

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CENTRO INTEGRADO DE SAÚDE
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
PPG – MESTRADO EM CLÍNICA ODONTOLÓGICA

RAFAEL BINATO JUNQUEIRA

**AVALIAÇÃO DA ACURÁCIA DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA
DE FEIXE CÔNICO NA DETECÇÃO DE FRATURAS RADICULARES
VERTICAIS EM DENTES COM NÚCLEO METÁLICO FUNDIDO**

Juiz de Fora

2013

RAFAEL BINATO JUNQUEIRA

**AVALIAÇÃO DA ACURÁCIA DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA
DE FEIXE CÔNICO NA DETECÇÃO DE FRATURAS RADICULARES
VERTICAIS EM DENTES COM NÚCLEO METÁLICO FUNDIDO**

Trabalho apresentado ao PPG – Mestrado em Clínica Odontológica da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para obtenção do grau de mestre. Área de concentração: Clínica Odontológica.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Márcio Resende do Carmo

Co-Orientadora: Prof^a. Dr^a. Karina Lopes Devito

Juiz de Fora

2013

JUNQUEIRA, R. B. Avaliação da acurácia da tomografia computadorizada de feixe cônico na detecção de fraturas radiculares verticais em dentes com núcleo metálico fundido. 2013. 53f. Dissertação (Curso de Pós-Graduação *Stricto Sensu* – Mestrado em Clínica Odontológica). Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora (MG).

Rafael Binato Junqueira

**AVALIAÇÃO DA ACURÁCIA DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA
DE FEIXE CÔNICO NA DETECÇÃO DE FRATURAS RADICULARES
VERTICAIS EM DENTES COM NÚCLEO METÁLICO FUNDIDO**

Trabalho apresentado ao PPG – Mestrado em Clínica Odontológica da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Clínica Odontológica. Aprovado em _____ de _____ de 2013, pela Banca Examinadora composta por:

Prof. Dr. Antônio Márcio Resende do Carmo
Departamento de Clínica Odontológica
Faculdade de Odontologia/UFJF

Prof^a. Dr^a. Karina Lopes Devito
Departamento de Clínica Odontológica
Faculdade de Odontologia/UFJF

Prof. Dr. Celso Neiva Campos
Departamento de Clínica Odontológica
Faculdade de Odontologia/UFJF

Prof^a. Dr^a. Simone Maria Ragone Guimarães
Disciplinas de Propedêutica Clínica II e III
Faculdade de Odontologia/ Universidade Estácio de Sá

Agradecimentos

Obrigado, Deus, por me conceder tantas bênçãos e se fazer presente na minha vida, “disfarçado” das pessoas que me amam e que por algum motivo e de alguma maneira são as verdadeiras responsáveis por estar aqui até hoje.

Aos professores, funcionários e amigos eternos do Colégio dos Jesuítas, onde aprendi as primeiras letras e, principalmente, aprendi a ser humano antes de querer ser alguém.

À Universidade Federal de Juiz de Fora, representada pelo Magnífico Reitor Prof. Dr. Henrique Duque de Miranda Chaves Filho, em especial à Faculdade de Odontologia, por serem referências para seus alunos e responsáveis por grande parte da minha formação. Tenho imenso orgulho em ter feito desta instituição minha segunda casa durante os últimos oito anos.

Ao Programa de Pós Graduação Mestrado em Clínica Odontológica, representado pela sua Coordenadora Prof^ª. Dr^ª Maria das Graças Afonso Miranda Chaves, por tornar este sonho realidade.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela concessão da bolsa de Mestrado que auxiliou na execução deste trabalho.

Aos meus amados pais, Suzana e Luiz Eduardo, e irmãos, Laila e Joaquim, que são o motivo da minha existência, em TODOS os sentidos. Vocês são o que tenho de mais precioso. Obrigado por permitirem que eu crescesse num lar cheio de amor, carinho e harmonia. Obrigado por me fazerem acreditar que a educação é o maior de todos os bens. Saibam que cada vitória é muito mais que intensa dedicação. É de alguma forma resultado natural do amor e do exemplo de cada um de vocês, que me confortam e incentivam todos os dias.

Aos meus queridos avós e padrinhos, Yone e Hugo, pela dedicação e amor incondiciona^l à família. Obrigado por serem tão presentes e especiais!

“Por onde for... quero ser seu par!”

É muita, mas muita alegria poder compartilhar mais este momento com você, Fran, meu AMOR! A sua companhia e parceria transformam todos os trabalhos em aprendizado, as dificuldades em superação e o tédio em diversão! Não teria como concluir esta etapa sem o seu apoio, seu amor, sua alegria! Obrigado por você existir na minha vida e permitir que eu faça parte da sua! Que os próximos passos sejam dados com a mesma cumplicidade e serenidade!

Amo você!

Aos queridos Celso, Joaquina, Flávia e Zezé, por me acolherem sempre com tanto amor, e torcerem por mim como um filho!

Ao meu orientador Prof. Dr. Antônio Márcio Resende do Carmo, que se prontificou desde o início e sempre procurou ajudar para a conclusão desta etapa.

À Prof^a Dr^a Karina Lopes Devito, que foi muito mais que co-orientadora, mas uma verdadeira amiga. Obrigado por todos os momentos dedicados ao meu crescimento!

À Prof^a Dr^a Simone Maria Ragone Guimarães, por aceitar prontamente participar desta banca. A escolha não foi ao acaso, mas resultado da profissional competente e preocupada em transmitir, de forma única, aquilo que sabe.

Ao Prof. Dr. Celso Neiva Campos, exemplo que procuro seguir desde a graduação. Tenho orgulho de ter sido seu aluno por tantos anos!

Aos professores Anamaria Leite e Vagner Martins, e aos alunos da disciplina de Endodontia, pela oportunidade única de vivenciar a docência. Cada ensinamento compartilhado me fez crescer imensamente como pessoa e profissional.

Às professoras Neuza Picorelli, Fabíola Leite, Luciana Salvio e Sônia Sotto-Maior, que, cada uma à sua maneira, me incentivaram e despertaram a vontade de trilhar o caminho da docência.

À secretária da pós-graduação, Wanessa Alonso, sempre disposta a ajudar, muito obrigado por sua dedicação!

Ao Neimar Fernandes, responsável pela estatística deste e de outros trabalhos.

À amiga Bhenya Ottoni Tostes, pela convivência clínica e troca de experiências, obrigado pela
confiança!

Ao amigo e professor Dr. Paulo Sérgio dos Santos D'addázio, pelos ensinamentos e exemplo a
ser seguido!

À querida amiga Guta, companheira desde a graduação, obrigado pelo apoio de sempre e pela
ajuda na condução deste trabalho!

A todos os meus familiares, tios e primos, em especial os cunhados Samya e Luiz, que estão
sempre presentes, torcendo e me apoiando.

Aos amigos da faculdade, Baby, Danilo, Shampoo, Daniel, Rodrigo, Fernando, Lu e Dedé, e do
Mestrado, em especial Marina, Mine, Lílian, Naiana, Flavinha, Mari, Patty e Ronaldo, obrigado
pelos momentos de aprendizado e, principalmente, de descontração!

Agradeço especialmente aos amigos Thomaz, Luiz Gustavo, Rodrigo, Raphaela, Henrique,
Maruscka, Renata, Maria Cecília e Soraya. Vocês são minha segunda família, com quem tenho a
honra e o privilégio de partilhar todos os momentos da minha vida! TM, obrigado por serem o
estímulo constante quando a vontade de desistir nos ameaça. Obrigado novamente a Deus por
me presentear com verdadeiros AMIGOS! Nossas vitórias são de todos!

"Conheça todas as teorias, domine todas as técnicas, mas ao tocar uma alma humana, seja apenas outra alma humana."

Jung

JUNQUEIRA, R. B. **Avaliação da acurácia da tomografia computadorizada de feixe cônico na detecção de fraturas radiculares verticais em dentes com núcleo metálico fundido**. Juiz de Fora (MG), 2013. 53f. Dissertação (Mestrado em Clínica Odontológica) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Juiz de Fora.

RESUMO

O diagnóstico de fraturas radiculares verticais constitui um desafio para o cirurgião-dentista, e sua detecção precoce dependerá da busca de sinais clínicos e radiográficos. Os exames complementares são fundamentais neste processo, destacando-se a radiografia periapical e a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC). Entretanto, em dentes tratados endodonticamente e que possuem núcleo metálico, a avaliação da imagem tomográfica pode ser prejudicada pela formação de artefatos. O presente estudo avaliou a acurácia da tomografia computadorizada de feixe cônico na detecção de fraturas radiculares verticais em dentes com núcleo metálico fundido. Dezoito dentes humanos monorradiculares foram tratados endodonticamente e preparados para núcleo metálico fundido, sendo submetidos à fratura radicular vertical *in vitro*, recobertos com cera e posicionados em alvéolos de mandíbulas secas. Toda a amostra foi submetida duas vezes (com e sem núcleo) à radiografia periapical digital pela técnica de Clark e a exames de TCFC com dois *voxels*: 0,125 mm e 0,25 mm. As imagens foram avaliadas por três radiologistas e os resultados submetidos à análise estatística. Foram calculados os índices de sensibilidade, especificidade, preditivo positivo e preditivo negativo, além das áreas sob as curvas ROC (acurácia). As acurácias dos exames foram comparadas pelo teste qui-quadrado, não havendo diferença significativa ($p \geq 0,05$). A comparação entre os dentes com e sem núcleo em cada exame, pelo teste exato de Fischer, revelou diferença significativa para a TCFC com *voxel* de 0,125 e para a radiografia periapical ($p < 0,05$). As imagens com *voxel* de 0,125 tiveram maior acurácia nos dentes sem núcleo, porém, sem diferença significativa. Concluiu-se que a radiografia periapical digital, com variação da angulação horizontal, deve ser o primeiro exame complementar realizado para a investigação de fraturas radiculares verticais. Caso este método seja inconclusivo, a TCFC mostra-se como alternativa eficaz nos dentes sem núcleo metálico.

PALAVRAS-CHAVE: fratura radicular vertical, tomografia computadorizada de feixe cônico, radiografia dental digital.

JUNQUEIRA, R. B. **Accuracy of cone beam computed tomography in the detection of vertical root fractures in teeth with metallic post.** Juiz de Fora (MG), 2013. 53f. Dissertação (Mestrado em Clínica Odontológica) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Juiz de Fora.

ABSTRACT

The diagnosis of vertical root fractures is a challenge to dentists, and early detection will depend on the search of clinical and radiographic signs. Complementary exams are very important in this process, highlighting periapical radiography and cone beam computed tomography (CBCT). However, in endodontically treated and with metallic post teeth, the evaluation of tomographic image can be worse due to artifacts. The present study evaluated the accuracy of CBCT in detection of vertical root fractures in teeth with metallic cast post. Eighteen monoradicular human teeth were endodontically treated and prepared to metallic post. They were subjected to fractures in vitro, recovered with wax and inserted in dry human skulls. The sample was submitted twice (with and without metallic post) to periapical radiography and CBCT (2 voxels: 0,125mm e 0,25 mm). The images were analyzed by three radiologists and the results were submitted to statistical analysis. Sensibility, specificity, positive predictive and negative predictive values were calculated, beyond the areas under ROC curves (accuracy). The accuracy of the exams were compared by chi-squared test, showing no significant differences ($p \geq 0,05$). The comparisons between teeth with and without metallic posts in each exam, by Fischer exact test, revealed significant difference to CBCT voxel 0,125 and periapical radiography ($p < 0,05$). The images of CBCT voxel 0,125 were more accurate in teeth without metallic post, although with no significance. It was concluded that periapical digital radiography, with variation of the horizontal angle, should be the first supplementary exam held for investigation of vertical root fractures. If this method is inconclusive, CBTC shows up an effective alternative in teeth without metallic post.

