

# APLICAÇÕES ENDODÔNTICAS DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA CONE-BEAM

## ENDODONTIC APPLICATIONS OF CONE-BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY

ALEKSSANDRO DOMINGUES DE LIMA<sup>1</sup>, FRANCINE BENETTI<sup>2</sup>, LUCIANA LOUZADA FERREIRA<sup>3</sup>, ELOI DEZAN-JÚNIOR<sup>4</sup>, JOÃO EDURDO GOMES-FILHO<sup>4</sup>, LUCIANO TAVARES ANGELO CINTRA<sup>5\*</sup>

1. Especialista em endodontia pela Faculdade de Odontologia de Araçatuba (UNESP); 2. Aluna de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Ciência Odontológica da Faculdade de Odontologia de Araçatuba (UNESP); 3. Aluna de Doutorado do Curso de Pós-Graduação em Ciência Odontológica da Faculdade de Odontologia de Araçatuba (UNESP); 4. Professor Adjunto do Curso de Graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia de Araçatuba (UNESP); 5. Professor Assistente Doutor do Curso de Graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia de Araçatuba (UNESP).

Rua José Bonifácio, 1193, Araçatuba, São Paulo, Brasil. CEP 16015-050. [lucianocintra@foa.unesp.br](mailto:lucianocintra@foa.unesp.br)

Recebido em 27/03/2014. Aceito para publicação em 10/04/2014

### RESUMO

O propósito deste trabalho foi realizar uma revisão de literatura que pudesse analisar diferentes aplicações em endodontia da tomografia computadorizada de feixe cônico (Cone-Beam Computed Tomography – CBCT), visto que é uma inovação tecnológica. Vários artigos sugerem que as radiografias periapicais limitam as informações, pois apresentam somente imagens bidimensionais das áreas avaliadas, enquanto que a tomografia Cone-Beam fornece imagens em três dimensões consideradas adicionais para um plano de tratamento satisfatório com melhor prognóstico. Diante dos trabalhos apresentados e discutidos, conclui-se que existem vantagens na utilização da tomografia computadorizada Cone-Beam pela possibilidade de uma análise tridimensional que pode acarretar em um melhor diagnóstico e consequentemente no planejamento e no prognóstico em endodontia.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tomografia computadorizada de feixe cônico (Cone-Beam), endodontia, imagens tridimensionais.

### ABSTRACT

The purpose of this study was to do a literature review that could analyze various applications in endodontic of cone-beam computed tomography – CBCT, since it is a new technology. Several articles confirm that the periapical radiographs provide only two-dimensional information of the assessed areas, while the cone-beam tomography provides three-dimensional images, which will enable to take additional information for a satisfactory plan of treatment with a better prognosis. It is concluded that there are advantages in the use of Cone-Beam Computed Tomography for the possibility of a three-dimensional analysis that may lead to better diagnosis and consequently in planning and prognosis in endodontics.

**KEYWORDS:** Cone-Beam Computed Tomography (CBCT), endodontic, three-dimensional images.

### 1. INTRODUÇÃO

Os exames auxiliares de diagnóstico, quando bem conduzidos e acrescidos às outras informações, permitem esclarecer dúvidas e facilitar o estabelecimento do diagnóstico clínico provável, para um adequado plano de tratamento e resultados mais previsíveis.

O exame por imagens é parte essencial no diagnóstico e plano de tratamento em endodontia, sendo as radiografias periapicais as mais utilizadas. Apesar de seu amplo uso, as radiografias convencionais produzem imagens com informações limitadas, pois projetam em um só plano todas as estruturas atravessadas pelos raios x, além de apresentarem deficiência em contrastes, o que pode influenciar na interpretação radiográfica<sup>1,2</sup>.

Diante dessas dificuldades, novas técnicas de reconstrução de imagens foram introduzidas para proporcionarem informação tridimensional, o que despertou grande interesse dos odontólogos. Assim, inicia-se um período de inovação na endodontia, sendo o advento da tomografia computadorizada (TC) uma das grandes inovações, pois utiliza menor radiação x para obter imagens tridimensionais em diferentes planos, aprimorando o diagnóstico e plano de tratamento<sup>3,4</sup>. Por isso, o objetivo do presente estudo é o de realizar uma revisão de literatura que pudesse analisar diferentes aplicações em endodontia da tomografia computadorizada de feixe cônico (Cone-Beam Computed Tomography – CBCT), visto que é uma inovação tecnológica.

### 2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado através de revisão bibliográfica sobre o tema proposto. Para seleção de fontes científicas, foi utilizado o indexador de artigos da

literatura científica Medline, acessado pelo serviço PubMed da Biblioteca Nacional de Medicina dos Estados, a partir das palavras chaves: Cone-Beam Computed Tomography (CBCT), endodontic, three-dimensional images.

### 3. DESENVOLVIMENTO

Uma técnica de TC é a tomografia computadorizada volumétrica por feixe cônico, ou cone-beam computed tomography (CBCT), que possui um método de captação de imagens eficaz e seguro, uma vez que possibilita a obtenção de informações do esqueleto maxilofacial sem distorções tridimensionais, bem como dos dentes e seus tecidos circundantes. Este tipo de imagem pode ser utilizada no diagnóstico de lesões periapicais, fraturas e reabsorções radiculares, avaliação da anatomia do canal radicular, análise da espessura do osso cortical e esponjoso, bem como da inclinação das raízes em relação à maxila circundante. Além disso, permite a visualização de estruturas anatômicas como seio maxilar e nervo alveolar inferior. Tudo isso com uma dose menor de radiação quando comparada com a tomografia computadorizada convencional<sup>5</sup>.

Parks (2000)<sup>6</sup> definiu a Tomografia Computadorizada como um método complementar de diagnóstico por imagem, que representa uma imagem de secção ou fatia do corpo humano, nos três planos do espaço e sem sobreposição de imagens.

Rigolone *et al.* (2003)<sup>7</sup> utilizaram a tecnologia CBCT para medir a distância média entre a raiz palatina dos molares superiores e o córtex vestibular externo da maxila, para planejamento e realização de cirurgia parodontológica, concluindo que a CBCT pode ser de grande importância na decisão de realizar cirurgia parodontológica na raiz palatina dos molares superiores, com uma abordagem vestibular versus palatina.

Nakata *et al.* (2006)<sup>8</sup>, ao utilizarem a CBCT, detectaram a presença e o tamanho de uma lesão periapical muito próxima ao seio maxilar, com leve reabsorção óssea somente na raiz disto-vestibular do 1º molar superior direito, após a verdadeira causa da sintomatologia clínica não ter sido confirmada pelo uso das radiografias periapical e panorâmica.

