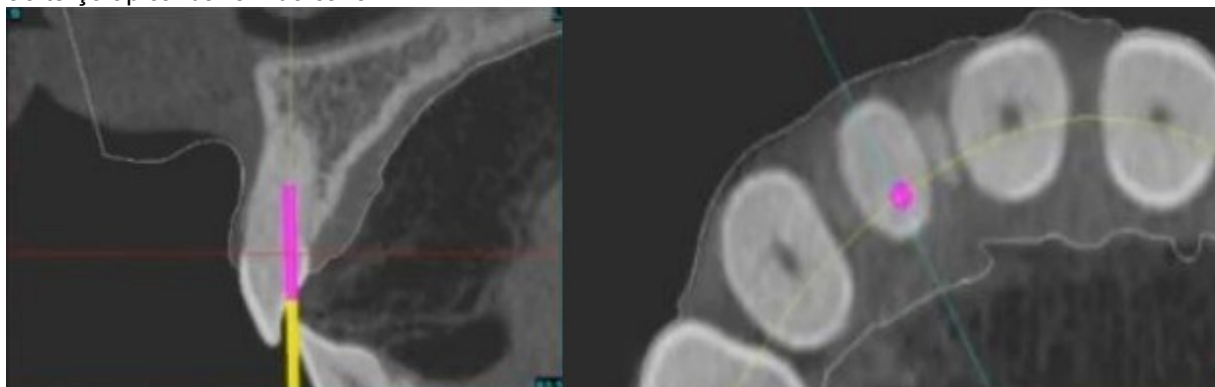
O guia endodôntico é confeccionado de um polímero de resina líquida (acrílico, epóxi ou vinil) e segue as etapas de confecção sempre associadas às tomografias e o plano de varredura intraoral. O protótipo, já confeccionado, é levado à cavidade oral e posicionado à arcada do paciente (figura 15), servindo como um norteador para o percurso da broca, esse trajeto é obtido em linha reta, e planejado previamente de maneira virtual, por meio da visualização da imagem tomográfica (Figura 16). A broca, por sua vez, remove os tecidos de esmalte e dentina para o acesso seguro ao canal radicular. Nesse sentido, o tratamento endodôntico passa a ser realizado de uma forma menos invasiva, com redução de riscos de perfuração da raiz, desvios de canal, fraturas de raiz e de lima (VIEIRA e AGUIAR, 2021).

Figura 15: Protótipo de guia endodontico bem posicionado na arcada de paciente.



Fonte: VIEIRA, Milena; AGUIAR, Pamela Freitas. TRATAMENTO ENDODÔNTICO DE CANAIS CALCIFICADOS COM AUXÍLIO DA ENDODONTIA GUIADA. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, v. 7, n. 10, p. 3334-3355, 2021.

Figura 16: Ajuste virtual do percurso da broca no elemento dental para formar o acesso em linha reta ao terço apical da raiz do canal.



Fonte: VIEIRA, Milena; AGUIAR, Pamela Freitas. TRATAMENTO ENDODÔNTICO DE CANAIS CALCIFICADOS COM AUXÍLIO DA ENDODONTIA GUIADA. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 7, n. 10, p. 3334-3355, 2021.

Apesar do guia endodôntico, ou endoguide, possuir algumas limitações nas suas aplicabilidades clínicas, como a geração de maiores custos, maior dose de radiação, considerando a TC associada, contra indicação para raízes dentinárias estreitas, ocupação de espaço na boca do paciente e difícil instalação em dentes posteriores, suas numerosas vantagens sobrepõem-se frente aos pontos negativos dessa ferramenta. Os fatores decisivos para o emprego dessa técnica, e que asseguram ao endodontista a possibilidade de acesso com o mínimo desgaste dentinário, independência do grau de habilidade e experiência do operador, acesso facilitado a dentes com variações anatômicas e canais calcificados e redução de riscos de acidentes são alguns dos pontos que devem ser levados em consideração e que agregam à endodontia um caráter cada vez mais conservador e preciso (RIBEIRO et al., 2020).

4 CONCLUSÃO

As tomografias computadorizadas de feixe cônico são exames de imagem essenciais para as diversas áreas da saúde, em especial à Odontologia e suas variadas especialidades, uma vez que apresentam importância para determinações diagnósticas, promovendo facilidade na identificação de estruturas, variações anatômicas e desenvolvimentos patológicos que podem comprometer as etapas de um manejo terapêutico facilitado. Para a endodontia, a TCFC serve como uma ferramenta de prevenção e auxílio de tratamento, já que é capaz de fornecer informações imaginológicas fundamentais para uma terapia endodôntica de sucesso, tais como a presença de canais calcificados, canais atrésicos, perfurações apicais, lesões periapicais, extravasamento de material e presença de canais radiculares extras.

Apesar da tomografia computadorizada de feixe cônico ser um exame de imagem eficiente e com bons resultados, é importante que o profissional se atente à real necessidade de emprego deste de acordo com a peculiaridade de cada caso clínico. Trata-se de um exame que demanda elevado valor financeiro para o paciente, além de apresentar índices de radiação ligeiramente maiores que radiografias periapicais. Nesse sentido, seu emprego só é aconselhado quando as ferramentas de radiologia convencionais são insuficientes para a condução do tratamento.