KEYWORDS: vertical root fracture, cone-beam computed tomography, digital periapical radiography

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Mandíbulas secas com os dentes posicionados nos alvéolos. A) dentes sem núcleo (SN); B) dentes com núcleo (CN)..... | 32 |
| Figura 2. Sistema de radiografia periapical digital (Gendex, Des Plaines, EUA)..... | 33 |
| Figura 3. Aparelho de TCFC I-Cat [®] Next Generation (<i>Imaging Sciences International, Hatfield, Pensilvânia, EUA</i>)..... | 33 |
| Figura 4. Disposição das imagens radiográficas periapicais em <i>slides</i> do programa <i>Microsoft Power Point</i> para avaliação. A) dentes CN; B) dentes SN..... | 35 |
| Figura 5. Janela do <i>software</i> I-Cat [®] Vision, evidenciando os cortes parassagitais..... | 36 |
| Figura 6. Janela MPR do <i>software</i> I-Cat [®] Vision, evidenciando as reconstruções multiplanares: A) axial; B) sagital; C) coronal..... | 36 |
| Figura 7. Curvas ROC referentes à TCFC com <i>voxel</i> de 0,125 mm para os dentes SN e CN..... | 38 |
| Figura 8. Curvas ROC referentes à TCFC com <i>voxel</i> de 0,25 mm para os dentes SN e CN..... | 38 |
| Figura 9. Curvas ROC referentes à radiografia periapical para os dentes SN e CN..... | 39 |

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores de sensibilidade, especificidade, preditivo positivo e preditivo negativo para cada método de imagem testado, em dentes CN e SN.....37

Tabela 2. Valores das áreas sob as curvas ROC (acurácia) para cada método de imagem testado, em dentes CN e SN.....39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|-----------|---|
| CCD..... | <i>Charge Coupled Device</i> |
| cm..... | Centímetro |
| CN..... | Com núcleo |
| EUA..... | Estados Unidos da América |
| FO..... | Faculdade de Odontologia |
| FOV..... | <i>Field of view</i> |
| kV..... | Kilovoltagem |
| mA..... | Miliamperagem |
| mm..... | Milímetro |
| NMF..... | Núcleo Metálico Fundido |
| PA..... | Pensilvânia |
| PSP..... | <i>Photostimulable Phosphor Plate</i> |
| RJ..... | Rio de Janeiro |
| ROC..... | <i>Receiver Operating Curve</i> |
| s..... | Segundo |
| SN..... | Sem núcleo |
| SP..... | São Paulo |
| SPSS..... | <i>Statistical Package for the Social Science</i> |
| TC..... | Tomografia Computadorizada |
| TCFC..... | Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico |

SUMÁRIO

| | |
|------------------------------|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 14 |
| 2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS | 16 |
| 3 PROPOSIÇÃO | 29 |
| 4 METODOLOGIA | 30 |
| 5 RESULTADOS..... | 37 |
| 6 DISCUSSÃO..... | 41 |
| 7 CONCLUSÃO..... | 44 |
| REFERÊNCIAS | 45 |
| ANEXO I | 48 |
| APÊNDICE I | 49 |

1 INTRODUÇÃO

As lesões decorrentes de traumatismo dental ou trauma oclusal podem envolver as estruturas de sustentação do elemento acometido ou podem atingir diretamente as estruturas mineralizadas e pulpares, resultando em fraturas de coroa, coroa-raiz ou fraturas radiculares. As fraturas radiculares verticais representam 10,9% das causas de extrações dentárias, com grande incidência em dentes tratados endodonticamente e que, em muitos casos, possuem retentores intrarradiculares (COHEN et al., 2006).

O correto diagnóstico das fraturas radiculares constitui um desafio para o cirurgião-dentista, uma vez que sua detecção precoce irá influenciar diretamente no planejamento do tratamento. O processo de diagnóstico deve incluir uma análise completa do histórico do caso, exame clínico detalhado, assim como uma avaliação da estrutura dentária e óssea. Para tanto, é imprescindível recorrer a exames complementares (PATEL, 2009; TSESIS et al., 2010).

A radiografia periapical ainda é o método complementar mais utilizado para o diagnóstico de fraturas radiculares. Porém, algumas vezes, a linha de fratura não é visível, especialmente quando não há separação dos fragmentos. Nestes casos, apenas um discreto espessamento do ligamento periodontal é observado (LLENA-PUY, FORNER-NAVARRO, BARBERO-NAVARRO, 2001). Além disso, em dentes tratados endodonticamente, o diagnóstico radiográfico mostra-se especialmente mais delicado, pois, muitas vezes, depende de sinais de envolvimento periodontal, que podem vir a aparecer somente de um a dois anos após a injúria. Um dos motivos que dificulta a detecção das fraturas é a incidência do feixe central de raios X em relação ao plano de fratura. A variação das angulações vertical e horizontal, em diversas tomadas radiográficas, é um recurso que pode facilitar o correto diagnóstico (ANDREASEN et al., 2004).

A partir da década de 90, a radiografia digital representou uma evolução do sistema convencional, trazendo vantagens como redução da dose de radiação, possibilidade de melhoramento da qualidade da imagem, economia de tempo e facilidade de armazenamento. Em 2008, Tsesis et al. constataram a superioridade de diagnóstico do sistema digital quando comparado ao convencional, na detecção de

fraturas radiculares verticais. Entretanto, seja pela técnica convencional ou pelos sistemas digitais, as radiografias periapicais possuem como limitação a reprodução bidimensional das estruturas ósseas e dentárias e a sobreposição de diferentes planos (TSESIS et al., 2010).

O advento da tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), com a representação tridimensional das estruturas maxilofaciais, permitiu um amplo avanço no diagnóstico e planejamento em diversas áreas da Odontologia, com destaque para a Endodontia (PATEL e HORNER, 2009; SCARFE et al., 2009; DURACK e PATEL, 2012). Estudos recentes tem demonstrado a superioridade da acurácia da TCFC na detecção de fraturas radiculares (BERNARDES et al., 2009; KAMBUROGLU, CEBECI, GRÖNDAHL, 2009). Özer (2010), em estudo *in vitro*, comparou fraturas verticais de diferentes espessuras por meio do sistema digital direto e da TCFC, concluindo que houve superioridade diagnóstica da TCFC.

No entanto, nos casos em que há presença de objetos metálicos associados aos dentes envolvidos, como por exemplo, núcleos intrarradiculares, podem ser gerados artefatos na imagem tomográfica, prejudiciais à interpretação do exame, podendo dificultar o correto diagnóstico das fraturas radiculares. A causa mais comum para os artefatos metálicos é o *beam hardening* (endurecimento do feixe). Tal efeito faz com que, ao ser examinada, a borda do objeto metálico tenha a aparência mais brilhante do que o seu centro, gerando imagens hiperdensas em forma de “raios de sol”, influenciando diretamente no diagnóstico da região analisada. Comparada à tomografia computadorizada (TC) convencional, a TCFC proporcionou uma diminuição dos artefatos gerados por objetos metálicos, mas não eliminou totalmente sua ocorrência (BARRET e KEAT, 2004; PARIROKH, ARDJOMAND, MANOCHEHRIFAR, 2012).

Um número limitado de estudos que avaliam a influência dos artefatos de imagens no diagnóstico de fraturas radiculares é encontrado na literatura (MELO et al., 2010; COSTA et al., 2011; SILVEIRA et al., 2012). Considerando a importância crescente da TCFC no diagnóstico das fraturas radiculares e a ocorrência de artefatos metálicos em determinadas situações, pretende-se com o presente estudo avaliar a acurácia da TCFC na detecção de fraturas radiculares verticais associadas a dentes com e sem núcleo metálico fundido.

2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Llena-Puy, Forner-Navarro e Barbero-Navarro (2001) realizaram estudo retrospectivo de 25 casos clínicos de dentes tratados endodonticamente e que sofreram fratura radicular vertical, buscando correlacionar a ocorrência da fratura com o tempo decorrido desde o tratamento endodôntico. Foram selecionados casos de pacientes diagnosticados com fratura radicular vertical e que haviam sido submetidos a tratamento endodôntico nos últimos 12 anos. O tempo médio para a ocorrência de fratura radicular foi de 54 meses, não sendo influenciado significativamente pela presença de restauração ou coroa prévia. No entanto, o uso de retentor intrarradicular aumentou significativamente o tempo entre tratamento endodôntico e fratura. Os dentes restaurados com amálgama levaram mais tempo para fraturar do que aqueles restaurados com compósitos, mas foram mais acometidos por fraturas coronárias. Os resultados sugeriram que o uso de técnicas adesivas em dentes tratados endodonticamente não aumenta o tempo de ocorrência de fratura, assim como o uso de retentores intrarradiculares não diminui este período.

Wenzel e Kirkevang (2005) compararam a acurácia de um sistema digital de placa de fósforo fotoestimulável (PSP) com um sistema de radiografia digital direta (charge coupled device - CCD) na detecção de fraturas radiculares induzidas experimentalmente. Quarenta e sete dentes humanos monorradiculares foram utilizados. Para a realização das fraturas, foi aplicada força mecânica à raiz, com o auxílio de um martelo. Os fragmentos foram reposicionados e colados, sendo os dentes colocados em alvéolos de mandíbulas secas. Uma caixa de acrílico com paredes de 20 mm de espessura foi utilizada para simular os tecidos moles maxilofaciais. As imagens foram obtidas variando-se os ângulos horizontal e verticalmente (incidências horizontais ortorradial, mesiorradial, distorrradial e com variação total de 15° no ângulo vertical). Três avaliadores analisaram as imagens, podendo utilizar as ferramentas que julgassem necessário (brilho, *zoom*, contraste etc). No primeiro momento, avaliaram-se as imagens ortorradiais (*O-images*). No segundo momento, apenas as imagens obtidas com variação da angulação vertical (*L-images*). Por fim, num terceiro momento, avaliaram-se as quatro imagens de cada dente simultaneamente (*X-images*). A linha de fratura observada deveria ser marcada

na imagem do computador. Os resultados indicaram que o sistema digital direto obteve maiores valores de sensibilidade que o sistema PSP. Os valores de sensibilidade foram significativamente maiores na terceira avaliação, quando foram analisadas as quatro imagens simultaneamente (*X-images*). Já os valores de especificidade não apresentaram diferenças estatísticas. Concluiu-se que o sistema digital direto foi superior ao PSP na detecção de fraturas. Além disso, a análise simultânea de imagens com variação angular foi mais adequada para o correto diagnóstico do que as mesmas vistas isoladamente.

Tsesis et al. (2008) compararam a acurácia de radiografias intrabuciais convencionais e digitais (CCD) na detecção de fraturas radiculares verticais em 60 pré-molares extraídos e endodonticamente tratados. Trinta dentes possuíam fratura e os demais constituíram o grupo controle (sem fratura). Os dentes foram submetidos a exames radiográficos em três incidências (orto, mesio e distorradial), com variação de 15° no ângulo horizontal. Dois avaliadores analisaram as imagens em dois momentos distintos, com intervalo de quatro semanas entre as avaliações. Os valores de especificidade e sensibilidade para cada técnica radiográfica foram calculados. A especificidade do sistema digital foi significativamente maior para um dos observadores, na primeira avaliação. Nos demais resultados, não houve diferença significativa de sensibilidade e especificidade. Concluiu-se não haver diferença entre os dois sistemas radiográficos na detecção de fraturas radiculares verticais. Os autores sugeriram a realização de mais estudos que comparem outros sistemas digitais com o método convencional no diagnóstico de fraturas.

Bernardes et al. (2009) compararam imagens de radiografias periapicais convencionais e de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) para o diagnóstico de fraturas radiculares. Vinte pacientes com suspeita de fratura radicular foram submetidos a ambos os exames, e dois profissionais (um endodontista e um radiologista), desconhecendo a sintomatologia, avaliaram as imagens, atribuindo-lhes os seguintes escores: 0 - fratura ausente; 1 - fratura presente mal definida; 2 - fratura presente bem definida. Posteriormente, a presença de sintomatologia foi apresentada aos avaliadores, que classificaram novamente as imagens. A análise interobservador mostrou concordância entre os profissionais e a comparação entre os exames revelou diferença estatisticamente significativa. Os autores concluíram que a TCFC fornece informações mais acuradas para o diagnóstico de fraturas radiculares, devendo-se sempre associar sua utilização à presença de sinais e sintomas clínicos.

Hassan et al. (2009) realizaram estudo com objetivo de comparar a acurácia da TCFC a da radiografia periapical na detecção de fratura radicular vertical, além de verificar a influência da obturação do canal radicular na visualização da fratura. Oitenta dentes preparados endodonticamente foram divididos em quatro grupos (A e B: submetidos à fratura; C e D: não fraturados). Os grupos A e C foram obturados. Quatro radiologistas avaliaram as imagens, e os resultados revelaram elevados valores de sensibilidade e especificidade para a radiografia periapical, em comparação com a TCFC. A presença de material obturador reduziu significativamente a especificidade da TCFC, o que não foi observado para os valores de acurácia. Com relação à radiografia periapical, a sensibilidade e a acurácia reduziram significativamente na presença de material obturador. Concluiu-se que a acurácia geral da TCFC foi superior à da radiografia periapical na detecção de fraturas radiculares verticais.