Simon *et al.* (2006)<sup>9</sup> após a análise de 17 lesões periapicais, relataram que a CBCT forneceu informações mais precisas de diagnóstico que a biopsia e a histologia na avaliação de grandes lesões periapicais, sem necessitar de cirurgia invasiva. A CBCT, através da diferença de densidade do conteúdo de uma cavidade, ainda auxiliou no diagnóstico diferencial entre uma lesão cística e uma lesão granulomatosa, permitindo que o clínico optasse ou não pela cirurgia, sem ter que esperar o período de preservação.

Para Scarfe *et al.* (2006)<sup>10</sup>, as tomografias podem ser classificadas em dois tipos: tomografia convencional e

tomografia computadorizada. E, assim como Garib *et al.* (2007)<sup>3</sup>, afirmam que a tomografia computadorizada (TC) pode ser dividida em tradicional e de feixe cônico (cone-beam - CBCT), sendo que a primeira utiliza um feixe de raio x em forma de leque ou séries de cortes individuais, para finalmente obter um estudo tomográfico, e a CBCT utiliza um feixe de raio x em forma de cone, sendo processado pelo computador que gera imagens precisas, com redução significativa de artefatos metálicos.

De acordo com Cotton *et al.* (2007)<sup>1</sup>, assim que a tecnologia começa a ser mais prevalente, surgem aplicações endodônticas específicas para o uso da CBCT, dentre elas, o diagnóstico de patologias endodônticas, a identificação da morfologia do canal, o acesso às patologias de origem não-endodôntica, avaliação de fraturas e traumas radiculares, análise de reabsorções radiculares e planejamento pré-cirúrgico.

Hartmann *et al.* (2007)<sup>11</sup> afirmaram que a tomografia computadorizada mostrou ser um método preciso e eficiente para avaliação do transporte do canal radicular durante a instrumentação. Utilizando a tomografia computadorizada, compararam a ocorrência de transporte do terço apical do canal méso-vestibular de molares após o preparo biomecânico destes com a técnica manual, sistema oscilatório e sistema rotatório *Pro Taper*, concluindo que a técnica manual produziu, significativamente, menos transportes do que as técnicas oscilatória e rotatória, embora todas produzam transporte do canal radicular.

De acordo com Nair & Nair (2007)<sup>4</sup> a qualidade da imagem é provavelmente o mais significativo na endodontia, na medida em que facilita a interpretação precisa da morfologia da raiz e do canal, a determinação do comprimento deste, e uma avaliação pós operatória, e a longo prazo, do tratamento endodôntico. Os autores colocam que a CBCT é utilizada para avaliar canais preparados com limas de níquel-titânio e com limas manuais de aço inoxidável, e mostram que o sistema utilizado provê um método reproduzível e não invasivo de avaliar certos aspectos da instrumentação endodôntica, assim como a transportação de canal, a remoção de dentina e a preparação final do canal. CBCT também provê informações adicionais tridimensionais não disponíveis em uma radiografia convencional, para a detecção de lesões endodônticas e sua importante relação com as estruturas anatômicas vizinhas.

Pinsky *et al.* (2007)<sup>12</sup> detalharam que o uso da CBCT, devido suas imagens tridimensionais, permite acesso e orientação cirúrgica precisos e confiáveis, sem riscos de danificar estruturas vitais durante uma apicectomia. O que também pode ser observado por Tsurumachi *et al.* (2007)<sup>13</sup>, que relataram a importância e os benefícios da CBCT no diagnóstico, planejamento e tratamento de uma perfuração de raiz e fratura do instrumento en-

dodôntico para o seio maxilar, permitindo a correta indicação da cirurgia parendodôntica e hemi-seção do dente.

Shemesh *et al.* (2007)<sup>14</sup> demonstraram que imagens obtidas com a tecnologia CBCT, comparadas com cortes histológicos de dentes preparados “*in vitro*”, foi um método confiável e preciso para analisar a morfologia e anatomia interna do canal, espessura da dentina, e distância entre a parede interna do canal com o ligamento periodontal.

Estrela *et al.* (2008a)<sup>15</sup> e Jorge *et al.* (2008)<sup>16</sup> demonstraram que a CBCT é um método capaz de detectar o desenvolvimento de lesões periapicais em estágios iniciais, mesmo quando tais lesões ainda não são visíveis com técnicas radiográficas convencionais. Estrela *et al.* (2008b)<sup>17</sup> verificaram que a prevalência de periodontite apical em dentes tratados endodonticamente foi de 17,6%, 35,3% e 63,3%, comparando a radiografia panorâmica, periapical e CBCT, respectivamente. Jorge *et al.* (2008)<sup>16</sup> mostraram que as radiografias periapicais não detectaram lesões em 7 dias após a infecção do canal radicular, e detectaram 47% e 78% das amostras com lesões em 15 e 30 dias, respectivamente. Já a avaliação com CBCT revelou 33% das amostras com lesões em 7 dias, 83% em 15 dias e 100% em 30 dias.

Estrela *et al.* (2008b)<sup>17</sup> também verificaram que a periodontite apical foi diagnosticada em 39,5% dos casos com o uso de radiografias periapicais e 60,9% com o uso da CBCT, quando da avaliação de 1014 imagens. Os autores concluem que a CBCT pode minimizar a interferência do observador e aumentar a confiabilidade de estudos epidemiológicos, especialmente àqueles referentes a prevalência e severidade da periodontite apical.

Low *et al.* (2008)<sup>18</sup> destacaram as vantagens da CBCT sobre a radiografia periapical no planejamento e diagnóstico pré-operatório em 156 raízes de dentes superiores posteriores, encaminhadas para cirurgia parendodôntica. Mostraram que em um total de 109 raízes com lesões detectadas com a CBCT, apenas 72 indicavam lesões pelo uso de radiografias periapicais. Além disso, a CBCT possibilitou uma avaliação da verdadeira extensão da lesão e sua relação espacial com importantes pontos anatômicos.

Matherne *et al.* (2008)<sup>19</sup> avaliaram “*in vitro*” a eficácia da utilização da CBCT como ferramenta de diagnóstico na identificação do número de canais radiculares. Através de uma análise estatística comparando com imagens radiográficas periapicais e digitais, o sistema CBCT se mostrou eficaz para avaliar e determinar o número de canais radiculares.

Reddy *et al.* (2008)<sup>20</sup> relataram o tratamento endodôntico de um dente invaginado, onde as variações anatômicas dos canais radiculares são um grande desafio para o sucesso endodôntico. Apesar das radiografias

convencionais desempenharem um papel importante na avaliação do canal primário, a complexa morfologia do canal nestes casos, e o acesso ao canal invaginado, são facilitados pela CBCT, que fornece visão tridimensional, nítida e focada, possibilitando que os scans identifiquem o invaginatus em seu tipo e extensão.