REFERÊNCIAS

- ACCORSI-MENDONÇA, Thais. Uso da tomografia computadorizada por feixe cônico na endodontia. **Revista Fluminense de Odontologia**, 2012.
- ALONSO, T. C. et al. Parâmetros relacionados à qualidade de imagem em Tomografia Computadorizada–TC. 2015.
- BARBOSA, Beatrice Cristina Ribeiro. Descrição anatômica da cabeça de tucano-toco (Ramphastos toco) através de tomografia computadorizada convencional. 2021.
- BARBOSA, JESSICA SANTOS et al. Aplicações da tomografia computadorizada na odontopediatria. 2017.
- BARROS, Maria Cecília Sinatura et al. Utilização e vantagens da Tomografia Computadorizada por Feixe Cônico em Universidade Pública. **Revista da Associação Paulista de Cirurgios Dentistas**, v. 69, n. 4, p. 336-339, 2015.
- CAVALCANTE, Josuel Raimundo et al. Aplicação da tomografia na CtBMF: relatos de caso. **Revista de Cirurgia e Traumatologia Buco-maxilo-facial**, v. 12, n. 2, p. 53-58, 2012.
- DA SILVA, Caroline Floriano. A tomografia computadorizada cone beam na Endodontia: uma revisão. **Revista Brasileira de Odontologia**, v. 76, p. 58, 2019.
- DE FREITAS, Nelma Maria. Tomografia Computadorizada do Cone Beam High Definition para avaliação periodontal. **Revista da AcBO-ISSN 2316-7262**, v. 3, n. 2, 2014.
- DIAS, Samanta et al. Tomografia cone beam na endodontia contemporânea. **Revista Científica da UNIFENAS-ISSN: 2596-3481**, v. 2, n. 2, 2020.
- DORNELAS, Camila Crisóstomo Pereira. Quando indicar a tomografia na endodontia: vantagens, desvantagens e limitações. 2021.
- DUARTE, Anna Líbya Barbosa et al. Tratamento clínico de traumatismo dentário: relato de caso. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 3, n. 2, p. 2581-2599, 2020.
- DUBREUIL, Thibaut et al. Comparison of cone-beam computed tomography and multislice computed tomography in the assessment of extremity fractures. **Journal of Computer Assisted Tomography**, v. 43, n. 3, p. 372-378, 2019.
- FERREIRA, Eric Gomes; DE ANDRADE SALGADO, Daniela Miranda Richarte; COSTA, Claudio. Tomografia computadorizada de feixe cônico para avaliação em periodontia: revisão de literatura. **Revista da Faculdade de Odontologia de Lins**, v. 31, n. 1-2, p. 27-35, 2021.

FRADE, Luiz Felipe; CAMARGO, Stephany de Barros. Conceitos e aplicações de tomografia industrial. 2016.

FREIRE, Juliana Sá et al. A IMPORTÂNCIA DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO NO DIAGNÓSTICO EM ENDODONTIA: RELATO DE CASOS. **Revista Científica Multidisciplinar UNIFLU**, v. 3, n. 2, p. 47-59, 2018.

FREITAS, Cláudio Fróes de. Imaginologia.[Prefácio]. **Imaginologia**, p. 316, 2014.

HUTTON, Brian F. The origins of SPECT and SPECT/CT. **European journal of nuclear medicine and molecular imaging**, v. 41, n. 1, p. 3-16, 2014.

JOHNSON, Pamela T.; FISHMAN, Elliot K. Computed tomography dataset postprocessing: from data to knowledge. **Mount Sinai Journal of Medicine: A Journal of Translational and Personalized Medicine**, v. 79, n. 3, p. 412-421, 2012.

LARA-MENDES, Sônia T. de O.; BARBOSA, Camila de Freitas M.; MACHADO, Vinícius C. **Endodontia guiada como alternativa para o tratamento de canais severamente calcificados**. Dent. press endod, p. 15-20, 2019.

LUQUETTI, Bruno Sales; SANTOS, Faustino Araújo Costa. **Aplicabilidade da tomografia computadorizada de feixe cônico na endodontia: revisão de literatura**. 2020.

MOURÃO, Arnaldo Prata. **Tomografia computadorizada: tecnologias e aplicações**. Difusão Editora, 2018.

NEVES, Frederico Sampaio; BARBOSA, Jamile Portela; CRUSOÉ-REBELLO, Iêda. **Utilização da tomografia computadorizada de feixe cônico na endodontia**. Clínica e Pesquisa em Odontologia-UNITAU, v. 5, n. 1, p. 58-64, 2013.

ORTEGA HRESCAK, María Cinthya; SOCOLSKY, Gustavo A. Godfrey Newbold Hounsfield: historia e impacto de la tomografía computada. **Revista argentina de radiología**, v. 76, n. 4, p. 331-341, 2012.

PATRIOTA, Emanuella César Rocha et al. Eficácia da endodontia guiada no tratamento de dentes com calcificação radicular: revisão integrativa. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. e655986066-e655986066, 2020.

RIBEIRO, Filipe Henrique Barbosa et al. Aspectos atuais da Endodontia guiada. **HU revista**, v. 46, p. 1-7, 2020.

SANTOS, Gabriela Fernandes dos et al. **Tomografia computadorizada na endodontia**. 2018.

SHEFER, Efrat et al. State of the art of CT detectors and sources: a literature review. **Current Radiology Reports**, v. 1, n. 1, p. 76-91, 2013.

TERRA, Guilherme Teixeira Coelho et al. Tomografia computadorizada cone beam: avaliando sua precisão em medidas lineares. **JournalofBiodentistryandBiomaterials, São Paulo**, v. 2, p. 10-16, 2011.

VIEIRA, Milena; AGUIAR, Pamela Freitas. TRATAMENTO ENDODÔNTICO DE CANAIS CALCIFICADOS COM AUXÍLIO DA ENDODONTIA GUIADA. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 7, n. 10, p. 3334-3355, 2021.