Ikubo et al. (2009) compararam a acurácia da radiografia periapical, da TC convencional em duas espessuras de corte (0,1 mm e 0,63 mm) e da TCFC na detecção de fraturas radiculares horizontais induzidas em dentes de cães. Foram utilizados 28 dentes superiores anteriores, dos quais 13 foram submetidos a fraturas radiculares horizontais. Para indução das fraturas, as coroas foram removidas até 2 mm da junção cimento-esmalte e um sulco vestibulo-lingual foi realizado, estendendo-se da superfície ao terço médio da raiz. Utilizando este sulco como guia, uma chave de fenda foi introduzida para promover fraturas no plano horizontal. Os fragmentos foram cuidadosamente reposicionados e fixados com cola em suas posições originais. Todos os dentes foram então recolocados em seus alvéolos de origem para a realização dos exames por imagem. Seis radiologistas avaliaram as imagens separadamente, classificando-as quanto à presença ou ausência de fratura. Os valores de sensibilidade, preditivo negativo e acurácia foram significativamente maiores nas imagens de TCFC, quando comparadas à TC convencional e à radiografia periapical. Já os valores de especificidade e preditivo positivo não mostraram diferença significativa. Pôde-se concluir que a TCFC mostrou-se, dentre os exames testados, o mais adequado para o diagnóstico de fraturas radiculares horizontais.

Wenzel et al. (2009) compararam um sistema digital intrabucal com a TCFC na detecção de fraturas radiculares transversais, e avaliaram as diferenças entre as imagens originais e após a aplicação de filtros. Foram utilizados 69 dentes

humanos monorradiculares (34 com fraturas radiculares e 35 sem fraturas). Para a realização das fraturas, foi aplicada força mecânica à raiz, com o auxílio de um martelo. Os fragmentos foram reposicionados e colados, sendo os dentes colocados em alvéolos de mandíbulas secas, que foram submetidas a radiografias periapicais digitais (PSP) e a exames de TCFC com dois *voxels* diferentes: 0,125 mm e 0,25 mm. As imagens foram salvas em formato original e em outras duas versões, após a aplicação dos filtros *Sharpen* e *Angio-sharpen*. Seis observadores analisaram as imagens quanto à presença ou ausência de fraturas radiculares. Foram calculados os índices de sensibilidade, especificidade e acurácia para cada exame e observador. Os resultados revelaram que as imagens originais de TCFC com menor *voxel* obtiveram maior sensibilidade que as imagens de maior *voxel* e que as imagens obtidas pelo sistema digital (87% para TCFC com 0,125 mm; 72% para TCFC com 0,25 mm e 74% para o sistema digital intrabucal). As imagens de TCFC com filtro *Angio-sharpen* apresentaram maior sensibilidade que as imagens originais (*voxel* 0,125 mm: 95% com filtro e 87% sem filtro; *voxel* 0,25 mm: 81% com filtro e 72% sem filtro). Não houve diferença significativa entre as imagens de TCFC com menor resolução e as imagens do sistema digital. Pequenas diferenças de especificidade foram observadas entre os exames, e a acurácia foi maior para as imagens de TCFC com maior resolução (*voxel* 0,125 mm). Os autores concluíram que as imagens de TCFC de maior resolução promoveram uma melhora na sensibilidade, sem comprometer a especificidade para detecção de fraturas radiculares transversais. O filtro *Angio-sharpen* melhorou a sensibilidade das imagens de TCFC no modelo *in vitro* proposto, mostrando que o uso dessa ferramenta pode ser importante para um correto diagnóstico.

Hassan et al. (2010) compararam a acurácia de cinco aparelhos de TCFC (NewTom 3G, QR SLR, Verona, Itália; Next Generation I-CAT, Imaging Sciences, Hatfield, PA, EUA; Galileos 3D, Sirona Germany, Bensheim, Alemanha; Scanora 3D, Soredex, Tuusula, Finlândia; 3D AccuiTomo-xyz, J. Morita, Kyoto, Japão) para a detecção de fratura radicular vertical em 80 dentes humanos extraídos e instrumentados endodonticamente. Além disso, avaliaram a influência do tipo de dente (molar ou pré-molar), do corte tomográfico selecionado (axial, coronal ou sagital) e da obturação do conduto (conduto obturado ou não) na detecção das fraturas. Os dentes foram divididos em quatro grupos: 1 – Fr-F (submetidos à fratura e obturados); 2 – Fr-NF (submetidos à fratura e não obturados); 3 – Control-F (somente

obturados); 4 – Control-NF (nem fraturados, nem obturados), sendo posteriormente colocados em alvéolos de mandíbulas secas, recobertas com cera, para a realização dos exames por imagem. Dois endodontistas previamente calibrados avaliaram os cortes tomográficos isoladamente, classificando-os de acordo com dois escores pré-estabelecidos: 1- fratura presente e 2 – fratura ausente. Os resultados revelaram diferença significativa na acurácia dos cinco aparelhos, sendo o tomógrafo Next Generation I-CAT o mais acurado, seguido do Scanora 3D. A concordância entre os observadores também foi mais elevada quando utilizado o tomógrafo I-CAT. A presença de material obturador no conduto (grupos Fr-F e control-F) não influenciou a sensibilidade, mas reduziu a especificidade. Os cortes axiais foram significativamente mais acurados que os demais (coronais e sagitais) na detecção de fraturas nos cinco sistemas. Comparando-se os tipos de dentes envolvidos, foram detectadas mais fraturas radiculares verticais nos molares que nos pré-molares. Pôde-se concluir que os cinco aparelhos testados possuem valores de acurácia diferentes, que podem variar de acordo com as características de cada um.

Kamburoglu et al. (2010) compararam, *in vitro*, imagens obtidas por dois aparelhos de TCFC e um sistema de radiografia periapical digital, na detecção de fraturas radiculares verticais induzidas em pré-molares inferiores. Sessenta dentes foram tratados endodonticamente, sendo que 30 foram submetidos à fratura radicular vertical com auxílio de força mecânica, e os demais (n=30) serviram como grupo controle (sem fraturas). Os dentes foram colocados em alvéolos de mandíbulas secas, que foram submetidas a exames radiográficos periapicais digitais (CCD) e de TCFC (NewTom 3G Scanner, Quantitative Radiology, Verona, Itália e Iluma Ultra Cone-Beam CT Scanner, Imtec Imaging, Ardmore, EUA). Os tomógrafos foram utilizados com dois protocolos: *voxel* de 0,1 e 0,3 mm. As imagens foram avaliadas por quatro observadores calibrados, que puderam utilizar todas as ferramentas disponíveis nos programas, e reavaliadas após 30 dias. Os seguintes escores foram utilizados: 1 – fratura definitivamente presente; 2 – fratura provavelmente presente; 3: incerteza; 4 – fratura provavelmente ausente; 5 – fratura definitivamente ausente. Os resultados indicaram concordâncias intra e interexaminador elevadas para as imagens obtidas no tomógrafo NewTom 3G e Iluma de alta resolução (*voxel* 0,1 mm). O mesmo ocorreu para a acurácia, determinada pelos valores de área sob a curva ROC. Não houve diferença significativa entre as imagens do tomógrafo NewTom 3G e Iluma de alta resolução, nem entre as imagens periapicais e as do tomógrafo Iluma de

baixa resolução. Os autores concluíram que os tomógrafos NewTom e Iluma de alta resolução foram mais acurados na detecção de fraturas radiculares verticais.

Em 2010, Melo et al. avaliaram a influência de pinos de ouro na acurácia da TCFC para detecção de fraturas radiculares longitudinais. Além disso, avaliaram também o efeito de diferentes *voxel/s* nessas imagens e da presença de material obturador nos dentes. Cento e oitenta dentes endodonticamente instrumentados foram divididos em três grupos experimentais (submetidos à fratura) e três grupos controle (sem fratura): G1-somente instrumentado e submetido à fratura; G2- cones de guta-percha adaptados ao conduto preparado e submetido à fratura; G3- pinos de ouro adaptados ao conduto preparado e submetido à fratura.; G4- somente instrumentado e não submetido à fratura; G5- cones de guta-percha adaptados ao conduto preparado e não submetido à fratura; G6- pinos de ouro adaptados ao conduto preparado e não submetido à fratura. Para realização das fraturas foi aplicada força apical em uma cunha de formato cônico, introduzida no conduto radicular. Nos grupos G2, G3, G5 e G6 não foi realizada cimentação, para que o material não escoasse pela linha de fratura. Os fragmentos foram reposicionados, os dentes cobertos com cera e colocados em alvéolos de mandíbulas secas, para realização dos exames por imagem. Todos os grupos foram submetidos a exames de TCFC, variando-se o *voxel* (0,2 mm e 0,3 mm). Um único examinador, radiologista e com experiência em imagens tomográficas, avaliou as imagens quanto à presença ou ausência de fraturas radiculares longitudinais. Os resultados revelaram que a presença de guta-percha e pino de ouro no interior dos condutos reduziu a sensibilidade e a especificidade em ambas as resoluções (0,3 mm e 0,2 mm), mas sem significância. Já os valores de sensibilidade foram significativamente maiores para o *voxel* de 0,2 mm. Pôde-se concluir que a acurácia diagnóstica da TCFC não foi influenciada pela presença de pinos de ouro ou guta-percha. Além disso, o *voxel* de 0,2 mm mostrou-se mais adequado para a investigação de fraturas radiculares longitudinais.

Özer (2010) comparou a acurácia da TCFC e da radiografia digital na detecção de fraturas radiculares verticais de diferentes espessuras. Oitenta dentes extraídos por motivos periodontais (incisivos, pré-molares e molares) tiveram suas coroas removidas e foram submetidos a tratamento endodôntico. Os dentes foram divididos em quatro grupos, cada um contendo 20 dentes: grupo controle (sem fratura); com fratura de 0,2 mm de espessura; com fratura de 0,4 mm de espessura e

apenas com trinca (<0,2 mm). As fraturas foram induzidas aplicando-se força mecânica com auxílio de um martelo em um cinzel cônico introduzido no conduto, até que se separassem dois fragmentos. Os fragmentos foram então reposicionados e os dentes recobertos com cera, mensurando-se as distâncias preconizadas (0,2 e 0,4 mm) com auxílio de calibrador eletrônico. No grupo cuja distância deveria ser mínima (<0,2 mm), os fragmentos foram fixados com cola. Os dentes foram colocados em alvéolos de mandíbulas secas, que foram recobertas com cera na vestibular e na lingual, simulando os tecidos moles. Posteriormente, foram realizados os exames radiográficos e de tomografia, e as imagens obtidas foram analisadas por três avaliadores (um endodontista e dois radiologistas). Os resultados não revelaram diferença estatisticamente significativa entre as respostas dos observadores. A acurácia da TCFC foi significativamente superior à da radiografia digital em todos os grupos, mostrando-se ser o exame indicado para detecção de fraturas radiculares verticais em estágios precoces.

O diagnóstico de fraturas radiculares verticais é muitas vezes dificultado, pela falta de sinais e sintomas clínico-radiográficos específicos. Baseando-se nesse fato, Tsesis et al. (2010) realizaram uma revisão sistemática da literatura, avaliando o diagnóstico de fraturas radiculares verticais em dentes tratados endodonticamente, baseando-se em índices clínicos e radiográficos. Os autores analisaram apenas estudos clínicos de pacientes com dentes tratados endodonticamente e com fraturas radiculares verticais completas ou incompletas, em qualquer terço da superfície radicular. A confirmação da existência de fratura deveria ser feita por meio de cirurgia exploratória, exodontia ou imagem radiográfica da separação dos fragmentos fraturados. Após avaliação dos artigos publicados entre 1971 e 2010, na base de dados MEDLINE, nenhum estudo atendeu completamente aos critérios de inclusão necessários. Os autores atribuíram este resultado ao fato de haver uma inconsistência nos critérios clínicos e radiográficos usados atualmente para se estabelecer o diagnóstico de fraturas em dentes tratados endodonticamente. Desta forma, ressaltaram a necessidade de novas pesquisas que estabeleçam melhor tais critérios, facilitando o diagnóstico.