Estrela *et al.* (2009)<sup>21</sup> detectaram reabsorção radicular inflamatória (RRI) em 68,8% das superfícies radiculares analisadas com radiografias convencionais, e em 100% das amostras nos scans de CBCT. A extensão de RRI foi maior do que 1-4mm em 95,8% das imagens de CBCT e em 52,1% das imagens convencionais. Assim, o uso de CBCT mostrou ser melhor na detecção de reabsorção radicular inflamatória e na determinação de sua extensão.

Moura *et al.* (2009)<sup>22</sup> ao avaliarem 503 canais obturados, observaram que, quando a obturação dos canais se encontrava entre 1-2 mm aquém do ápice, as radiografias periapicais identificava 88%, 89,3% e 95% dos casos em dentes anteriores, pré-molares e molares, respectivamente. Nesse mesmo comprimento de obturação, a periodontite apical foi detectada, ainda com radiografias periapicais, em 28%, 19,4% e 51,3% dos casos em dentes anteriores, pré molares e molares, respectivamente. Quando o comprimento das obturações estava 0-2 mm além do ápice, a periodontite apical foi detectada com radiografias periapicais em 5%, 3,9% e 3,3% dos casos em dentes anteriores, pré molares e molares, respectivamente. Os mesmos casos foram avaliados usando CBCT para efeitos de comparação. Quando o comprimento da obturação dos canais radiculares estava a 1-2mm aquém do ápice, a CBCT identificava 70%, 73,7% e 79% dos casos em dentes anteriores, pré molares e molares, e periodontite apical em 34%, 20,3% e 58,6% dos casos, respectivamente. Quando o comprimento de obturação se estendeu 0-2 mm além do ápice, a periodontite apical foi detectada em 15%, 8,7% e 14% dos casos de dentes anteriores, pré-molares e molares, respectivamente. Assim, concluíram que o comprimento real do dente não pode ser definido corretamente apenas por radiografias periapicais, uma vez que não se tem a certeza de onde se localiza o forame apical. Também observaram que a periodontite apical foi detectada em mais casos com CBCT, do que com radiografias periapicais.

Patel *et al.* (2009)<sup>23</sup> prepararam artificialmente defeitos ósseos na região periapical da raiz distal de molares inferiores, e comprovaram a precisão e eficácia da CBCT na detecção destes defeitos, quando comparada com a radiografia digital.

Patel *et al.* (2009a)<sup>24</sup>, assim como Scarfe *et al.* (2009)<sup>25</sup>, relatam que a CBCT é um método de diagnóstico onde a imagem é processada tridimensionalmente e com alta precisão, sendo de grande utilidade no diagnóstico e planejamento pré e pós-tratamento endodôntico,

podendo prever o potencial de complicações. Esta tecnologia oferece informações sobre a localização e número de canais, tamanho da câmara pulpar, grau de calcificação da raiz e sua curvatura, fratura radicular, reabsorção radicular e lesões periapicais.

Patel *et al.* (2009b)<sup>26</sup> relatam que a doença periodontal pode ser detectada precocemente utilizando CBCT quando comparadas com imagens radiográficas periapicais, assim como o verdadeiro tamanho, extensão, natureza e posição da lesão periapical, além de reabsorções e fraturas radiculares, anatomia do canal radicular e a densidade óssea do osso alveolar ao redor do dente.

Paula-Silva *et al.* (2009)<sup>27</sup> compararam o resultado do tratamento endodôntico de 72 raízes de dentes de cães, através de radiografia periapical e de CBCT. O número de resultados desfavoráveis detectados por CBCT foi três vezes maior que os detectados por radiografias periapicais. As radiografias periapicais não foram confiáveis tanto para diagnosticar a ausência de lesão quanto para diagnosticar a redução do tamanho da lesão em 24 raízes. Ainda, nenhuma lesão periapical foi detectada com radiografias periapicais 14 dias após a infecção do canal radicular, e 47% pode ser detectada 21 dias após, enquanto que a avaliação da CBCT detectou lesão periapical em 33% em 14 dias e 83% em 21 dias.

Paula-Silva *et al.* (2009a)<sup>28</sup> avaliaram a precisão de radiografias periapicais e CBCT com resultados histopatológicos no diagnóstico de periodontite apical em 83 raízes. A precisão dos exames em radiografias periapicais foi de 71% das raízes, e em imagens de CBCT, 84%. Já o exame histopatológico detectou periodontite apical em 93%. Assim, concluíram que o exame de CBCT foi mais preciso na detecção de periodontite apical quando comparado com radiografias periapicais.

Estevez *et al.* (2010)<sup>29</sup> utilizaram a CBCT como ferramenta para diagnóstico de reabsorção cervical invasiva (IRC) e identificação da extensão da lesão, bem com sua interrelação com estruturas adjacentes, favorecendo a classificação da lesão e contribuindo diretamente para um correto diagnóstico e plano de tratamento.

Hassan *et al.* (2010)<sup>30</sup> comprovaram a precisão da CBCT na detecção de fraturas verticais artificiais em 80 raízes, sendo o alto contraste e a natureza 3D da imagem tomográfica grandes benefícios de seu uso. Já Melo *et al.* (2010)<sup>31</sup>, demonstraram a superioridade do sistema CBCT em detectar fraturas radiculares longitudinais em dentes preparados e fraturados artificialmente, mesmo sob a interferência de pinos protéticos e do cone de guta percha. Além disso, a influência da resolução voxel de 0,3 mm e de 0,2 mm foi avaliada, sendo que os resultados com CBCT indicaram que os valores de especificidade foram semelhantes e não dependeram da resolução voxel utilizada.

Michetti *et al.* (2010)<sup>32</sup> reconstruíram em 3D o volume e o contorno de 14 canais radiculares através de

imagens produzidas pela CBCT, no intuito de compará-las com seções histológicas, e avaliar a confiabilidade destas reconstruções. A CBCT se mostrou um método de obtenção de imagens muito confiável, oferecendo ao profissional a possibilidade de explorar a complexidade dos canais radiculares de forma tridimensional e não invasiva, mostrando ser uma técnica promissora para complementar o exame radiológico.

Orhan *et al.* (2010)<sup>33</sup> utilizaram a CBCT para detectar possível reabsorção cervical interna ou fratura horizontal em um incisivo central superior direito, que havia sofrido trauma dentário há 28 anos. Apesar da aparência na radiografia convencional, nenhuma evidência de reabsorção cervical interna foi detectada. Assim, a CBCT permitiu observar claramente os fragmentos deslocados da fratura radicular, tanto no incisivo direito como no esquerdo, espontaneamente curado, sem reabsorção cervical e patologia periapical.

Patel *et al.* (2010)<sup>34</sup> afirmam que a CBCT é um método de obtenção de imagens em 3D que favorece o fornecimento de informações para diagnóstico, permitindo um planejamento mais preciso de tratamentos endodônticos complexos, superando as limitações das radiografias convencionais. Algumas indicações desta tecnologia são detecção de periodontite apical, avaliação pré-cirúrgica, avaliação de trauma dental e avaliação anatômica do canal radicular, isto quando as radiografias convencionais não fornecerem informações suficientes para o correto diagnóstico.