APÊNDICE A – Artigo científico

A ABORDAGEM DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO NA ENDODONTIA: revisão de literatura

Gabriel Coutinho de Araújo¹
Isabelle Maria Cabral de Azevedo Soares²

A tomografia computadorizada de feixe cônico define-se de uma forma geral, em uma variação de exame de imagem que utiliza feixes de raio x obtidos em um giro de 360° em torno do que se deseja visualizar, processados por softwares específicos que revelam, através de computadores, uma imagem de cunho tridimensional amplamente rica em detalhes. A utilização de exames de imagens promovem ao tratamento endodôntico mais precisão e possibilidade de uma melhor identificação visual de estruturas anatômicas tornando-se cada vez mais vigente. O objetivo desse trabalho consiste em avaliar, através de uma revisão de literatura, o desempenho, funcionalidade, indicações, vantagens e desvantagens da Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) como exame complementar para a terapia endodôntica. Os dados dessa pesquisa foram obtidos através do levantamento bibliográfico baseados na literatura, que fazem referência ao tema da pesquisa em um período de 2012 à 2022 nos idiomas português, inglês e espanhol. Foram utilizadas as bases de dados SciELO, LILACS, BVS e PUBmed. Os descritores utilizados foram “endodontia”, “Tomografia computadorizada de feixe cônico” e “Radiologia”. As tomografias computadorizadas de feixe cônico são essenciais para as diversas áreas da saúde, em especial à Odontologia. Para a endodontia, a tomografia cone beam serve como uma ferramenta de prevenção e auxílio de tratamento, fornecendo informações imaginológicas fundamentais para uma terapia endodôntica de sucesso, tais como a presença de canais calcificados, canais atrésicos, perfurações apicais, lesões periapicais, extravasamento de material e presença de canais radiculares extras.

¹ Graduando em Odontologia do Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco, São Luís, MA, Brasil.

² Docente do curso de graduação em Odontologia do Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco, São Luís, MA, Brasil.

Palavras-chave: Endodontia. Tomografia computadorizada de feixe cônico. Radiologia.

ABSTRACT

Cone-beam computed tomography is generally defined as a variation of an image exam that uses x-ray beams obtained in a 360° rotation around the object to be scanned, processed by specific software that reveals, through of computers, a three-dimensional image that is largely rich in detail. The use of imaging tests that add more precision to the endodontic treatment and the possibility of better visual identification of anatomical structures becomes increasingly effective. The objective of this work was to evaluate, through a literature review, the performance, functionality, indications, advantages and disadvantages of Cone Beam Computed Tomography (*Cone Beam*) as an assistance exam for endodontic therapy. The data of this research were obtained through a bibliographic survey based on the literature, which make reference to the research topic. The databases Google Scholar, SciELO, LILACS, BVS and PUBmed were used. The descriptors used were “endodontics”, “Cone-beam computed tomography” and “Radiology”. Cone beam computed tomography scans are essential for the various areas of health, especially dentistry. For endodontics, cone beam tomography serves as a prevention and treatment aid tool, providing fundamental imaging information for successful endodontic therapy, such as the presence of calcified canals, atretic canals, apical perforations, periapical lesions, material leakage and presence of extra root canals.

Keywords: Endodontics. Cone-beam computed tomography. Radiology.

INTRODUÇÃO

As tomografias computadorizadas resumem-se a um tipo de exame de imagem em que se utilizam feixes de raios x processados em softwares específicos que serão posteriormente enviados e analisados em computadores para a obtenção completa de uma imagem radiográfica. Tais exames de imagem dividem-se basicamente em duas categorias: as tomografias computadorizadas helicoidais, onde as imagens são obtidas geometricamente em feixes de raios x em forma de leque, e a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC),

onde o feixe é emitido em forma de cone, para a obtenção de uma imagem capturada em 360°. Apesar dessas duas categorias de exame oferecerem resultados de imagem satisfatórios para a facilidade do manejo de tratamento odontológicos e demais terapias médicas, a TCFC, apresenta relevante destaque para a Odontologia, principalmente por oferecer uma riqueza maior em detalhes dos tecidos duros, como ossos e dentes (TERRA *et al.*, 2011).

No ramo da Endodontia, a utilização da TCFC adquire vantagens em relação aos demais exames de imagem, como a radiografia periapical por exemplo, por oferecer ao profissional imagens de cunho tridimensional, o que permite agregar um nível de detalhes maior quando comparada às imagens bidimensionais oferecidas pelas radiografias comumente utilizadas em clínicas odontológicas. Nesse sentido, graças ao advento da tecnologia proposta pela TCFC, fica fácil a elaboração de definição diagnóstica, considerando que a identificação de canais atrésicos, calcificações radiculares, detecção de fraturas e diagnóstico prévio de lesões periapicais são obtidos mais facilmente com o uso dessas tomografias (ACCORSI- MENDONÇA., 2012).

Tratando-se do sucesso clínico na Endodontia, Neves, Barbosa e Crusoé-Rebello (2013) asseguram que o conhecimento prévio e o vislumbre preciso da anatomia radicular é requisito essencial e decisivo para o êxito no tratamento endodôntico. Tais dizeres justificam a importância da utilização da TCFC como exame complementar. Agregado a isso, seus estudos também concedem conteúdo didático para que seja possível construir de uma forma mais técnica o entendimento do mecanismo de funcionamento dessas tomografias, que se iniciam com a obtenção de um feixe cônico de raio x, adquirindo múltiplas imagens bidimensionais através de um giro em 360° em torno daquela região onde se deseja radiografar, que serão processados por softwares específicos para a obtenção final da imagem 3D.