Varshosaz et al. (2010) avaliaram a acurácia da TCFC na detecção de fraturas radiculares verticais, comparando-a com o exame radiográfico periapical digital. Cem dentes humanos (incisivos, caninos e pré-molares), extraídos por motivos ortodônticos ou periodontais, tiveram suas coroas seccionadas e foram submetidos à

instrumentação endodôntica, dos quais 50 foram induzidos à fratura radicular vertical. Os dentes foram posicionados em alvéolos de mandíbulas secas e submetidos a exames de TCFC (com *voxel* de 0,16 mm) e radiografias periapicais digitais. Seis radiologistas classificaram as imagens de acordo com cinco escores: 1 – fratura definitivamente ausente; 2 – fratura provavelmente ausente; 3 – incerteza; 4 – fratura provavelmente presente; 5 – fratura definitivamente presente. Os resultados de acurácia, indicados pelos valores da área sob a curva ROC, foram de 0,9 para a TCFC e de 0,6 para a radiografia digital, não variando significativamente entre os observadores. Concluiu-se, portanto, que a TCFC tem acurácia superior à radiografia digital no diagnóstico *in vitro* de fraturas radiculares verticais.

Em 2011, Costa et al. realizaram estudo com o objetivo de testar a acurácia da TCFC na detecção de fraturas radiculares horizontais e a influência da presença de pinos metálicos nesta acurácia. Para isso, 40 dentes humanos monorradiculares foram divididos em quatro grupos: 1 – sem pino metálico e sem fratura; 2 – sem pino metálico e com fratura horizontal; 3 – com pino metálico e sem fratura horizontal; 4 – com pino metálico e fratura horizontal. Para realização das fraturas, os dentes tiveram suas coroas removidas e foram submetidos à força mecânica com auxílio de martelo, sobre uma base macia. Os dentes foram posicionados em alvéolos de mandíbulas secas, que foram colocadas em recipientes de plástico com água para realização dos exames. Após aquisição das imagens, obtidas com *voxel* de 0,2 mm, três radiologistas previamente calibrados realizaram duas análises dicotomizadas (fratura presente/ausente), com intervalo de duas semanas. Os resultados revelaram elevados valores de acurácia (73-88%) para os grupos sem a presença de pino metálico, que diferiram significativamente dos grupos com pino metálico (55-70%). O mesmo ocorreu com os valores de *kappa* para concordância intraobservador. Pôde-se concluir que a TCFC possui elevada acurácia na detecção de fraturas radiculares horizontais em dentes sem pino metálico, uma vez que sua presença reduziu os valores de sensibilidade e especificidade do exame.

D'addazio et al. (2011) compararam a eficácia da TCFC e da radiografia periapical convencional na identificação de complicações endodônticas simuladas. Para isso, 60 dentes humanos foram submetidos às seguintes complicações, e divididos em quatro grupos: G1 – lima endodôntica fraturada; G2 – perfuração radicular; G3 – núcleo metálico desviado; G4 – reabsorção radicular externa. Após serem distribuídos em alvéolos de mandíbulas secas, os dentes foram submetidos a

radiografias periapicais em três incidências e a exames de TCFC. Um radiologista previamente calibrado avaliou as imagens, atribuindo-lhes os seguintes escores: 0 – indefinido; 1 – alteração identificada com diagnóstico inaccurado; 2 - alteração identificada com diagnóstico acurado. Os resultados revelaram que a TCFC foi superior à radiografia para a detecção de todas as complicações simuladas. Quando comparados os resultados individuais de cada complicação, a TCFC foi superior na detecção da reabsorção radicular externa (G4 - 100% escore 2). Pôde-se concluir que a TCFC é uma alternativa às radiografias periapicais para identificação de complicações endodônticas, com destaque para as reabsorções radiculares externas.

Edlund et al. (2011) realizaram estudo clínico com o objetivo de avaliar a acurácia da TCFC na detecção de fratura radicular vertical em dentes tratados endodonticamente, sendo a confirmação da suspeita de fratura obtida com cirurgia exploratória. Trinta e dois dentes de 29 pacientes com sinais e sintomas sugestivos de fratura radicular vertical foram submetidos a exames de TCFC (voxel 0,125) e à cirurgia exploratória. Dois radiologistas avaliaram as imagens de forma independente, atribuindo-lhes três escores: 1 – fratura definitivamente ausente; 2 – incerteza; 3 – fratura definitivamente presente. Para que fosse possível o cálculo dos índices de sensibilidade, especificidade, acurácia, preditivo positivo e preditivo negativo, os escores foram dicotomizados, sendo as respostas “1” e “2” consideradas como ausência de fratura e a resposta “3” considerada como presença. Após a comparação dos resultados da TCFC com o padrão-ouro (obtido na inspeção visual durante a cirurgia exploratória), os resultados revelaram elevada acurácia da TCFC (84%). A sensibilidade foi de 88% e a especificidade de 75%. Os valores preditivos positivo e negativo foram, respectivamente, 91% e 67%. O coeficiente de Pearson (0,602), ao se comparar o diagnóstico por imagem com a visualização cirúrgica, indicou ampla correlação. Concluiu-se que a TCFC é uma boa alternativa para a detecção de fratura radicular vertical em dentes tratados endodonticamente.

Em 2011, Özer realizou um estudo com o objetivo de comparar a acurácia da TCFC, em exames com diferentes espessuras de corte, na detecção de fraturas radiculares verticais simuladas. Foram utilizados 60 pré-molares humanos, sendo que 30 foram mantidos sem fratura (controle) e 30 foram submetidos à fratura radicular vertical. Os dentes foram submetidos a tratamento endodôntico com sistema rotatório e, para indução das fraturas, foram fixados em anéis de cobre e pressionados no interior dos condutos com auxílio de cinzel e martelo. Os fragmentos fraturados foram

reposicionados e colados, sendo colocados em alvéolos de mandíbulas secas, recobertas com cera, para simulação dos tecidos moles. As imagens foram obtidas com o tomógrafo i-CAT (Imaging Sciences, Hatfield, PA, USA), com FOV de 4 cm e quatro diferentes *voxels*: 0,125; 0,2; 0,3 e 0,4 mm, sendo posteriormente analisadas por três avaliadores. Os resultados revelaram que não houve diferença significativa entre as quatro resoluções testadas, nem entre os avaliadores. Apesar disso, a acurácia foi mais elevada nos *voxels* 0,125 e 0,2 mm. Concluiu-se que a TCFC é um exame importante para o diagnóstico de fraturas radiculares verticais, sendo o *voxel* 0,2 o mais indicado, uma vez que utiliza menor dose de radiação, com tempo de exposição reduzido.

Wang et al. (2011) compararam a acurácia da TCFC e da radiografia periapical convencional na detecção de fraturas radiculares, além de avaliar a influência da obturação dos condutos no diagnóstico. Foram avaliados 135 dentes de 128 pacientes com suspeita clínica de fratura radicular, sendo submetidos à radiografia periapical convencional, TCFC e cirurgia exploratória. Do total, 86 não estavam tratados endodonticamente e os outros 49 possuíam tratamento endodôntico. Dois radiologistas avaliaram as imagens de forma independente, chegando a um consenso acerca do diagnóstico. As fraturas radiculares foram detectadas em 95 dos 135 dentes. Os valores de sensibilidade e especificidade para as radiografias periapicais foram de 26,3% e 100%, respectivamente. Para a TCFC, foram de 89,5% e 97,5%, respectivamente. O exame de TCFC mostrou-se significativamente mais acurado que a radiografia periapical na detecção de fraturas. Na presença de material obturador endodôntico, a sensibilidade da TCFC foi reduzida, enquanto a especificidade se manteve inalterada. Quando analisados tais valores para os exames radiográficos periapicais, observou-se que ambos não foram alterados na presença de tratamento endodôntico. Os autores puderam concluir que a TCFC é o exame mais adequado para o diagnóstico de fraturas radiculares, quando comparado às radiografias periapicais convencionais.

Parirokh, Ardjomand e Manochefrifar (2012) apresentaram um relato de caso, ressaltando os cuidados que devem ser tomados na interpretação de exames de TCFC. Um paciente do gênero masculino apresentava, em exame de TCFC, radiolucência ao redor do dente 34. Após remoção do pino metálico e coroa do referido dente, foi realizada radiografia periapical e avaliação com microscópio operatório odontológico. Não foi detectada nenhuma alteração patológica, tendo-se

atribuído o diagnóstico da imagem anterior à formação de artefato. Desta forma, os autores concluíram que, apesar dos avanços trazidos pela TCFC na prática endodôntica, a presença de estruturas metálicas, como pinos e coroas, constitui um fator prejudicial à interpretação do exame, devendo-se avaliar tais imagens com cautela.

Kajan e Taromsari (2012) compararam a acurácia de radiografias periapicais e da TCFC na detecção de fraturas radiculares, bem como avaliaram a importância das reconstruções multiplanares para a detecção desta condição. Foram selecionados 10 pacientes que apresentaram dentes tratados endodônticamente com suspeita de fratura radicular. Todos os pacientes apresentavam dor à mastigação e/ou percussão, inchaço na região periapical ou em outras superfícies que se estendem em direção à região cervical, ou ainda fístulas de repetição. Primeiramente, as radiografias periapicais e as imagens de TCFC foram avaliadas por um radiologista, que desconhecia a história clínica dos pacientes, o qual deveria classificar as imagens com os seguintes escores: 0 – sem condições de diagnóstico; 1 – pobre condição de diagnóstico; 2 – boa condição de diagnóstico; 3 – condição ideal de diagnóstico. Posteriormente, o mesmo radiologista e um endodontista, cientes da sintomatologia dos pacientes, realizaram uma segunda avaliação, associando os achados clínicos às evidências radiográficas. Os dentes avaliados foram extraídos, tendo-se, desta forma, o padrão-ouro para comparação dos métodos testados. Concluiu-se que a TCFC apresenta-se como uma boa alternativa para a detecção de fraturas radiculares, diminuindo as chances de ocorrerem falhas nos tratamentos propostos. As reconstruções axiais apresentaram-se mais acuradas do que as reconstruções coronais e sagitais, e a combinação entre achados clínicos e radiográficos tende a elevar a acurácia de diagnóstico.

Em 2012, Kambungton et al. realizaram um estudo com o objetivo de comparar a acurácia de radiografias periapicais convencionais e digitais e da TCFC na detecção de fraturas radiculares verticais. Foram utilizados 60 dentes humanos monorradiculados, divididos em dois grupos: grupo controle (30 dentes hígidos) e grupo experimental (30 dentes com fraturas verticais induzidas). Todos os dentes foram aleatoriamente colocados em alvéolos de seis mandíbulas humanas secas, para posteriormente serem submetidos aos três exames por imagem. Na realização das radiografias periapicais, foram realizadas três tomadas radiográficas para cada dente, variando-se a angulação horizontal em 20° para mesial e para distal. Todas as

imagens foram analisadas por três radiologistas, em dois momentos distintos, quanto à presença ou ausência de fraturas, atribuindo os seguintes escores: 1 – fratura definitivamente ausente; 2 – fratura provavelmente ausente; 3 – incerteza; 4 – fratura provavelmente presente; 5 – fratura definitivamente presente. Os resultados demonstraram que não houve diferença significativa entre os três métodos testados, porém a TCFC foi a modalidade que apresentou os melhores escores para detecção de fraturas radiculares verticais.

Khedmat et al. (2012) compararam a acurácia da radiografia digital, da TC convencional e da TCFC na detecção de fraturas radiculares verticais, na presença ou ausência de guta-percha como material obturador. Cem dentes humanos monorradiculares tiveram seus condutos preparados endodonticamente e foram divididos em quatro grupos (dois experimentais: dentes submetidos à fratura vertical; e dois controle: dentes sem fratura radicular). Em um grupo experimental e um controle, foi inserido um cone de guta-percha nos canais preparados, sendo a amostra submetida aos exames radiográficos periapicais e de tomografia. As imagens foram avaliadas duas vezes por um endodontista e dois radiologistas, em diferentes momentos, que as classificaram quanto à presença ou ausência de fratura. Os resultados revelaram que, na ausência de guta-percha, a especificidade dos três exames foi similar. Quanto à acurácia e à sensibilidade, a TCFC foi o exame que obteve os maiores valores. Na presença do material obturador, a acurácia da TC foi significativamente mais elevada que a dos demais exames. A sensibilidade da TCFC e da TC foi significativamente maior que a da radiografia digital, sendo que a TCFC foi a técnica que obteve os menores valores de especificidade. Pôde-se concluir que, nas condições do estudo, a TCFC foi a técnica mais sensível na detecção de fratura vertical. A presença de guta-percha como material obturador reduziu a acurácia, sensibilidade e especificidade da TCFC, o que não ocorreu com a TC. Desta forma, sugeriu-se que a TC é uma técnica recomendada para detecção de fraturas radiculares verticais em dentes endodonticamente tratados. Entretanto, como sua dose de radiação é mais elevada, deve-se considerar a possibilidade de utilização da TCFC.