Sanfelice *et al.* (2010)<sup>35</sup> relataram a importância do preparo cervical e suas consequências, principalmente em canais curvos. Utilizaram a CBCT para avaliar a espessura da dentina e a quantidade de sua remoção produzida por quatro instrumentos (Pro Taper, Gates-Glidden, K3 e LA Axxess) durante o preparo do terço cervical de 32 molares inferiores. Observaram que a CBCT foi utilizada com sucesso para as medições antes e após a instrumentação de canais, e para os cálculos de volume de dentina removida durante o preparo do terço cervical dos canais radiculares.

Costa *et al.* (2011)<sup>36</sup> avaliaram a precisão da CBCT em detectar fraturas radiculares horizontais e a influência de pinos metálicos no exame tomográfico, afirmando que este apresenta alta precisão na detecção de fratura radicular horizontal sem pino metálico. No entanto, a presença de pino metálico reduz significativamente a especificidade e sensibilidade deste exame.

Cyerman *et al.* (2011)<sup>37</sup> demonstraram a eficácia da CBCT no diagnóstico da sinusite maxilar de origem odontogênica, durante a avaliação de 3 casos clínicos onde os pacientes apresentavam sinusite maxilar grave, colaborando para o plano de tratamento e realização da terapêutica adequada.

Durack *et al.* (2011)<sup>38</sup> relataram o caso clínico de um dente invaginado associado à periodontite apical crônica.

O exame radiográfico não possibilitou informações suficientes sobre a natureza da invaginação e sua relação com o canal radicular. Porém, com a CBCT, observou-se que a invaginação e o canal radicular eram completamente separados, sem espaço comunicante, e com a parede da invaginação agindo como uma obstrução para o efetivo desbridamento químico e mecânico do canal radicular infectado.

Edlund *et al.* (2011)<sup>39</sup> afirmaram que a CBCT, além de ser uma terapia não invasiva, é um método de diagnóstico de grande importância e precisão para avaliar, detectar e confirmar fraturas radiculares verticais, uma vez que as radiografias convencionais podem suscitar muitas dúvidas.

Janner *et al.* (2011)<sup>40</sup> certificaram a precisão e confiabilidade da CBCT na medição do comprimento de trabalho de 9 canais radiculares, determinando a viabilidade da técnica e demonstrando forte correlação quando comparada com o localizador apical eletrônico.

Liang *et al.* (2011)<sup>41</sup> utilizaram radiografias periapicais e CBCT para avaliação do tratamento endodôntico em 143 raízes, 2 anos após o tratamento. Os autores avaliaram a presença de lesões periapicais e a extensão apical da obturação endodôntica. Como resultado, encontraram 25,9% de raízes com lesões periapicais utilizando CBCT e 12,59% utilizando radiografias periapicais. Em relação ao limite apical, num total de 26 obturações que tiveram o limite ultrapassado e que foram identificadas com o uso da CBCT, as radiografias periapicais acusaram 18 além do limite e 8 no limite apical. Em um total de 25 obturações aquém do limite apical utilizando CBCT, as radiografias periapicais indicaram 5 aquém do limite e 20 no limite apical. Em um total de 92 obturações no limite apical observados com o uso da CBCT, as radiografias periapicais indicaram 10 além do limite e 1 aquém. Os autores concluíram que os resultados obtidos com radiografias periapicais e CBCT podem não ser os mesmos, sendo que as radiografias periapicais influenciam negativamente nos resultados.

Maillet *et al.* (2011)<sup>42</sup> analisaram 98 casos de sinusite maxilar odontogênica utilizando CBCT, e descreveram suas características radiográficas, estabelecendo critérios de diagnóstico. Detalharam que o primeiro molar superior e sua raiz palatina são mais frequentes associados às alterações no seio maxilar sendo a CBCT um importante método para identificação de alterações no seio maxilar.

Shemesh *et al.* (2011)<sup>43</sup> compararam, “*in vitro*”, o uso de radiografias periapicais digitais e da tomografia CBCT na detecção de perfurações radiculares em molares inferiores tratados endodônticamente, onde estas perfurações foram preparadas artificialmente com o uso de limas rotatórias e brocas Gates-Glidden. Em 30 dentes preparados, 63% foram observados através das radiografias periapicais, e 87% com através da CBCT.

Yang *et al.* (2011)<sup>44</sup> comprovaram a eficácia da tec-

nologia CBCT ao avaliarem a superfície, volume, retificação e transporte do preparo, e espessura de canais instrumentados por 2 sistemas rotatórios, Protaper e MTWO, reconhecendo que ambos os sistemas produziram adequado preparo biomecânico.

Kaya *et al.* (2012)<sup>45</sup> mediram a densidade óssea antes e após tratamento endodôntico em dentes com lesões periapicais, durante 2 anos após tratamento. Puderam afirmar que a CBCT é um método eficaz para avaliar a densidade óssea em tratamento endodôntico, além de ser ferramenta útil para obter informações de diagnóstico.

Kim (2012)<sup>46</sup> afirma que a tecnologia CBCT é muito útil em endodontia, onde, pelo Sistema Nacional de Saúde Sul Coreano, foi realizado um levantamento de dados investigando a incidência da tecnologia CBCT associada a procedimentos endodônticos, detalhando sua eficácia nas informações do comprimento do canal e procedimentos de apicectomia, além de fornecer informações sobre periodontite apical.

Suebnuikarn *et al.* (2012)<sup>47</sup> com o uso de um modelo 3D gerado a partir de imagens de CBCT, realizaram uma simulação virtual de cirurgias endodônticas assistida, melhorando o desempenho profissional principalmente pela visualização da área e das estruturas anatômicas adjacentes, e colaborando, principalmente, para a formação e segurança profissional.

Plotino *et al.* (2013)<sup>48</sup> avaliaram, através imagens de CBCT de 201 pacientes, a anatomia dos canais radiculares e o número de raízes dos primeiros e segundos molares, superiores e inferiores quando presentes, e a simetria entre estes molares dos lados direito e esquerdo do mesmo paciente. Os resultados mostraram uma porcentagem de simetria que variou de 70% a 81%. Assim, os autores chamam a atenção para essas variações, que devem ser levadas em consideração quando da necessidade do tratamento endodôntico dos mesmos molares de ambos os lados, pois suas anatomias podem variar em até 30% dos casos.