Graças ao avanço da tecnologia dos exames de imagem, e ao advento da utilização da Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico no ramo endodôntico, a confiabilidade em mausear técnicas terapêuticas dessa área odontológica é maior, e podem ser administradas de uma forma mais segura, rápida e credível de sucesso, muito por oferecer ao endodontista mais informações imaginológicas, em alguns casos até exclusivas, além de maiores possibilidades diagnósticas e de tratamento em casos especiais, como presença

de canais laterais, ramificações, cálculos pulpares, obliterações, e essencialmente, retratamentos endodônticos e tratamento pré-cirúrgico (DIAS et al., 2020).

Apesar das inúmeras vantagens em se utilizar a Tomografia cone beam na terapia endodôntica, é de fundamental importância que o cirurgião dentista saiba discernir entre a necessidade em prescrever esse exame, e quando não há real necessidade, em casos onde os demais exames de imagem convencionais são suficientes para o tratamento, visto que a TCFC pode apresentar algumas desvantagens relativas tanto ao paciente quanto ao cirurgião dentista, como maiores doses de radiação, custos elevados e demanda maior de espaço para comportar o tomógrafo em um consultório odontológico (DORNELAS, 2021).

Considerando o tema abordado, propõe-se compreender a importância do papel da TCFC como ferramenta auxiliar positiva no sucesso clínico do tratamento endodôntico, tendo por base o fato de que esta classe de exame imaginológico apresenta determinado destaque e grau de influência maior para a Endodontia. Em decorrência da promoção de clareza na visualização das estruturas do canal radicular e minuciosidade na revelação de todos os detalhes anatômicos, a tomografia pode possibilitar uma terapia endodôntica mais segura e completa, entretanto, é válido abordar suas principais limitações e reais indicações de uso. O objetivo desse trabalho consiste em avaliar, através de uma revisão de literatura, o desempenho, funcionalidade, indicações, vantagens e desvantagens da Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) como exame complementar para a terapia endodôntica.

METODOLOGIA

Para a realização desse trabalho acadêmico, optou-se por utilizar o tipo de pesquisa narrativa, de caráter exploratório e descritivo, através de uma revisão de literatura que possibilitou o levantamento de questionamentos, informações, indagações e dados relevantes acerca do tema proposto e de todas as suas respectivas variáveis, que levam a definir a utilização da tomografia computadorizada de feixe cônico como exame de imagem fundamental na especialidade endodôntica da odontologia.

Os dados dessa pesquisa foram obtidos através do levantamento bibliográfico baseados em toda a literatura, que fazem referência ao tema da pesquisa. Nesse sentido, fizeram-se uso de ferramentas como SciELO, LILACS, BVS e PUBMED. Os descritores utilizados foram “endodontia”, “tomografia computadorizada de feixe cônico” e “Radiologia”.

Tratando-se dos critérios de inclusão, foram realizadas análises de conteúdo, através da leitura de sites, livros e artigos acadêmicos compreendidos entre os anos de 2012 à 2022 unicamente referentes ao tema proposto, objetivando adquirir um levantamento de informações essenciais para o entendimento da função, aplicabilidade e relevância da TCFC para a Endodontia.

Os critérios de exclusão asseguram o descarte de livros e artigos acadêmicos antigos, escritos e publicados em um período que antecede o ano de 2012, tão quanto quaisquer demais projetos científicos que fujam, desqualifiquem ou não agreguem nenhum valor didático ao tema abordado.

Desse modo, o início e decorrer da pesquisa objetivou a leitura e resumo de trabalhos existentes em toda a literatura que indagassem a respeito da história da tomografia computadorizada desde os primeiros modelos, sua primeira aplicabilidade clínica, seus principais tipos e a importância deste exame para a odontologia, até que o presente estudo afinilasse as pesquisas para o então tema principal, o qual trata-se da importância da Tomografia Computadorizada de feixe cônico para a especialidade odontológica da Endodontia.

REVISÃO DE LITERATURA

Tomografia Computadorizada

Apesar do conceito de tomografia computadorizada já existir desde 1963, foi apenas em 1967 que Godfrey Newbold Hounsfield foi capaz de projetar e criar o primeiro aparelho de tomografia computadorizada (TC) direcionada às radiografias cerebrais, motivado pela sua indagação de que um aparelho radiográfico poderia oferecer muito mais informações de imagem além das bidimensionais já então conhecidas, caso a tomada radiográfica fosse obtida em diferentes ângulos e direcionadas a um suporte capaz de revelar as informações das imagens, como computadores específicos (ORTEGA HRESCAK et al. 2012).

O termo “tomografia” deriva da palavra grega “thomos”, que significa Corte ou secção, o que resume bem o advento da tomografia computadorizada. Trata-se basicamente de um feixe de raios x que atravessam o objeto de estudo e “cortam” a imagem, dando origem a diversas fatias imaginológicas coletadas em diferentes planos (coronal, axial e sagital), e que agrupadas são capazes de revelar os mais minuciosos detalhes estruturais de um corpo ou objeto em um plano 3D, diferentemente da radiologia convencional, que apresenta em apenas uma imagem obtida, todas as estruturas de um corpo sobrepostas em apenas um plano eleito (FRADE, CAMARGO, 2016).

As aplicações clínicas da tomografia computadorizada tiveram seu início prático marcado em meados de 1970, onde sua primeira aplicabilidade a cunho diagnóstico possibilitou a identificação de um tumor cerebral em uma paciente de 41 anos de idade, promovendo uma imagem radiográfica clara para uma certificação diagnóstica por meio da imaginologia. Este feito revolucionou o campo dos exames por imagem e que vem se modificando e contribuindo cada vez mais em quase todas as especialidades clínicas (MOURÃO, 2018).