Silveira et al. (2012) compararam a acurácia da radiografia periapical convencional e da TCFC na detecção de fratura radicular vertical em dentes com e sem núcleo metálico e tratamento endodôntico. Além disso, avaliaram a influência de diferentes *voxels* (0,2 mm, 0,3 mm e 0,4 mm) nas imagens de TCFC. Sessenta

dentes humanos monorradiculares foram divididos aleatoriamente em dois grupos: experimental (30 dentes submetidos à fratura radicular) e controle (30 dentes sem fratura). Em cada grupo, 10 dentes foram preparados endodonticamente e obturados com guta-percha, 10 foram preparados, obturados e receberam pino metálico e 10 não foram preparados. Para indução das fraturas, foi inserido um parafuso no interior dos condutos após remoção das coroas, que foi levemente pressionado em direção apical com auxílio de um martelo. Os dentes foram radiografados pelo método de Clark (três incidências: orto, mesio e distorradial) e submetidos a exames de TCFC (com variação dos *voxels*), sendo as imagens avaliadas duas vezes, por três examinadores previamente calibrados. Os resultados revelaram elevados valores de sensibilidade, especificidade e acurácia para as imagens com *voxel* de 0,2 mm em dentes com tratamento endodôntico e pino metálico. Já para dentes sem tratamento endodôntico e pino metálico, não houve diferença significativa entre as imagens com *voxels* de 0,2 e 0,3 mm. Os valores de sensibilidade diminuíram quando foi aumentado o *voxel* (0,3 e 0,4 mm). Já os valores de especificidade mantiveram-se constantes, exceto para as imagens com *voxel* de 0,4 mm. Concluiu-se que a radiografia periapical deve ser o primeiro exame de escolha para a investigação de fratura radicular vertical. Se somente este exame não for capaz de detectar a alteração, deve-se recorrer à TCFC, sendo o *voxel* de 0,2 mm o mais indicado para condutos obturados e com núcleos metálicos.

3 PROPOSIÇÃO

Os objetivos no presente estudo foram:

- comparar a TCFC com imagens de radiografias periapicais digitais na detecção de fraturas radiculares verticais;
- avaliar a acurácia da TCFC e da radiografia periapical digital na detecção de fraturas radiculares verticais em dentes com e sem núcleo metálico fundido;
- comparar exames de TCFC obtidos com diferentes *voxel/s* na detecção de fraturas radiculares verticais.

4 METODOLOGIA

4.1 Seleção e preparo da amostra

O presente estudo seguiu as normas e diretrizes da resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, tendo sido submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Humana da Universidade Federal de Juiz de Fora sob o parecer número 122/2011 (ANEXO I).

Foram selecionados 18 dentes monorradiculares humanos hígidos, provenientes do Banco de Dentes Humanos da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Juiz de Fora. Os dentes tiveram suas coroas removidas ao nível da junção amelo-cementária, com broca tronco-cônica, para posterior confecção de núcleo metálico fundido (NMF). Os canais radiculares foram tratados endodonticamente em laboratório apropriado, por um endodontista, por meio da técnica de instrumentação manual ápice-coroa. A obturação foi realizada pela técnica híbrida de Tagger, com cones de guta-percha e cimento à base de óxido de zinco e eugenol (Endofill[®], Denstply/Maillefer, Petrópolis, RJ, Brasil). Depois de obturados, dois terços dos canais foram desobstruídos com brocas de Largo (Microdont Ltda., São Paulo, SP, Brasil) e modelados com resina acrílica quimicamente ativada, sendo enviados para fundição. Após a obtenção dos núcleos metálicos em liga de Níquel-Cromo, estes foram adaptados nos respectivos canais, porém nenhum material cimentante foi utilizado.

Nove dentes foram aleatoriamente selecionados e submetidos à fratura radicular vertical. O protocolo para realização das fraturas seguiu metodologia previamente descrita na literatura (WENZEL, 2009), utilizando-se força mecânica aplicada ao dente, por meio de um cinzel, com o auxílio de um martelo. Foi realizado estudo piloto para estabelecimento da força necessária para que ocorressem as fraturas desejadas. Dos nove dentes submetidos à fratura, sete (77,8%) apresentaram fratura radicular vertical no sentido vestibulo-lingual e dois (22,2%) apresentaram fratura no sentido méso-distal.

Após a realização das fraturas, os fragmentos foram reposicionados cuidadosamente, a fim de se obter um espaço mínimo entre os mesmos, sendo os dentes fraturados recobertos com cera e posicionados, juntamente com os dentes

sem fratura, em alvéolos de mandíbulas secas, provenientes do acervo do Laboratório de Radiologia Odontológica da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Juiz de Fora (FO/UFJF) (Figura 1).

4.2 Aquisição das imagens

As mandíbulas, contendo dentes com e sem fratura, foram colocadas dentro de uma caixa de acrílico de 10 mm de espessura, com dimensões de 20 cm cúbicos, contendo água no interior, para atenuação dos feixes de raios X, simulando os tecidos moles da região maxilofacial.

Inicialmente, todos os NMF foram posicionados nos canais dos 18 dentes e submetidos a exames por imagem. A cimentação dos retentores não foi realizada, a fim de se evitar o escoamento do material pela linha de fratura, o que poderia interferir na avaliação das imagens. Em um segundo momento, os NMF foram removidos e os dentes submetidos novamente aos mesmos exames. Assim sendo, formaram-se quatro grupos:

Grupo 1 (n=9): com NMF e sem fratura

Grupo 2 (n=9): com NMF e com fratura

Grupo 3 (n=9): sem NMF e sem fratura

Grupo 4 (n=9): sem NMF e com fratura

Todos os dentes foram submetidos a exames de TCFC e a radiografias periapicais digitais, sendo realizadas três incidências (ortorradiar, mesiorradial e distorradiar - técnica de Clark).

Para realização das radiografias digitais foi utilizado o aparelho de raios X periapical Gendex Expert DC[®] (Gendex, Des Plaines, EUA) (Figura 2), operando a 7 mA e 65 kVp. O tempo de exposição foi de 0,4 s, mantendo-se constante em todas as exposições. A distância foco-sensor foi fixada em 40 cm, e a variação da angulação horizontal foi de 15°. Para aquisição das imagens radiográficas foi utilizado o sistema de radiografia digital direta Visualix eHD (Gendex, Des Plaines, EUA).

Para a realização dos exames tomográficos foi utilizado o tomógrafo I-Cat[®] Next Generation (Imaging Sciences International, Hatfield, Pennsylvania, EUA) (Figura 3) com o seguinte protocolo de aquisição da imagem: *voxel* (espessura de corte) de 0,25 mm e 0,125 mm e FOV (*field of view* – campo de visão) de 5 cm. As

reconstruções dos cortes parassagittais foram feitas com 1 mm de espessura, sem espaçamento entre os cortes.



Figura 1. Mandíbulas secas com os dentes posicionados nos alvéolos. A) dentes sem núcleo (SN); B) dentes com núcleo (CN).



Figura 2. Sistema de radiografia periapical digital (Gendex, Des Plaines, EUA).



Figura 3. Aparelho de TCFC I-Cat® Next Generation (Imaging Sciences International, Hatfield, Pensilvânia, EUA).

4.3 Avaliação das imagens

As radiografias periapicais de cada dente foram organizadas em *slides* no programa Microsoft Office® Power Point (Figura 4). Cada *slide* continha as três incidências (orto, mesio e distorradiol). A sequência dos dentes nos *slides* foi aleatória e desconhecida dos avaliadores. Já as imagens tomográficas foram analisadas por meio do programa I-Cat Vision® (Imaging Sciences International, Hatfield, Pensilvânia, EUA).

Três radiologistas, com experiência em tomografias, avaliaram as imagens de forma independente. Os avaliadores receberam um roteiro (Apêndice I), contendo orientações sobre a pesquisa, devendo classificar as imagens quanto à ocorrência de fratura radicular, utilizando cinco escores pré-estabelecidos:

- 1: fratura definitivamente presente
- 2: fratura provavelmente presente
- 3: incerteza
- 4: fratura provavelmente ausente
- 5: fratura definitivamente ausente

As imagens foram analisadas em um único computador, localizado em sala com luz reduzida (penumbra), podendo haver a utilização das ferramentas de brilho, contraste e *zoom*. As imagens tomográficas puderam ser avaliadas sequencialmente pelos cortes parassagitais (Figura 5), bem como através das reconstruções multiplanares (Figura 6).

Decorridas duas semanas da primeira avaliação, as respostas foram comparadas pelo pesquisador responsável, sendo que os dados discordantes foram reavaliados pelos três radiologistas em conjunto, que chegaram a um consenso para obtenção das respostas finais (ALEXIOU, STAMATAKIS, TSIKLAKIS, 2009; KEHDMAT et al., 2012).

4.4 Análise Estatística

Para o cálculo dos índices de sensibilidade, especificidade, preditivo positivo e preditivo negativo para os diferentes métodos de imagem testados, as respostas dos avaliadores foram dicotomizadas em presença ou ausência de fratura. Os escores 1 e 2 foram considerados como fratura presente; os escores 3, 4 e 5 foram considerados como fratura ausente (EDLUND, NAIR, NAIR, 2011).

Para o cálculo da acurácia (índice de acerto) foram construídas as curvas ROC para os três métodos de imagem avaliados, considerando os cinco escores utilizados no diagnóstico. Foi realizada a comparação da acurácia entre os três métodos de imagem pelo teste qui-quadrado e exato de Fisher. Os valores das áreas sob as curvas ROC para os dentes com e sem NMF também foram comparados pelos mesmos testes.

Foi utilizado o programa SPSS versão 13.0 (SPSS Inc, Chicago, EUA), e o nível de significância considerado foi de 5% ($p \leq 0,05$).

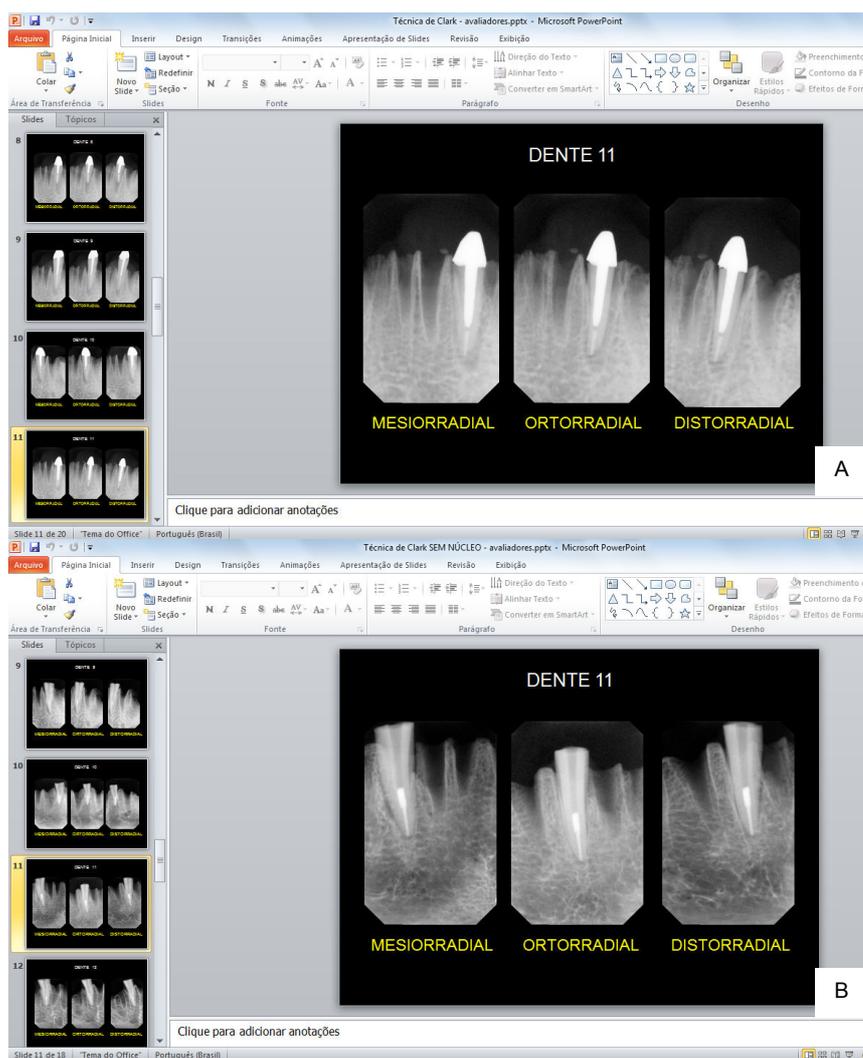


Figura 4. Disposição das imagens radiográficas periapicais em *slides* do programa *Microsoft Power Point* para avaliação. A) dentes CN; B) dentes SN.