Esposito *et al.* (2013)<sup>49</sup>, em um estudo “*in vitro*” com lesões artificiais realizadas no periápice de dentes bovinos, testaram a precisão e a confiabilidade da CBCT na avaliação do volume ósseo de lesões endodônticas. A CBCT provou ser uma ferramenta eficaz na endodontia durante a gestão de casos difíceis, em que o exame radiográfico convencional não oferece um diagnóstico confiável. Segundo os autores, devido à crescente utilização da CBCT na endodontia, criou-se um novo programa, o CBCT PAI, que se baseia na medição linear de lesões periapicais em 3 dimensões, sendo que a principal vantagem é que estas medidas lineares fornecem valores para o diâmetro da lesão em cada plano, mas esses diâmetros não proporcionam os valores eficazes dos volumes das lesões e, portanto, os seus tamanhos reais. Os resultados do estudo não mostraram diferença estatisticamente significativa entre as medidas obtidas através de

softwares da CBCT e as medidas físicas das lesões. Assim, a CBCT pode representar uma ferramenta eficaz para endodontistas avaliarem a periodontite apical com precisão.

Brady *et al.* (2013)<sup>50</sup> compararam a precisão da radiografia periapical com imagens de dois scanners de CBCT, i-CAT e Accuitomo 3D, na detecção de fraturas verticais, completas e incompletas, induzidas artificialmente em molares e pré-molares inferiores. Também analisaram se a largura dessas fraturas comprometeu o diagnóstico através dessas imagens. O estudo revelou que os scanners de CBCT foram significativamente mais precisos do que a radiografia periapical: enquanto a sensibilidade radiográfica para a detecção de fraturas incompletas foi de 3%, e completas de 65%, a sensibilidade dos scanners de CBCT foi de aproximadamente 27% e 98%, para incompletas e completas, respectivamente. Fraturas menores foram significativamente mais identificadas com Accuitomo 3D do que a i-CAT. Para os autores, a pobre detecção de fraturas incompletas foi, provavelmente, devido à resolução limitada dos scanners de CBCT.

Silva *et al.* (2014)<sup>51</sup> utilizaram a tecnologia da CBCT para caracterizar a morfologia dos canais radiculares de 620 molares superiores, saudáveis, totalmente desenvolvidos, e não tratados endodonticamente. Nos primeiros molares, a presença de 3 raízes separadas, méso e disto-vestibular, e palatina, com um canal cada raiz, foi a morfologia mais encontrada, representando 52,87% destes dentes. A segunda morfologia mais comum foi com 3 raízes separadas e um canal cada raiz, com exceção da méso-vestibular, que apresentava 2 canais (42,63%). Nos segundo molares, a grande maioria também apresentou 3 raízes, com um canal cada raiz, representando 45,09%. Já a variante com 2 canais na raiz méso-vestibular representou 34,32% dos casos. No entanto, observaram que os segundos molares superiores apresentaram um sistema de canais radiculares mais complexo, com outras 5 variantes, quando comparados com os primeiros molares. Os autores acreditam que estas variações podem estar relacionadas às diferenças étnicas, e devem ser consideradas durante um tratamento endodôntico. E ainda, que a imagem de CBCT deve ser indicada apenas em casos complexos, quando há suspeita em relação à anatomia ou morfologia, pois a CBCT ainda utiliza de radiação ionizante.

Fernandes *et al.* (2014)<sup>52</sup> compararam radiografias periapicais digitais com imagens de CBCT na identificação da anatomia interna de incisivos inferiores. Observaram três padrões anatômicos: I- um único canal; Ia- um único canal oval; III- dois canais. O estudo mostrou que a probabilidade de erros na identificação dos canais do tipo I e Ia, em relação ao tipo III, foi baixa. Porém, na diferenciação dos canais em tipo I e tipo Ia, a CBCT se mostrou melhor, significativamente, que as radiografias

periapicais. Os resultados mostraram que, embora houvesse alta precisão na detecção do número de canais radiculares, foram encontradas limitações na diferenciação da forma destes canais, sendo que, dos três scanners de CBCT testados (Kodak 9000 3D, o Veraviewepocs 3De, e o NewTom 5G), apenas o NewTom melhorou a identificação dos canais ovalados.

Badole *et al.* (2014)<sup>53</sup>, durante um tratamento endodôntico, com o auxílio do microscópio cirúrgico e com imagens de CBCT, identificaram 7 canais em um primeiro molar superior esquerdo com três raízes. Imagens de CBCT também mostraram 7 canais no primeiro molar superior do lado direito do mesmo paciente. Durante o procedimento, foi observada uma abertura de canal nas raízes méso-vestibular e disto-vestibular, e 2 aberturas na raiz palatina. Durante o exame com um microscópio cirúrgico, foi localizado mais um orifício méso-vestibular entre o méso-vestibular e méso-palatal. Um segundo orifício disto-vestibular também foi localizado por palatino. Com o uso de uma CBCT, pode-se confirmar a presença de três raízes e 6 canais (2 méso-vestibulares, 2 disto-vestibulares, e 2 palatinos). Após, um exame cuidadoso das raízes méso-vestibulares mostrou a presença de um sétimo orifício, que foi confirmado com o uso do microscópio durante um novo exame do assoalho. Os autores concluíram que o uso de um microscópio cirúrgico e a CBCT auxiliam no diagnóstico da anatomia anormal de um dente, e facilitam um tratamento endodôntico bem sucedido.

Abella *et al.* (2014)<sup>54</sup> avaliaram a presença ou ausência de radiolucência periapical em raízes de 161 dentes com polpas necrosadas, através de imagens de CBCT e de radiografias periapicais obtidas de diversas angulações com a técnica do paralelismo. Os dentes apresentavam necrose pulpar com tecido apical normal, periodontite apical sintomática e assintomática, e abscesso apical agudo e crônico. A radiolucência periapical pode ser observada em 132 dentes, quando avaliados através de radiografias periapicais, e em 196 dentes, quando avaliados com imagens de CBCT. Em dentes com periodontite apical sintomática, ou abscesso apical agudo, a CBCT revelou maior número de radiolucência. Já em dentes com periodontite apical assintomática, ou abscesso apical crônico, não foram observadas diferenças significativas. Os resultados mostraram que CBCT detectaram maior quantidade de radiolucência periapical nos dentes avaliados, do que as radiografias.

#### 4. DISCUSSÃO

Os exames radiográficos são essenciais para o sucesso do tratamento endodôntico, pois são importantes ferramentas para elaboração de um diagnóstico preciso e um adequado plano de tratamento<sup>1,25,34</sup>. Apesar das

radiografias convencionais serem as mais utilizadas em função de sua praticidade, muitos inconvenientes como a incapacidade de manipular e arquivar imagens, tempo de exposição, e a falta de informações em terceira dimensão, fazem com que áreas de interesse fiquem mascaradas pela sobreposição de imagens, e interfiram na elaboração de um diagnóstico preciso<sup>1,2,3,4,5,23,25</sup>.