Diversos tipos de exames de imagem surgiram desde o advento dos raios x, todos esses submetidos a um processo de constante atualização desde a construção do seu projeto inicial. Um exemplo a ser citado é O SPECT/CT (Tomografia Computadorizada de Emissão de Fóton Único/Tomografia Computadorizada), um exame radiográfico que foi apresentado pela primeira vez por Khul e Edwards em 1963 e que sofreu diversas atualizações até chegar no que temos nos dias de hoje (HUTTON et al., 2014).

Alonso *et al.* (2015) afirma que as tomografias computadorizadas, diferencialmente dos exames de raios x convencionais, apresentam diferenças significativas tanto na qualidade de imagem, quanto na execução da técnica tomográfica, realizada em 360° para a obtenção da imagem radiográfica, envolvendo dessa forma mais tecnologia, mais tempo de execução, maior dose de radiação, maior custo, o que agrega um maior nível de detalhes a todos os tecidos, sejam esses moles ou ósseos. Por esse motivo, para que a imagem radiográfica seja processada com perfeição, são necessários a implementação de diversos parâmetros para o controle da qualidade de imagem na tomografia computadorizada.

Classificações das Tomografias computadorizadas

Shefer *et al.* (2013) ressalta que as fontes de raios x, os sistemas de detecção e os algoritmos de reconstrução são os 3 componentes principais para definir a qualidade de imagem de uma TC, e que a evolução tecnológica desses componentes, aplicada a cada novo modelo de TC define qual o tipo de tomografia computadorizada, tão quanto a sua geração.

Diferenciando-se dos aparelhos de tomografia convencionais, os aparelhos de tomografia computadorizada processam imagens em computadores específicos, através da emissão de raios x obtidos por tubos que se movimentam em círculos ao redor do que se deseja tomografar, esses tubos emitem pequenas fatias delgadas irradiadas de volume, denominadas voxels, que são captadas por detectores posicionados em oposição a fonte de radiação e enviadas a computadores específicos. Desde o advento da tomografia computadorizada, o período de desenvolvimento tecnológico desses aparelhos fez-se destacar 3 principais tipos (MOURÃO, 2018).

Tomografia computadorizada convencional.

Os primeiros modelos convencionais de tomografia computadorizada surgiram na década de 70 e foram então classificados como modelos de primeira geração, tendo como sua principal característica o tempo de varredura longo, de aproximadamente 5 minutos ou mais, um sistema tubo-detector simples, onde existia apenas um tubo emissor de radiação, de onde provia raios x em direção ao detector posicionado em direção oposta, que realizavam por sua vez, movimentos de rotação e translação em torno do objeto a ser tomografado (FRADE, CAMARGO, 2016).

Os primeiros modelos de tomografia computadorizada eram obtidos a partir de uma varredura lenta e gradativa de tomadas radiográficas, visto que os tubos de raio x proviam radiação em direção a um único detector, posicionado em oposição ao tubo. Esse sistema tubo-detector era então deslocado 1° a medida em que cada tomada radiográfica fora obtida, a versão final da imagem só era então coletada após muitos posicionamentos, o que gerava tempos de varredura muito longos e inviabilizava a radiografia de algumas regiões do corpo, como tórax, devido os

movimentos respiratórios, e abdomen, devido as movimentações peristálticas (MOURÃO, 2018).

Tomografia computadorizada helicoidal.

Também chamadas de aparelhos espirais de TC, as tomografias computadorizadas helicoidais são uma classificação de TC onde os feixes de raio x são obtidos em uma trajetória que lembra uma geometria de leque em torno do que se deseja radiografar. Esses tipos de tomografia diferenciam-se por apresentar menos tempo de varredura, a obtenção de uma imagem volumétrica de boa qualidade e rápida construção no computador, visto que a tomada radiográfica é obtida de forma contínua e sem interrupções ou pausas para coleta de dados de corte axial, aspecto esse que é pertinente a outros aparelhos de tomografia convencionais (MOURÃO, 2018).

Johnson e Fishman (2012) descrevem que as tomografias computadorizadas helicoidais fornecem informações imaginológicas eficientes para a identificação de diversas estruturas corporais, tão quanto suas variações ou modificações patológicas, como a identificação diagnóstica de um câncer de pâncreas, por exemplo. Nesse sentido, essas informações provenientes da TC espiral devem ser colhidas e bem interpretadas para a identificação prévia da doença e consequente plano de tratamento.

BARBOSA (2021) avalia ainda a precisão da tomografia computadorizada em diferentes estruturas que não se aplicam ao corpo humano, como no seu estudo anatômico do crânio do tucano-toco, valendo-se de tomografia computadorizada helicoidal, evidenciando o valor desse exame de imagem para as diferentes áreas de estudo, uma vez que foi possível visualizar com perfeição o detalhamento das diversas estruturas anatômicas do crânio do animal.

4.1.1 Tomografia computadorizada de feixe cônico.

Pode-se definir a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) como um exame de imagem tridimensional de alta resolução, onde sua emissão de raios x para coleta de dados volumétricos de imagem é obtido em uma única tomada radiográfica, em um giro de 360° em torno do que se deseja radiografar. Seus

resultados imaginológicos são promissores e levam determinada vantagem em relação a outros exames de imagem, como a Tomografia computadorizada multislice, especialmente na visualização de tecidos ósseos, identificação de fraturas e certificação diagnóstica. Por esse motivo, o uso desse exame de imagem é indicado para várias áreas de estudo (DUBREUIL et al. 2019).