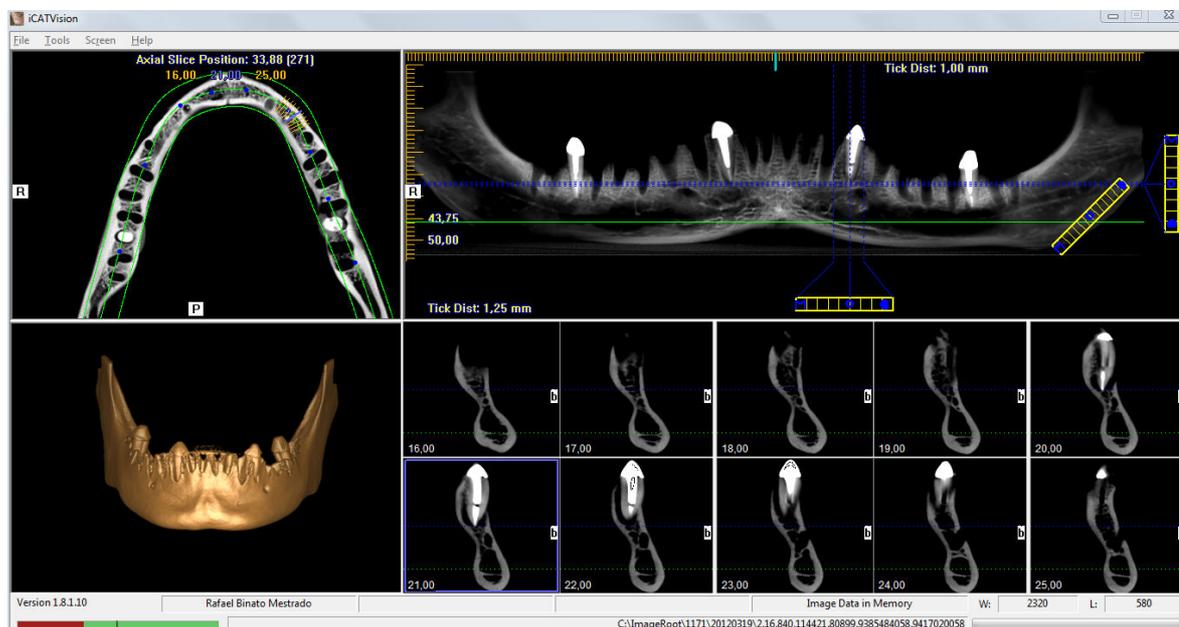


Figura 5. Janela do *software* I-Cat[®] Vision, evidenciando os cortes parassagittais.

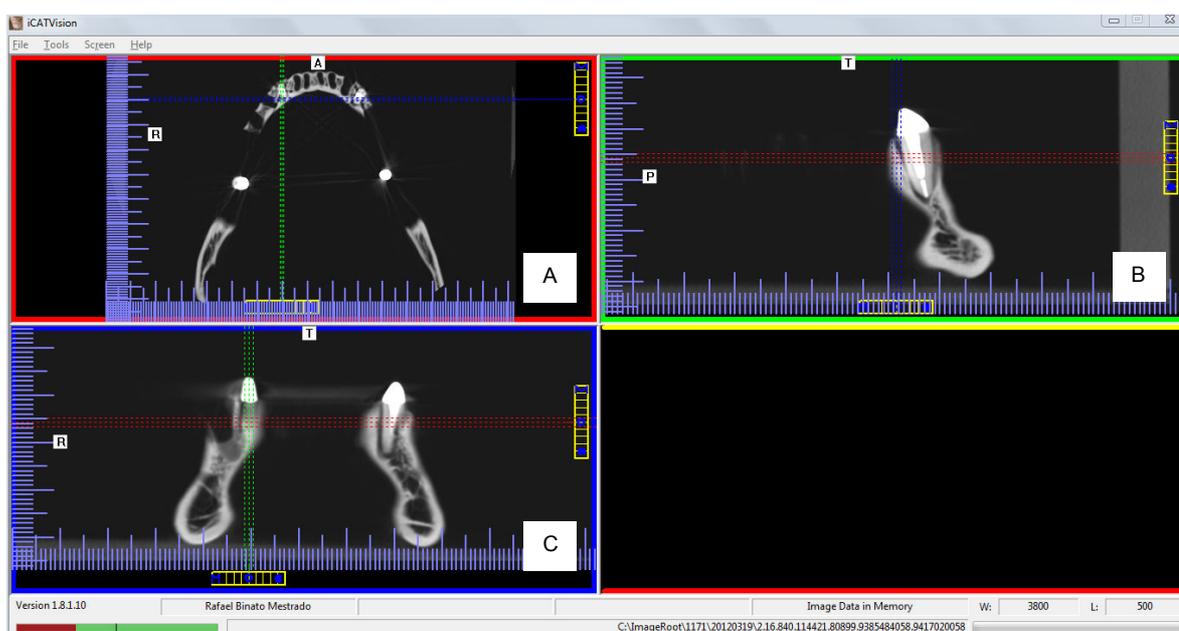


Figura 6. Janela MPR do *software* I-Cat[®] Vision, evidenciando as reconstruções multiplanares: A) axial; B) sagital; C) coronal.

RESULTADOS

Os índices de sensibilidade, especificidade, preditivo positivo e preditivo negativo para cada método de imagem avaliado encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Valores de sensibilidade, especificidade, preditivo positivo e preditivo negativo para cada método de imagem testado, em dentes CN e SN.

| | | Sensibilidade | Especificidade | Preditivo Positivo | Preditivo Negativo |
|---|----|---------------|----------------|--------------------|--------------------|
| TCFC (voxel 0,125) | CN | 0,89 | 0,45 | 0,62 | 0,80 |
| | SN | 1 | 0,89 | 0,90 | 1 |
| TCFC (voxel 0,25) | CN | 0,67 | 0,56 | 0,64 | 0,72 |
| | SN | 0,78 | 0,89 | 0,86 | 0,73 |
| RADIOGRAFIA PERIAPICAL | CN | 1 | 0,34 | 0,60 | 1 |
| | SN | 1 | 0,89 | 0,90 | 1 |

Comparando-se os métodos testados, todas as fraturas foram corretamente identificadas (valores máximos de sensibilidade – 100%) na radiografia periapical, independente da presença ou não do NMF, e na TCFC com *voxel* de 0,125 mm para os dentes SN. Já para a TCFC com *voxel* de 0,25 mm o maior valor de sensibilidade foi de 78% para os dentes SN.

De maneira geral, os valores de especificidade foram menores que os valores de sensibilidade, indicando que dentes sem fraturas foram, em algumas situações, erroneamente considerados fraturados, gerando resultados falso-positivos. A maior variação na especificidade ocorreu para os dentes CN, sendo de 56% para a TCFC com *voxel* de 0,25 mm, seguida da TCFC com *voxel* de 0,125 mm (45%) e da radiografia periapical (34%).

Para evitar que dados dicotomizados, como os utilizados no cálculo dos índices de sensibilidade e especificidade, pudessem gerar erros na interpretação dos dados, não expressando fielmente as respostas dos examinadores, a acurácia (índice de acerto), foi calculada por meio das áreas sob as curvas ROC, considerando os cinco escores definidos na metodologia.

As curvas ROC dos três métodos de imagens avaliados encontram-se nas Figuras 7 a 9. Os valores das respectivas áreas sob as curvas estão na Tabela 2.

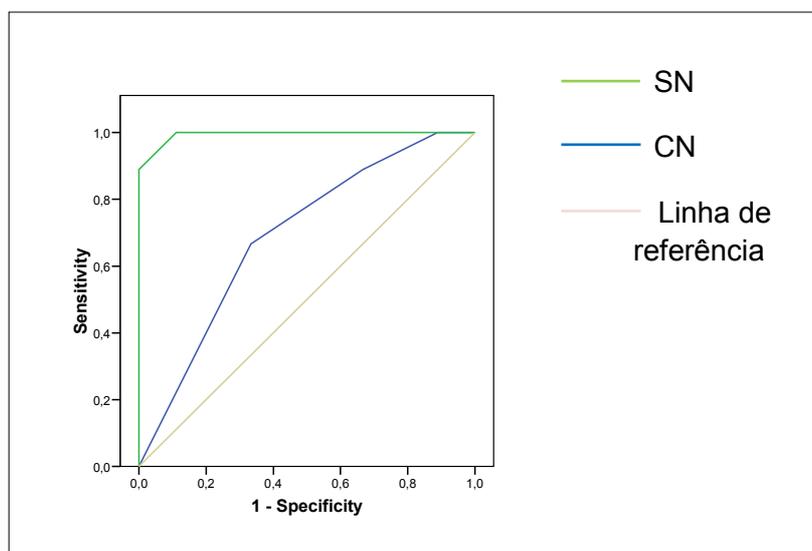


Figura 7. Curvas ROC referentes à TCFC com *voxel* de 0,125 mm para os dentes SN e CN.

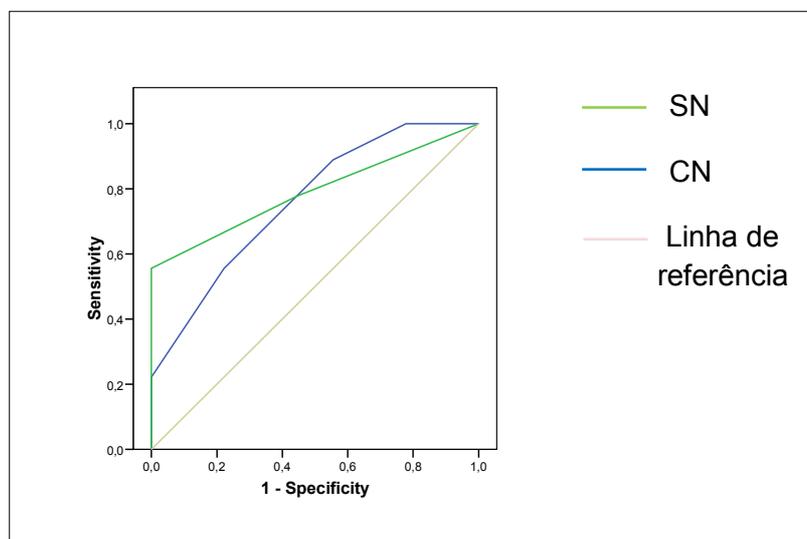


Figura 8. Curvas ROC referentes à TCFC com *voxel* de 0,25 mm para os dentes SN e CN.

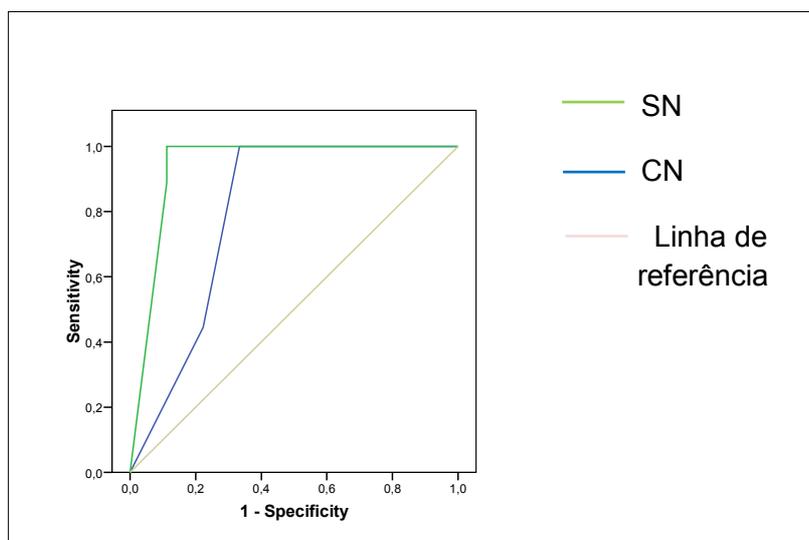


Figura 9. Curvas ROC referentes à radiografia periapical para os dentes SN e CN.