As radiografias convencionais passaram a ter uma opção digital, mais rápida e segura<sup>25</sup>. Nair & Nair (2007)<sup>4</sup>, relataram que a radiografia digital oferece o benefício de menor exposição a radiação, e não utilização de requisitos químicos, além de várias ferramentas para processamento de imagem, como a ampliação.

Por sua vez, a tecnologia utilizada na tomografia computadorizada Cone-Beam é um método de obtenção de imagem que permite avaliar tridimensionalmente a área de interesse<sup>1,5,23</sup>, de modo que as imagens, após processadas pelo computador, são reformatadas em fatias nos três planos do espaço e reconstruídas com alta precisão, oferecendo informações relevantes que não podem ser reunidas em radiografias convencionais<sup>1,3,23</sup>.

Aplicações da CBCT em endodontia tem sido cuidadosamente avaliada em estudos recentes. Este método de obtenção de imagens, em comparação com radiografias convencionais, realizou melhor detecção de periodontite apical<sup>2,8,24,46,49,54</sup>, avaliação do sistema de canais radiculares<sup>19,32,48,51,52,53</sup>, avaliação de reabsorções radiculares<sup>21,23,29</sup>, auxiliou no planejamento de cirurgia endodôntica<sup>7</sup>, no diagnóstico de sinusite maxilar odontogênica<sup>37,42</sup> e no diagnóstico de fraturas radiculares<sup>30,33,50</sup>.

A tomografia computadorizada apresenta maior usabilidade na odontologia, por apresentar alta resolução, permitindo delinear o esmalte, a dentina, a cavidade pulpar, o espaço periodontal e o osso alveolar<sup>3</sup>. A CBCT é uma tecnologia de alto valor de diagnóstico, que oferece imagens tridimensionais precisas e de alta qualidade dos elementos ósseos e do complexo maxilo-facial<sup>25</sup>. Acrescenta-se que a CBCT pode reproduzir, de forma precisa, a morfologia interna e externa do dente, sendo muito útil para determinar as possíveis dificuldades que serão enfrentadas durante o tratamento endodôntico<sup>14</sup>. Assim, nos casos mais complexos, como diagnóstico confirmatório de aberrações morfológicas na anatomia dos canais radiculares, a CBCT tem sido utilizada com muito sucesso devido a sua capacidade de fornecer informações em 3D, que também tem se mostrado como um importante apoio à pesquisa, no que diz respeito ao preparo biomecânico do canal radicular<sup>11,35,44</sup> e na determinação do comprimento do canal<sup>40</sup>.

A CBCT é um método confiável e preciso para avaliar a espessura e a quantidade de remoção da dentina, após o preparo de terço apical e cervical<sup>11,35</sup>.

Embora o preparo cervical não tenha sido afetado inadequadamente com o uso de instrumentos rotatórios, as áreas reconstruídas pela CBCT mostraram a ocorrência de transporte da região apical de canais curvos, alertando a um cuidado maior na utilização de instrumentos rotatórios nestes casos<sup>35,44</sup>.

A CBCT pode ser utilizada com grande eficácia no planejamento do tratamento e realização de cirurgia parodontológica de pré molares e molares superiores, uma vez que, o conhecimento da localização do seio maxilar e da sobreposição de estruturas anatômicas subjacentes pode ser essencial e ter grande influência no ato cirúrgico<sup>7</sup>. O uso da CBCT para o planejamento de apicectomias é de grande importância, devido a dificuldades de localização do ápice radicular, a proximidade com estruturas anatômicas adjacentes como nervo alveolar inferior, forame mentoniano e seio maxilar, pois fornece dados para um acesso preciso, delimitado e sem ações corretivas durante o ato cirúrgico, favorecendo o reparo<sup>1,12,18</sup>. A observação das estruturas anatômicas adjacentes à área que irá sofrer cirurgia apical é imprescindível, e somente a CBCT irá fornecer informações precisas para um planejamento cirúrgico. A criação de um modelo 3D gerado a partir de imagens fornecidas pela CBCT, colabora na formação e segurança profissional<sup>47</sup>.

Em relação ao diagnóstico clínico e radiográfico de fraturas radiculares, devido à natureza bidimensional das radiografias convencionais, podem surgir dúvidas na determinação do correto planejamento e tratamento deste tipo de ocorrência<sup>1,33,36,39,43</sup>. Assim, as imagens fornecidas pela CBCT permitem informações de diagnóstico mais precisas e confiáveis<sup>30,31,33,36,39,50</sup>.

Apesar da precisão na formação da imagem, algumas ocorrências podem dificultar sua interpretação, tal como os artefatos da técnica. Sabe-se que em grande parte dos casos em que há suspeita da presença de fraturas, também há presença de pinos ou núcleos metálicos. Como estes retentores promovem a formação dos artefatos, a identificação das fraturas pode ser prejudicada<sup>36</sup>.

A superioridade da CBCT, em relação as radiografias periapicais em detectar lesões periapicais também tem sido relatada em vários artigos<sup>8,15,16,22,24,28,41,45,49,54</sup>.

O diagnóstico clínico e radiográfico de reabsorção cervical e de sua extensão são difíceis de avaliar com métodos radiográficos convencionais e a possibilidade de falso-negativos, devido à sobreposição de estruturas, é uma das limitações destes métodos<sup>21,29</sup>. A CBCT tem se mostrado um método capaz de avaliar a reabsorção cervical, bem como sua extensão, devido à capacidade de obtenção de imagens tridimensionais<sup>1,21,29</sup>.

Ao utilizar a CBCT, o risco à radiação deve ser considerado<sup>1,24,46</sup>, pois apresenta radiação similar a de um levantamento com radiografias periapicais completo,

ou equivale a aproximadamente 4-15 vezes a dose de uma radiografia panorâmica<sup>3,10</sup>. Assim, a decisão de submeter o paciente à radiação deve ser bem avaliada, tendo como princípio de que este será submetido apenas a dose de radiação necessária para realizar um correto diagnóstico e obter um plano de tratamento adequado<sup>25</sup>. Deve-se considerar que a dose efetiva varia de acordo com o tamanho da área a ser analisada, e pode ser tão baixo quanto o de uma radiografia panorâmica convencional, e consideravelmente inferior à da tomografia computadorizada tradicional<sup>55</sup>.

Outras desvantagens quanto ao uso da CBCT, está no alto custo do equipamento, e na possibilidade de formação de artefatos, que são alterações de imagens, em forma de raios, devido a objetos metálicos como coroas, restaurações ou núcleos<sup>3</sup>.