Entre as principais vantagens a serem citadas a respeito da tomografia computadorizada de feixe cônico, quando comparadas a demais exames de imagem convencionais, destacam-se a possibilidade de obtenção de imagens tridimensionais de alta resolução, sem sobreposição de imagens, além da concessão de ajustes de softwares, para o controle de brilho e saturação das imagens, o que garante uma melhoria de qualidade de imagem e visualização de tecidos ósseos, todavia, as doses de radiação desse exame de imagem são ligeiramente maiores, quando comparadas aos exames radiográficos convencionais (FERREIRA, DE ANDRADE SALGADO e COSTA., 2021).

As TCFC tem a capacidade de auxiliar na concessão de um diagnóstico mais preciso e possibilitar uma melhor condução de tratamento, motivada pelos resultados imaginológicos de definição superiores e tempo de tomada radiográfica mais curtos, além da concessão de imagens em sentido axial, sagital e coronal, evidenciando a mesma imagem em diferentes ângulos. Todavia, o profissional precisa estar apto para definir a real necessidade de prescrição desse tipo de exame a cada peculiaridade correspondente a determinado caso clínico, visto que indicações inoportunas são desvantajosas para pacientes, considerando o valor elevado deste exame e a quantidade maior de radiação à qual o paciente pode ser exposto (BARROS et al., 2015).

Tomografia computadorizada de Feixe Cônico na Odontologia.

A tomografia computadorizada de feixe cônico teve seu início marcado no ano de 1998 pelo Prof. Yoshinori Arai, e agregou às diversas áreas de atuação uma nova forma de avaliar imagens e um novo conceito de diagnóstico imaginológico, uma vez que surge com inúmeras melhorias à versões anteriores, tais como imagens seccionadas em diversos planos sem sobreposições de estruturas, reformatações multiplanares, alterações de brilho e contraste e maior nível de resolução de imagem.

Nesse sentido, esse tipo de tomografia apresenta grande valor também para as diversas áreas da odontologia, essencialmente a periodontia (DE FREITAS, 2014).

Cavalcante *et al.* (2012) complementa que a TC pode ser eficaz na identificação de patologias maxilo-faciais, alterações da ATM, edentualismo, dentes impactados e deformidades congênitas, exemplifica ainda, em seu estudo a respeito da aplicabilidade da TC em alterações bucomaxilofaciais, que a TCFC é de grande valor para a especialidade odontológica de cirurgia bucomaxilofacial, uma vez que foi capaz de identificar de maneira prévia, a presença de um odontoma composto que estaria impedindo a erupção do elemento 11 de uma paciente de 13 anos de idade (CAVALCANTE *et al.* 2012).

Em se tratando do uso da TC na odontopediatria, observa-se determinada relevância da tomografia computadorizada de feixe cônico nos procedimentos clínicos diários dessa especialidade odontológica, muito em decorrência do fato de promover a identificação de algumas alterações que podem comprometer a saúde dos pacientes pediátricos, tais como anomalias de desenvolvimento de dentes e face, traumatismos, presença de cáries e visualização da morfologia interna dos dentes. Nesse contexto, a TCFC atua como uma ferramenta de segurança para os pacientes infantis, principalmente nas etapas trans e pós-operatórias de procedimentos mais invasivos (BARBOSA, JESSICA SANTOS *et al.* 2017).

Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico na Endodontia.

O tratamento endodôntico pode representar um desafio para a Odontologia, muito em decorrência de diversas variações anatômicas e fisiológicas que comprometem a condução de um tratamento qualificado e de sucesso, com prognósticos favoráveis e resultados terapêuticos promissores. Variações muito comumente encontradas nas etapas de tratamento são os canais atrésicos e principalmente calcificados, fatores que dificultam e inviabilizam a instrumentação e irrigação do canal radicular. Baseando-se nisso, um recurso essencial na identificação prévia dessas alterações radiculares se dá na utilização de imagens tridimensionais por TCFC, capaz de promover ao plano de tratamento um maior nível de detalhes do canal radicular calcificado, um diagnóstico definitivo e a oferta de novas possibilidades de tratamento (LARA-MENDES, BARBOSA, MACHADO., 2019).

Segundo Freire *et al.* (2018), o uso da tomografia computadorizada na Odontologia ganha notoriedade e relevância, especialmente na área endodôntica, já que permite facilitar a condução de procedimentos complexos de canal, identificando de maneira prévia alguns fatores agravantes, como fratura radicular, calcificações, canais atrésicos e presença de canais secundários. Esta, por sua vez, complementa a utilização de exames de imagens convencionais, como a radiografia periapical, que serve inicialmente para a identificação da quantidade de canais radiculares, curvatura e espessura das raízes, mas que também podem apresentar falhas nos resultados de imagem almejados, onde a radiografia periapical não foi capaz de identificar a presença de um quarto canal distovestibular não tratado endodonticamente e com lesão periapical, a visualização do mesmo só foi possível a partir da obtenção de uma imagem tridimensional de uma TCFC.

Neves, Barbosa e Crusoé-Rebello (2013) avaliaram, através de uma revisão de literatura, que as imagens tridimensionais oferecidas pela tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), quando comparadas com exames de imagens bidimensionais convencionais, oferecem um maior nível de detalhes visuais de todas as estruturas anatômicas e variações que podem-se dispor nos canais radiculares, dentre as quais destacam-se fraturas, número de canais radiculares, lesões periapicais, perfurações radiculares e reabsorções. Nesse sentido, a importância da utilização da tomografia cone-beam no ramo odontológico da endodontia se dá na promoção de mais informações ao endodontista, garantindo uma condução de tratamento mais seguro e facilitado e resultados prognósticos mais favoráveis.