Tabela 2. Valores das áreas sob as curvas ROC (acurácia) para cada método de imagem testado, em dentes CN e SN.

| | | Acurácia | Valor de p |
|---|----|----------|------------|
| TCFC (voxel 0,125) | CN | 0,69 | 0,04* |
| | SN | 0,99 | |
| TCFC (voxel 0,25) | CN | 0,75 | 0,35 |
| | SN | 0,79 | |
| RADIOGRAFIA PERIAPICAL | CN | 0,79 | 0,04* |
| | SN | 0,93 | |

*Diferença estatisticamente significativa pelo teste exato de Fisher.

Ao se comparar, pelo teste qui-quadrado, o índice de acerto (acurácia) entre os três métodos de imagem testados, não se observou diferença estatisticamente significativa ($p= 0,08$). Quando os dentes CN e SN foram comparados para cada método de imagem, o teste exato de Fisher revelou diferença significativa para a TCFC com *voxel* de 0,125 mm e para a radiografia periapical ($p= 0,04$).

6 DISCUSSÃO

Diversos estudos confirmam a superioridade da TCFC, em relação à radiografia periapical, na detecção de alterações endodônticas (D'ADDÁZIO et al., 2010; KEHDMAT et al., 2012). O exame tomográfico permite a reconstrução tridimensional das estruturas e elimina a sobreposição de imagens, tornando mais fácil e precisa a análise da região (BERNARDES et al., 2009; HASSAN et al., 2010; VARSHOSAZ et al., 2010; EDLUND, NAIR e NAIR, 2011). Apesar desta vantagem, em casos de fraturas radiculares de dentes tratados endodonticamente e portadores de núcleos metálicos, são gerados artefatos na imagem, que dificultam a visualização das linhas de fratura, podendo interferir no diagnóstico final (MELO et al., 2010; COSTA et al. 2011; SILVEIRA et al., 2012). Nestes casos, é imprescindível a realização de exames radiográficos periapicais prévios, com variação da angulação horizontal do feixe de raios X.

O sistema radiográfico digital, cada vez mais utilizado por endodontistas, foi o utilizado neste estudo para ser comparado à TCFC na detecção de fraturas radiculares verticais. Silveira et al. (2012) também compararam imagens de TCFC e de radiografias periapicais. Entretanto, os autores utilizaram radiografias periapicais convencionais. Melo et al. (2010) e Costa et al. (2011), em estudos semelhantes, não realizaram esta comparação, avaliando somente a acurácia da TCFC na detecção de fraturas radiculares verticais e horizontais, respectivamente. Sabe-se que o sistema digital utiliza dose menor de radiação em comparação ao convencional, além de possuir outras vantagens, como facilidade de execução da técnica, possibilidade de aprimoramento e armazenamento da imagem e baixo custo (TSEISIS et al., 2008; WENZEL et al., 2009). Portanto, é bastante conveniente, ao se realizar o exame radiográfico para a investigação inicial de fraturas radiculares, optar por este método de imagem.

Ao compararem-se as acurácias dos exames por imagens pelo teste qui-quadrado, não houve diferença significativa. Apesar disto, a presença do núcleo metálico reduziu os valores de acurácia tanto para o exame periapical como para o tomográfico, o que está de acordo com os achados de Melo et al. (2010), Costa et al. (2011) e Silveira et al. (2012). Diferenças estatisticamente significativas nos valores

de acurácia foram observadas para a radiografia periapical e para os exames de TCFC com *voxel* de 0,125 mm. Para o exame de TCFC com *voxel* de 0,25 mm, não houve diferença significativa na acurácia.

A qualidade da imagem tomográfica está diretamente relacionada ao protocolo de aquisição do exame, sobretudo o tamanho do *voxel* (HASSAN et al., 2010). No presente estudo, optou-se pelos *voxels* de menor espessura disponibilizados pelo aparelho (0,25 e 0,125 mm), uma vez que quanto menor a espessura de corte, maior a resolução espacial da imagem, o que pode influenciar diretamente no diagnóstico (WENZEL et al., 2009). Apesar dos resultados não terem indicado diferença estatisticamente significativa entre os exames testados, tanto os valores de sensibilidade como de acurácia foram menores quando utilizado o *voxel* de maior espessura, confirmando os resultados de Silveira et al. (2012) e Melo et al. (2010).

A presença do núcleo metálico neste estudo levou também a uma redução nos valores de especificidade nos três métodos de imagem avaliados. O mesmo foi constatado por Hassan et al. (2009) e Hassan et al. (2010) quando na presença de material obturador radiopaco. Este fato pode ser explicado pela geração de artefatos, que produzem linhas hiperdensas na imagem. Por um efeito de ilusão de óptica, denominado efeito de contraste, as regiões ao redor das linhas hiperdensas geradas, visualmente parecem mais hipodensas que o normal, podendo ser confundidas com de linhas de fratura. Isso explica a tendência dos avaliadores em dar respostas falso-positivas, detectando alteração (fratura) quando a mesma não está presente.

De acordo com os relatos de Wenzel et al. (2009), as fraturas verticais no sentido vestibulo-lingual são mais facilmente detectáveis nas radiografias periapicais do que aquelas no sentido méseo-distal. No presente estudo, assim como observado por Varshosaz et al. (2010), a maioria das fraturas simuladas (77,8%, n = 7 dentes) ocorreu no sentido-vestíbulo lingual, o que pode explicar os elevados valores de sensibilidade e acurácia encontrados para a radiografia periapical. Caso a maioria das fraturas ocorresse em outro sentido, como encontrado por Hassan et al. (2009), sua detecção radiográfica poderia ser dificultada e talvez os resultados das imagens de TCFC fossem superiores aos da radiografia periapical.

Baseado nos resultados encontrados e considerando o princípio ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*), é importante selecionar um exame complementar eficiente e que utilize menor dose de radiação (SILVEIRA et al., 2012).

Dessa forma, radiografias periapicais com diferentes angulações horizontais devem ser a primeira escolha na investigação de fraturas radiculares. Se estas forem inconclusivas, a TCFC apresenta-se como um método eficaz.

Em diversos casos, o diagnóstico de fraturas radiculares está associado a outros achados clínico-radiográficos, como alterações no espaço do ligamento periodontal, lesões osteolíticas e dor à mastigação. Tais condições não são passíveis de serem simuladas, constituindo uma limitação deste e dos demais estudos *in vitro*. Portanto, ressalta-se a necessidade da realização de pesquisas clínicas com o objetivo de validar os estudos laboratoriais de detecção de fraturas radiculares em exames por imagem.

7 CONCLUSÃO

A partir da metodologia aplicada e dos resultados encontrados, pode-se concluir que:

- Não houve diferença significativa entre a TCFC e a radiografia periapical digital na detecção de fraturas radiculares verticais;

- Houve diferença significativa para os dentes com e sem núcleo metálico fundido nas imagens de TCFC com *voxel* de 0,125 mm e na radiografia periapical digital.

- O tamanho do *voxel* não influenciou significativamente no diagnóstico de fraturas radiculares verticais.

REFERÊNCIAS

- ALEXIOU, K. E.; STAMATAKIS, H. C; TSIKLAKIS, K. Evaluation of the severity of temporomandibular joint osteoarthritic changes related to age using cone beam computed tomography. **Dentomaxillofac Radiol**, v. 38, n. 3, p. 141-147, mar, 2009.
- ANDREASEN, J. O. et al. Healing of 400 intra-alveolar root fractures. 1. Effect of pre-injury and injury factors such as sex, age, stage of root development, fracture type, location of fracture and severity of dislocation. **Dent Traumatol**, v. 20, n. 4, p. 192-202, ago, 2004.
- BARRET, J. F.; KEAT, N. Artifacts in CT: Recognition and avoidance. **Radiographics**, v. 24, n. 6, p. 1679-1691, nov-dez, 2004.
- BERNARDES, R. A. et al. Use of cone-beam volumetric tomography in the diagnosis of root fractures. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol, Oral Radiol Endod**, v. 108, n. 2, p. 270-277, ago, 2009.
- COHEN, S. et al. A demographic analysis of vertical root fractures. **J Endod**, v. 32, n. 12, p. 1160-1163, out, 2006.
- COSTA, F. F. et al. Detection of horizontal root fracture with small-volume cone-beam computed tomography in the presence and absence of intracanal metallic post. **J Endod**, v. 38, n. 6, p. 856-859, jun, 2012.
- COSTA, F. F. et al. Use of large cone-beam computed tomography in identification and localization of horizontal root fracture in the presence and absence of intracanal metallic post. **J Endod**, v. 37, n. 10, p. 1456-1459, out, 2011.
- D'ADDAZIO, P. S. S. et al. A comparative study between cone-beam computed tomography and periapical radiographs in the diagnosis of simulated endodontic complications. **Int Endod J**, v. 44, n.3, p. 218-224, mar, 2011.
- DURACK, C. PATEL, S. Cone beam computed tomography in endodontics. **Braz Dent J**, v. 23, n. 3, p. 179-191, 2012.
- EDLUND, M.; NAIR, M. K.; NAIR, U. P. Detection of vertical root fractures by using cone-beam computed tomography: a clinical study. **J Endod**, v. 37, n. 6, p. 768-772, jun, 2011.
- HASSAN, B. et al. Detection of vertical root fractures in endodontically treated teeth by a cone beam computed tomography scan. **J Endod**, v. 35, n. 5, p. 719-722, mai, 2009.
- HASSAN, B. et al. Comparison of five cone-beam computed tomography systems for the detection of vertical root fractures. **J Endod**, v. 36, n. 1, p. 126-129, jan, 2010.

IKUBO, M. et al. Accuracy of intraoral radiography, multidetector helical CT, and limited cone-beam CT for the detection of horizontal tooth root fracture. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol, Oral Radiol Endod**, v. 108, n.5, p. e70-e74, nov, 2009.

KAJAN, Z. D.; TAROMSARI, M. Value of cone beam CT in detection of dental root fractures. **Dentomaxillofac Radiol**, v. 41, n. 1, p. 3-10, jan, 2012.

KAMBUNGTON, J. et al. Assessment of vertical root fractures using three imaging modalities: cone beam CT, intraoral digital radiography and film. **Dentomaxillofac Radiol**, v. 41, n. 2, p. 91-95, fev, 2012.

KAMBUROGLU, K. et al. Detection of vertical root fracture using cone-beam computerized tomography: an in vitro assessment. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol, Oral Radiol Endod**, v. 109, n.2, p. e74-e81, fev, 2010.

KHEDMAT, S. et al. Evaluation of three imaging techniques for the detection of vertical root fractures in the absence and presence of gutta-percha root fillings. **Int Endod J**, v. 45, n. 11, p. 1004-1009, nov, 2012.

LLENA-PUY, M. C.; FORNER-NAVARRO, L.; BARBERO-NAVARRO, I. Vertical root fracture in endodontically treated teeth: a review of 25 cases. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol, Oral Radiol Endod**, v. 92, n.5, p. 553-555, nov, 2001.

MELO, S. L. S. et al. Diagnostic ability of a cone-beam computed tomography scan to assess longitudinal root fractures in prosthetically treated teeth. **J Endod**, v. 36, n. 11, p. 1879-1882, nov, 2010.

ÖZER, S. Y. Detection of vertical root fractures of different thicknesses in endodontically enlarged teeth by cone beam computed tomography versus digital radiography. **J Endod**, v. 36, n. 7, p. 1245-1249, jul, 2010.

ÖZER, S. Y. Detection of vertical root fractures by using cone beam computed tomography with variable voxel sizes in an *in vitro* model. **J Endod**, v. 37, n. 1, p. 75-79, jan, 2011.

PARIROKH, M.; ARDJOMAND, K.; MANOCHEHRIFAR, H. Artifacts in cone-beam computed tomography of a post and core restoration: a case report. **Iran Endod J**, v. 7, n. 2, p. 98-101, jun, 2012.