## 5. CONCLUSÃO

Diversos estudos comprovaram que a tomografia computadorizada Cone-Beam é de grande aplicabilidade em endodontia. Suas imagens fornecem maior grau de confiabilidade em relação às radiografias convencionais, auxiliando no diagnóstico e planejamento endodôntico em diversas situações, como identificação de lesões periapicais, avaliação da morfologia e anatomia do canal radicular, detecção de fraturas radiculares, planejamento de cirurgias parodontais, análise de reabsorções cervicais e do preparo radicular. Porém, apesar de superar as limitações das radiografias convencionais, a tomografia computadorizada Cone-Beam não deve ser utilizada rotineiramente, mas somente nos casos onde as radiografias convencionais forem consideradas inadequadas para o diagnóstico, comprometendo o tratamento. Além de facilitar e aprimorar o diagnóstico na prática clínica, a tomografia computadorizada Cone-Beam também se tornou muito útil às pesquisas endodônticas, tornando os resultados mais confiáveis.

## REFERÊNCIAS

- [1] Cotton TP, Geisler TM, Holden DT, Schwartz AS, Schindler WG. Endodontic applications of cone beam volumetric tomography. *J Endod.* 2007; 33(9):1121-32.
- [2] Estrela C, Bueno MR, Azevedo B, Azevedo JR, Pécora JD. A new periapical index based on cone beam computed tomography. *J Endod.* 2008; 34(11):1325-31
- [3] Garib DG, Raymundo JrR, Raymundo MV, Raymundo DV, Ferreira SN. Tomografia computadorizada de feixe cônico (cone-beam): entendendo este novo método de diagnóstico por imagem com promissora aplicabilidade na ortodontia. *Rev Dent Press Ortod Ortop Fac, Maringá.* 2007; 12(2):1-18.
- [4] Nair MK, Nair UP. Digital and advanced imaging in endodontics: a review. *J Endod.* 2007; 33(1):1-6.
- [5] Patel S, Dawood A, Ford TP, Whaites E. The potential applications of cone beam computed tomography in the management of endodontic problems. *J Endod.* 2007; 40:818-30.
- [6] Parks ET. Computed tomography applications for dentistry. *Dent Clin North Am.* 2000; 44(2):371-94.
- [7] Rigolone M, Pasqualini D, Bianchi L, Berutti E, Bianchi SD. Vestibular surgical access to the palatine root of the superior first molar: "low-dose cone-beam" CT analysis of the pathway and anatomic variations. *J Endod.* 2003; 29(11):773-5.
- [8] Nakata K, Naitoh M, Izumi M, Inamoto K, Ariji E, Nakamura H. Effectiveness of dental computed tomography in diagnostic imaging of periradicular lesion of each root of a multiradical tooth: a case report. *J Endod.* 2006; 32(6):583-7
- [9] Simon JHS, Enciso R, Malfaz JM, Roges R, Bailey-Perry M, Patel A. Differential diagnosis of large periapical lesions using cone-beam computed tomography measurements and biopsy. *J Endod.* 2006; 32(9):833-7
- [10] Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *J Can Dent Assoc.* 2006; 72(1):75-80.
- [11] Hartmann MSM, Barletta FB, Fontanella VRC, Vanni JR. Canal transportation after root canal instrumentation: a comparative study with computed tomography. *J Endod.* 2007; 33(8):962-5.
- [12] Pisk HM, Champlébois G, Sarment DP. Periapical surgery using CAD/CAM guidance: preclinical results. *J Endod.* 2007; 33(2):148-51.
- [13] Tsurumachi T, Honda K. A new cone-beam computerized tomography system for use in endodontic surgery. *Int Endod J.* 2007; 40:224-32.
- [14] Shemesh H, Van Soest G, Wu MK, Van Der Sluis LWM, Wesselink PR. The ability of optical coherence tomography to characterize the root canal walls. *J Endod.* 2007; 33(11):1369-73.
- [15] Estrela C, Bueno MR, Leles CR, Azevedo B, Azevedo JR. Accuracy of cone beam computed tomography and panoramic and periapical radiography for detection of apical periodontitis. *J Endod.* 2008a; 34(3):273-9.
- [16] Jorge EG, Tanomaru-Filho M, Gonçalves M, Tanomaru JMG. Detection of periapical lesion development by conventional radiography or computed tomography. *Oral Surg Oral Med Pathol Oral Radiol Endod.* 2008; 106:56-61.
- [17] Estrela C, Bueno MR, Souza-Neto MD, Pécora JD. Method for determination of root curvature radius using cone-beam computed tomography images. *Braz Dent J. Ribeirão Preto,* 2008b; 19(2):114-8.
- [18] Low KMT, Dula K, Bürgin W, Von Arx T. Comparison of periapical radiography and limited cone-beam tomography in posterior maxillary teeth referred for apical surgery. *J Endod.* 2008; 34(5):557-62.
- [19] Matherne RP, Angelopoulos C, Kullid JC, Tira D. Use of cone-beam computed tomography to identify root canal systems in vitro. *J Endod.* 2008; 34(1):87-9.
- [20] Reddy YP, Karpagavinayagam K, Subbarao CV. Management of dens invaginatus diagnosed by spiral computed tomography: a case report. *J Endod.* 2008; 34(9):1138-42.
- [21] Estrela C, Bueno MR, Alencar AHG, Mattar R, Valladares JN, Azevedo BC, *et al.* Method to evaluate inflammatory