Da Silva (2019), avalia as TCFC como exames imagiológicos superiores aos demais exames de imagem comuns, no que se diz respeito aos níveis de captação de detalhamento anatômico ou estrutural, contudo, sua utilização limita-se à real necessidade do emprego desta a alguns procedimentos endodônticos avaliados mais simples, considerando que seu uso tem relação direta com custos financeiros e laboratoriais mais elevados e prevalência de doses de radiação ligeiramente maiores. Desta forma, o emprego desta tomografia só é recomendado quando as técnicas radiográficas convencionais já comumente empregadas no manejo endodôntico são insuficientes para um diagnóstico correto.

A TCFC, apesar de proporcionar resultados imagiológicos superiores, além de algumas vantagens quando comparadas com demais exames de imagem,

possui algumas limitações que podem ser observadas na rotina clínica, dentre elas destacam-se a deficiência de visualização de tecidos moles, maiores doses de radiação em relação às radiografias periapicais e custo mais elevado que o das radiografias convencionais, tanto para o profissional responsável pela condução do tratamento, quanto para o paciente (SANTOS *et al.*, 2018).

Luquetti e Santos (2020) defendem que a TCFC é um recurso de imagem extremamente valioso para a Endodontia, visto que a oferta de imagens tridimensionais pode proporcionar rapidez e segurança nas etapas consecutivas de tratamento endodôntico. Valendo-se dessa assertiva, alguns critérios devem ser acatados na Endodontia para que as estruturas de menor diâmetro sejam melhor visualizadas na obtenção da imagem radiográfica, dentre eles está a utilização de tomógrafos de alta resolução e aparelhos de pequeno volume, com um tamanho do campo de imagem (Field of View – FOV) pequeno, de aproximadamente 8 x 8 cm e o Voxel de até 0,25 mm. Ressalta-se no entanto que a utilização da TCFC deve ser regrada e aplicada somente aos casos de real necessidade de utilização da mesma, tendo em vista suas maiores doses de radiação e custos elevados.

Endodontia guiada e a TCFC.

A endodontia guiada define-se de uma maneira geral em uma ferramenta complementar para a terapia endodôntica, onde se utilizam obrigatoriamente tomografias computadorizadas de feixe cônico, scanners de arcada e artificios de impressão 3D para a realização de um guia de acesso com as brocas de alta rotação, idealizadas especialmente para casos específicos e não convencionais de tratamento endodôntico, como calcificações radiculares. Nesse sentido, realiza-se a tomografia da região do elemento a ser tratado endodonticamente, scaneamento das superfícies da arcada através de modelos de gesso ou scanners digitais, organização das imagens em softwares específicos para a posterior seleção das brocas de acesso e confecção do guia endodôntico, produzido em impressoras 3D (PATRIOTA *et al.*, 2020).

O guia endodôntico é confeccionado de um polímero de resina líquida (acrílico, epóxi ou vinil) e segue as etapas de confecção sempre associadas às tomografias e o plano de varredura intraoral. O protótipo, já confeccionado, é levado

à cavidade oral e posicionado à arcada do paciente (figura 15), servindo como um norteador para o percurso da broca, esse trajeto é obtido em linha reta, e planejado previamente de maneira virtual, por meio da visualização da imagem tomográfica (Figura 16). A broca, por sua vez, remove os tecidos de esmalte e dentina para o acesso seguro ao canal radicular. Nesse sentido, o tratamento endodôntico passa a ser realizado de uma forma menos invasiva, com redução de riscos de perfuração da raiz, desvios de canal, fraturas de raiz e de lima (VIEIRA e AGUIAR, 2021).

Apesar do guia endodôntico, ou endoguide, possuir algumas limitações nas suas aplicabilidades clínicas, como a geração de maiores custos, maior dose de radiação, considerando a TC associada, contra indicação para raízes dentinárias estreitas, ocupação de espaço na boca do paciente e difícil instalação em dentes posteriores, suas numerosas vantagens sobrepõem-se frente aos pontos negativos dessa ferramenta. Os fatores decisivos para o emprego dessa técnica, e que asseguram ao endodontista a possibilidade de acesso com o mínimo desgaste dentinário, independência do grau de habilidade e experiência do operador, acesso facilitado a dentes com variações anatômicas e canais calcificados e redução de riscos de acidentes são alguns dos pontos que devem ser levados em consideração e que agregam à endodontia um caráter cada vez mais conservador e preciso (RIBEIRO et al., 2020).

CONCLUSÃO

As tomografias computadorizadas de feixe cônico são exames de imagem essenciais para as diversas áreas da saúde, em especial à Odontologia e suas variadas especialidades, uma vez que apresentam importância para determinações diagnósticas, promovendo facilidade na identificação de estruturas, variações anatômicas e desenvolvimentos patológicos que podem comprometer as etapas de um manejo terapêutico facilitado. Para a endodontia, a TCFC serve como uma ferramenta de prevenção e auxílio de tratamento, já que é capaz de fornecer informações imaginológicas fundamentais para uma terapia endodôntica de sucesso, tais como a presença de canais calcificados, canais atrésicos, perfurações apicais, lesões periapicais, extravasamento de material e presença de canais radiculares extras.

Apesar da tomografia computadorizada de feixe cônico ser um exame de imagem eficiente e com bons resultados, é importante que o profissional se atente à real necessidade de emprego deste de acordo com a peculiaridade de cada caso clínico. Trata-se de um exame que demanda elevado valor financeiro para o paciente, além de apresentar índices de radiação ligeiramente maiores que radiografias periapicais. Nesse sentido, seu emprego só é aconselhado quando as ferramentas de radiologia convencionais são insuficientes para a condução do tratamento.

REFERÊNCIAS

ACCORSI-MENDONÇA, Thais. Uso da tomografia computadorizada por feixe cônico na endodontia. **Revista Fluminense de Odontologia**, 2012.

ALONSO, T. C. et al. Parâmetros relacionados à qualidade de imagem em Tomografia Computadorizada–TC. 2015.

BARBOSA, Beatrice Cristina Ribeiro. Descrição anatômica da cabeça de tucano-toco (Ramphastos toco) através de tomografia computadorizada convencional. 2021.

BARBOSA, JESSICA SANTOS et al. Aplicações da tomografia computadorizada na odontopediatria. 2017.

BARROS, Maria Cecília Sinatura et al. Utilização e vantagens da Tomografia Computadorizada por Feixe Cônico em Universidade Pública. **Revista da Associação Paulista de Cirurgios Dentistas**, v. 69, n. 4, p. 336-339, 2015.

CAVALCANTE, Josuel Raimundo et al. Aplicação da tomografia na CtBMF: relatos de caso. **Revista de Cirurgia e Traumatologia Buco-maxilo-facial**, v. 12, n. 2, p. 53-58, 2012.

DA SILVA, Caroline Floriano. A tomografia computadorizada cone beam na Endodontia: uma revisão. **Revista Brasileira de Odontologia**, v. 76, p. 58, 2019.

DE FREITAS, Nelma Maria. Tomografia Computadorizada do Cone Beam High Definition para avaliação periodontal. **Revista da AcBO-ISSN 2316-7262**, v. 3, n. 2, 2014.

DIAS, Samanta et al. Tomografia cone beam na endodontia contemporânea. **Revista Científica da UNIFENAS-ISSN: 2596-3481**, v. 2, n. 2, 2020.

DORNELAS, Camila Crisóstomo Pereira. Quando indicar a tomografia na endodontia: vantagens, desvantagens e limitações. 2021.

DUBREUIL, Thibaut et al. Comparison of cone-beam computed tomography and multislice computed tomography in the assessment of extremity fractures. **Journal of Computer Assisted Tomography**, v. 43, n. 3, p. 372-378, 2019.

FERREIRA, Eric Gomes; DE ANDRADE SALGADO, Daniela Miranda Richarte; COSTA, Claudio. Tomografia computadorizada de feixe cônico para avaliação em periodontia: revisão de literatura. **Revista da Faculdade de Odontologia de Lins**, v. 31, n. 1-2, p. 27-35, 2021.

FRADE, Luiz Felipe; CAMARGO, Stephany de Barros. Conceitos e aplicações de tomografia industrial. 2016.

FREIRE, Juliana Sá et al. A IMPORTÂNCIA DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO NO DIAGNÓSTICO EM ENDODONTIA: RELATO DE CASOS. **Revista Científica Multidisciplinar UNIFLU**, v. 3, n. 2, p. 47-59, 2018.

HUTTON, Brian F. The origins of SPECT and SPECT/CT. **European journal of nuclear medicine and molecular imaging**, v. 41, n. 1, p. 3-16, 2014.

JOHNSON, Pamela T.; FISHMAN, Elliot K. Computed tomography dataset postprocessing: from data to knowledge. **Mount Sinai Journal of Medicine: A Journal of Translational and Personalized Medicine**, v. 79, n. 3, p. 412-421, 2012.

LARA-MENDES, Sônia T. de O.; BARBOSA, Camila de Freitas M.; MACHADO, Vinícius C. **Endodontia guiada como alternativa para o tratamento de canais severamente calcificados**. Dent. press endod, p. 15-20, 2019.

LUQUETTI, Bruno Sales; SANTOS, Faustino Araújo Costa. **Aplicabilidade da tomografia computadorizada de feixe cônico na endodontia: revisão de literatura**. 2020.

MOURÃO, Arnaldo Prata. **Tomografia computadorizada: tecnologias e aplicações**. Difusão Editora, 2018.

NEVES, Frederico Sampaio; BARBOSA, Jamile Portela; CRUSOÉ-REBELLO, Iêda. **Utilização da tomografia computadorizada de feixe cônico na endodontia**. Clínica e Pesquisa em Odontologia-UNITAU, v. 5, n. 1, p. 58-64, 2013.

ORTEGA HRESCAK, María Cinthya; SOCOLSKY, Gustavo A. Godfrey Newbold Hounsfield: historia e impacto de la tomografía computada. **Revista argentina de radiología**, v. 76, n. 4, p. 331-341, 2012.

PATRIOTA, Emanuella César Rocha et al. Eficácia da endodontia guiada no tratamento de dentes com calcificação radicular: revisão integrativa. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. e655986066-e655986066, 2020.

RIBEIRO, Filipe Henrique Barbosa et al. Aspectos atuais da Endodontia guiada. **HU revista**, v. 46, p. 1-7, 2020.

SANTOS, Gabriela Fernandes dos et al. **Tomografia computadorizada na endodontia**. 2018.

SHEFER, Efrat et al. State of the art of CT detectors and sources: a literature review. **Current Radiology Reports**, v. 1, n. 1, p. 76-91, 2013.

TERRA, Guilherme Teixeira Coelho et al. Tomografia computadorizada cone beam: avaliando sua precisão em medidas lineares. **JournalofBiodentistryandBiomaterials, São Paulo**, v. 2, p. 10-16, 2011.

VIEIRA, Milena; AGUIAR, Pamela Freitas. TRATAMENTO ENDODÔNTICO DE CANAIS CALCIFICADOS COM AUXÍLIO DA ENDODONTIA GUIADA. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 7, n. 10, p. 3334-3355, 2021.