- root resorption by using cone beam computed tomography. *J Endod.* 2009; 35(11):1491-7.
- [22] Moura MS, Guedes AO, Alencar AHG, Azevedo BC, Estrela C. Influence of length of root canal obturation on apical periodontitis detected by periapical radiography and cone-beam computed tomography. *J Endod.* 2009; 35(6):805-9.
- [23] Patel S, Dawood A, Whaites E, Pitt Ford T. Detection of periapical defects in human jaws using cone beam computed tomography and intraoral radiography. *Int J Endod.* 2009; 42(6):507-15.
- [24] Patel S, Dawood A, Whaites E, Pitt Ford T. New dimensions in endodontic imaging: part 1. Conventional and alternative radiographic systems. *Int Endod J.* 2009a; 42(6):447-62.
- [25] Scarfe WC, Levin MD, Gane D, Farman AG. Use of cone-beam computed tomography in endodontics. *Int J Dent.* 2009; 634567.
- [26] Patel S, Dawood A, Wilson R. The detection and management of root resorption lesions using cone-beam computed tomography: an vivo investigation. *Int Endod J.* 2009b; 42:831.
- [27] Paula-Silva FWG, Hassan B, Silva LB, Leonardo MR, Wu Min-Kai. Outcome of root canal treatment in dogs determined by periapical radiography and cone-beam computed tomography scans. *J Endod.* 2009; 35(5):723-6.
- [28] Paula-Silva FWG, Wu MK, Leonardo MR, Silva LAB, Wesselink PR. Accuracy of periapical radiography and cone-beam computed tomography scans in diagnosing apical periodontitis using histopathological findings as a gold standard. *J Endod.* 2009a; 35(7):1009-12.
- [29] Estevez R, Aranguren J, Escorial A, Gregorio C, De La Torre F, Vera J, Cisneros R. Invasive cervical resorption class III in a maxillary central incisor: diagnosis and follow-up by means of cone-beam computed tomography. *J Endod.* 2010; 36(12):2012-4.
- [30] Hassan B, Metska ME, Ozok AR, Van Der Stelt P, Wesselink PR. Comparison of five cone-beam computed tomography systems for the detection of vertical root fractures. *J Endod.* 2010; 36(1):126-9
- [31] Melo SLS, Bertoluzzi EA, Abreu M, Corrêa LR, Corrêa M. Diagnostic ability of a cone-beam computed tomography scan to assess longitudinal root fractures in prosthetically treated teeth. *J Endod.* 2010; 36(11):1879-82.
- [32] Michetti J, Maret D, Mallet JP, Diemer F. Validation of cone-beam computed tomography as a tool to explore root canal anatomy. *J Endod.* 2010; 36(7):1187-90.
- [33] Orhan K, Aksoy U, Kalender A. Cone-beam computed tomographic evaluation of spontaneously healed root fracture. *J Endod.* 2010; 36(9):1584-7.
- [34] Patel S, Kanagasigam S, Mannocci F. Cone-beam computed tomography (CBCT) in endodontics. *Dent Update.* 2010; 37(6):373-9.
- [35] Sanfelice CM, Costa FB, Reis MV, Van-Pelisser F, Bier CAS, Grecca FS. Effects of four instruments on coronal pre-enlargement by using cone-beam computed tomography. *J Endod.* 2010; 36(5):858-61.
- [36] Costa FF, Gaia BF, Umetsubo OS, Cavalcanti MGP. Detection of horizontal root fracture with small-volume cone-beam computed tomography in the presence and absence of intracanal metallic post. *J Endod.* 2011; 37(10):1456-9.
- [37] Cymerman JJ, Cymerman DH, O'Dwyer RS. Evaluation of odontogenic maxillary sinusitis using cone-beam computed tomography: three case reports. *J Endod.* 2011; 37(10):1465-9.
- [38] Durack C, Patel S, Davies J, Wilson R, Mannocci F. Diagnostic accuracy of small volume cone beam computed tomography and intraoral periapical radiography for the detection of simulated external inflammatory root resorption. *J Endod.* 2011; 44(2):136-47.
- [39] Edlund M, Nair KM, Nair UP. Detection of vertical root fractures by using cone-beam computed tomography: a clinical study. *J Endod.* 2011; 37(6):768-72.
- [40] Janner SFM, Jeger FB, Lussi A, Bornstein MM. Precision of endodontic working length measurements: a pilot investigation comparing cone-beam computed tomography scanning with standard measurement techniques. *J Endod.* 2011; 37(8):1046-51.
- [41] Liang YH, Li G, Wesselink PR, Wu MK. Endodontic outcome predictors identified with periapical radiographs and cone-beam computed tomography scans. *J Endod.* 2011; 37(3):326-31.
- [42] Mailliet M, Bowles WR, McClanahan SL, John MT, Ahmad M. Cone-beam computed tomography evaluation of maxillary sinusitis. *J Endod.* 2011; 37(6):753-7.
- [43] Shemesh H, Cristescu R, Wesselink PR, Wu MK. The use of cone-beam computed tomography and digital periapical radiographs to diagnose root perforations. *J Endod.* 2011; 37(4):513-6.
- [44] Yang G, Yuan G, Yum X, Zhou X, Liu B, Wu H. Effects of two nickel-titanium instrument systems, mtwo versus protaper universal, on root canal geometry assessed by micro-computed tomography. *J Endod.* 2011; 37(10):1412-6.
- [45] Kaya S, Yavuz I, Uysal I, Akkus Z. Measuring bone density in healing periapical lesions by using cone-beam computed tomography: a clinical investigation. *J Endod.* 2012;38(1):28-31.
- [46] Kim S. Endodontic application of cone-beam computed tomography in south korea. *J Endod.* 2012; 38(2):153-157
- [47] Suebnukarn S, Rhienmora P, Haddawy P. The use of cone-beam computed tomography and virtual reality simulation for pre-surgical practice in endodontic microsurgery. *Int Endod J.* 2012; 45(7):627-32.
- [48] Plotino G, Tocci L, Grande NM, Testarelli L, Messineo D, Ciotti M, *et al.* Symmetry of Root and Root Canal Morphology of Maxillary and Mandibular Molars in a White Population: A Cone-beam Computed Tomography Study *In Vivo.* *J Endod* 2013; 39:1545-8.
- [49] Esposito SA, Huybrechts B, Slagmolen P, Cotti E, Coucke W, Pauwels R, *et al.* A Novel Method to Estimate the Volume of Bone Defects Using Cone-Beam Computed Tomography: An *In Vitro* Study. *J Endod* 2013; 39:1111-5.
- [50] Brady E, Mannocci F, Brown J, Wilson R, Patel S. A comparison of cone beam computed tomography and periapical radiography for the detection of vertical root fractures in nonendodontically treated teeth. *Int Endod J.* 2013; [Epub ahead of print].
- [51] Silva EJNL, Nejaïm Y, Silva AIV, Haiter-Neto F, Zaia AA, Cohenca N. Evaluation of Root Canal Configuration of Maxillary Molars in a Brazilian Population Using Cone-beam Computed Tomographic Imaging: An *In Vivo* Study. *J Endod* 2014; 40:173-6.

- [52]Fernandes LMPSR, Rice D, Ordinola-Zapata R, Capelozza ALA, Bramante CM, Jaramillo D, *et al.* Detection of Various Anatomic Patterns of Root Canals in Mandibular Incisors Using Digital Periapical Radiography, 3 Cone-beam Computed Tomographic Scanners, and Micro-Computed Tomographic Imaging. *J Endod* 2014; 40:42–5.
- [53]Badole GP, Warhadpande MM, Shenoi PR, Lachure C, Badole SG. A Rare Root Canal Configuration of Bilateral Maxillary First Molar with 7 Root Canals Diagnosed Using Cone-beam Computed Tomographic Scanning: A Case Report. *J Endod* 2014; 40:296–301.
- [54]Abella F, Patel S, Durán-Sindreu F, Mercadé M, Bueno R, Roig M. An evaluation of the periapical status of teeth with necrotic pulps using periapical radiography and cone-beam computed tomography. *Int Endod J.* 2014; 47(4):387–96.
- [55]Patel S. New dimensions in endodontic imaging: part 2. Cone-beam computed tomography. *Int Endod J.* 2009c;42: 463–75.

The logo for BJSCR (Brazilian Journal of Surgical and Clinical Research) features the letters 'BJSCR' in a bold, yellow, sans-serif font. The letters are set against a dark, circular background with a glowing, ethereal effect, giving it a three-dimensional appearance.