PATEL, S; HORNER, K. The use of cone beam computed tomography in endodontics. **Int Endod J**, v. 42, n.9, p. 755-756, set, 2009.

SCARFE, W. C. et al. Use of cone beam computed tomography in endodontics. **Int J Dent**, v. 26, p. 1-20, 2009.

SILVEIRA, P. F. et al. Detection of vertical root fractures by conventional radiographic examination and cone beam computed tomography – an in vitro analysis. **Dent Traumatol**, mar, 2012.

TSESIS, I. et al. Comparison of digital with conventional radiography in detection of vertical root fractures in endodontically treated maxillary premolars: an *ex vivo* study. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol, Oral Radiol Endod**, v. 106, n.1, p. 124-128, jul, 2008.

TSESIS, I. et al. Diagnosis of vertical root fractures in endodontically treated teeth based on clinical and radiographic indices: a systematic review. **J Endod**, v. 36, n.9, p. 1455-1458, set, 2010.

VARSHOSAZ, M. et al. Comparison of conventional radiography with cone beam computed tomography for detection of vertical root fractures: an *in vitro* study. **J Oral Sci**, v. 52, n. 4, p. 593-597, dez, 2010.

WANG, P. et al. Detection of dental root fractures by using cone-beam computed tomography. **Dentomaxillofac Radiol**, v. 40, n. 5, p. 290-298, jul, 2011.

WENZEL, A. et al. Variable-resolution cone-beam computerized tomography with enhancement filtration compared with intraoral photostimulable phosphor radiography in detection of transverse root fractures in an *in vitro* model. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol, Oral Radiol Endod**, v. 108, n.6, p. 939-945, dez, 2009.

WENZEL, A.; KIRKEVANG, L-L. High resolution charge-coupled device sensor vs. medium resolution photostimulable phosphor plate digital receptors for detection of root fractures *in vitro*. **Dent Traumatol**, v. 21, n. 1, p. 32-36, fev, 2005.

ANEXO I



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
PRO-REITORIA DE PESQUISA
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - CEP/UFJF
36036906 - JUIZ DE FORA - MG - BRASIL

Parecer nº 122/2011

Protocolo CEP-UFJF: 2372. 112.2011 FR: 424382 CAAE: 0107.0.180.000-11

Projeto de Pesquisa: Avaliação da acurácia diagnóstica da tomografia computadorizada de feixe cônico na detecção de fraturas radiculares em dentes com núcleo metálico fundido.

Área Temática: Grupo III

Pesquisador Responsável: Rafael Binato Junqueira

Data prevista para o término da pesquisa: 04/2013

Pesquisadores Participantes: Karina Lopes Devito, Antônio Marcio Resende do Carmo

Instituição Proponente: Faculdade de Odontologia

Análise do protocolo:

| Itens Avaliados | Sim | Não | P | NA | | |
|--------------------------------|--|---|---|----|---|---|
| Justificativa | O estudo proposto apresenta pertinência e valor científico | x | | | | |
| Objetivo(s) | Objeto de estudo está bem delineado | x | | | | |
| Material e Métodos | Apresentam clareza e compatibilidade com a proposta | x | | | | |
| | Atende ao(s) objetivo(s) proposto(s) | x | | | | |
| | Informa | Tipo de estudo | x | | | |
| | | Procedimentos que serão utilizados | x | | | |
| | | Número de participantes | x | | | |
| | | Justificativa de participação em grupos vulneráveis | | | | x |
| | | Crterios de incluso e exclusão | x | | | |
| | | Recrutamento | x | | | |
| | | Coleta de dados | x | | | |
| | | Tipo de análise | x | | | |
| Cuidados Éticos | x | | | | | |
| Revisão da literatura | Atual e sustentam o(s) objetivo(S) do estudo | x | | | | |
| Resultados | Informa os possíveis impactos e benefícios | x | | | | |
| Cronograma | Agenda as diversas etapas de pesquisa | x | | | | |
| | Informa que a coleta de dados ocorrerá após aprovação do projeto pelo comitê | x | | | | |
| Orçamento | Lista a relação detalhada dos custos da pesquisa | x | | | | |
| | Apresenta o responsável pelo financiamento | x | | | | |
| Referências | Segue uma normatização | x | | | | |
| Instrumento de coleta de dados | Preserva o sujeito de constrangimento | x | | | | |
| | Apresenta pertinência com o(s) objetivo(s) proposto(s). | x | | | | |
| Termo de dispensa de TCLE | Solicita dispensa | x | | | | |
| Termo de assentimento | Apresenta o termo em caso de participação de menores | | | x | | |
| TCLE | Está em linguagem adequada, clara para compreensão do sujeito | | | x | | |
| | Apresenta justificativa e objetivos | | | x | | |
| | Descreve suficientemente os procedimentos | | | x | | |
| | Apresenta campo para a identificação dos sujeitos | | | x | | |
| | Informa que uma das vias do TCLE deverá ser entregue ao sujeito | | | x | | |
| | Assegura liberdade do sujeito recusar ou retirar o consentimento sem penalidades | | | | x | |
| | Garante sigilo e anonimato | | | | x | |
| Explicita | Riscos e desconfortos esperados | | | x | | |
| | Ressarcimento de despesas | | | x | | |
| | Indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa | | | x | | |
| | Forma de contato com o pesquisador | | | x | | |
| | Forma de contato com o CEP | | | x | | |
| | Como será o descarte de material coletado (no caso de material biológico) | | | | x | |
| Pesquisador (es) | O arquivamento do material coletado pelo período mínimo de 5 anos | | | x | | |
| | Apresentam titulação e experiência compatível com o projeto de pesquisa | x | | | | |
| | Apresenta comprovante do Currículo Lattes do pesquisador principal e dos demais participantes. | x | | | | |
| Documentos | Carta de Encaminhamento à Coordenação do CEP | x | | | | |
| | Folha de Rosto preenchida | x | | | | |
| | Projeto de pesquisa, redigido conforme Modelo de Apresentação de Projeto de Pesquisa padronizado pela Pró-Reitoria de Pesquisa (PROPESQ) | x | | | | |
| | Declaração de infraestrutura e de concordância com a realização da pesquisa, assinada pelo responsável pelo setor/serviço onde será realizada a pesquisa | x | | | | |
| | | | | | | |

P= parcialmente NA=Não se aplica

Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa - CEP/UFJF, de acordo com as atribuições definidas na Res. CNS 196/96, manifesta-se pela aprovação do protocolo de pesquisa proposto, devendo o pesquisador entregar o relatório no final da pesquisa.

Situação: Projeto Aprovado
Juiz de Fora, 19 de maio de 2011

Stela Vargas Dias
Prof. Dra. Iêda Maria Vargas Dias
Coordenadora - CEP/UFJF

APÊNDICE I

- ROTEIRO PARA OS AVALIADORES -

PESQUISA:

Avaliação da acurácia da tomografia computadorizada de feixe cônico na detecção de fraturas radiculares em dentes com núcleo metálico fundido

Avaliador: _____

Avaliação: () 1 () 2 Data: ___/___/___

Instruções aos avaliadores:

Dezoito dentes humanos unirradiculares, endodonticamente tratados e portadores de núcleo metálico fundido foram submetidos a radiografias periapicais digitais (Técnica de Clark - incidências orto, mesio e distorradial) e a exames de Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC).

Os 18 dentes que devem ser avaliados estão dispostos de maneira aleatória e misturados nos dois exames → **ATENÇÃO:**

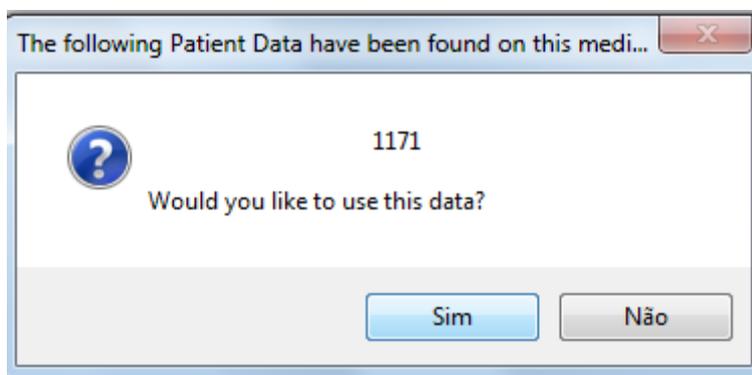
O dente número 1 na TCFC não é necessariamente o dente número 1 na radiografia, e assim sucessivamente.

I - RADIOGRAFIAS PERIAPICAIS DIGITAIS:

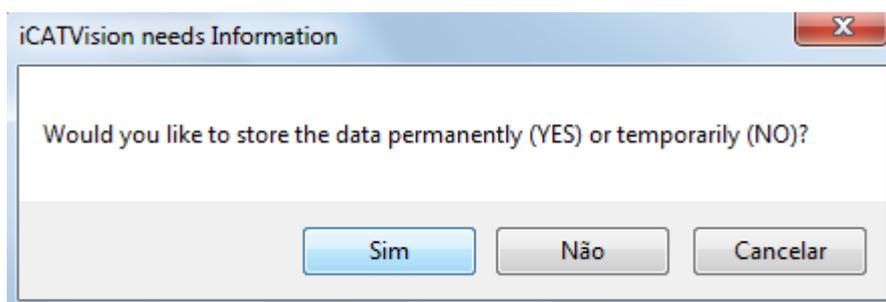
- Avaliar os dentes na sequência em que aparecem nos *slides* do *PowerPoint*[®], marcando com um “x” o diagnóstico na tabela correspondente.

II - TCFC:

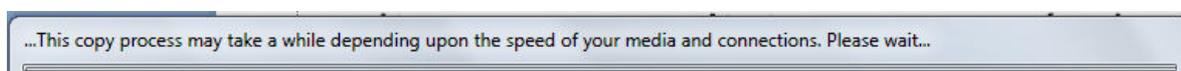
- Ao inserir o CD ROM no computador clicar em “**Executar Runthis.exe**”, na primeira janela que aparecer.
- Quando abrir a seguinte tela, clicar em “Sim”



- Logo em seguida abrirá outra tela, novamente clicar em “Sim”



- Após clicar em “Sim” aparecerá a seguinte mensagem:



Aguardar enquanto o programa carrega as imagens (Isto pode levar algum tempo, aproximadamente 5 min)

- Aparecerão os exames (correspondentes às mandíbulas), com os respectivos horários:

Rafael Binato Mestrado - ID: 1171 – 19/03/2012

CT (Mandíbula 1): 13:42

CT (Mandíbula 2): 13:50

CT (Mandíbula 3): 14:03

CT (Mandíbula 4): 14:11

CT (Mandíbula 5): 14:24

- Clicar em cada um, separadamente, e avaliar as imagens, marcando com um “x” o diagnóstico na tabela correspondente.

- Avaliar os 18 dentes da **esquerda para a direita**, na sequência das cinco mandíbulas.
 - Mandíbula 1: dentes 1, 2, 3 e 4;
 - Mandíbula 2: dentes 5, 6, 7 e 8;
 - Mandíbula 3: dentes 9, 10, 11 e 12;
 - Mandíbula 4: dentes 13, 14, 15 e 16;
 - Mandíbula 5: 17 e 18

RADIOGRAFIAS DIGITAIS – TÉCNICA DE CLARK

| DENTE | DIAGNÓSTICO |
|--------------|---|
| Dente 1 | fratura definitivamente presente () fratura provavelmente presente () incerteza () fratura provavelmente ausente () fratura definitivamente ausente () |
| Dente 2 | fratura definitivamente presente () fratura provavelmente presente () incerteza () fratura provavelmente ausente () fratura definitivamente ausente () |
| Dente 3 | fratura definitivamente presente () fratura provavelmente presente () incerteza () fratura provavelmente ausente () fratura definitivamente ausente () |
| Dente 4 | fratura definitivamente presente () fratura provavelmente presente () incerteza () fratura provavelmente ausente () fratura definitivamente ausente () |
| Dente 5 | fratura definitivamente presente () fratura provavelmente presente () incerteza () fratura provavelmente ausente () fratura definitivamente ausente () |
| ... | ... |
| Dente 18 | fratura definitivamente presente () fratura provavelmente presente () incerteza () fratura provavelmente ausente () fratura definitivamente ausente () |

TCFC

| DENTE | DIAGNÓSTICO |
|--------------|---|
| Dente 1 | fratura definitivamente presente () fratura provavelmente presente () incerteza () fratura provavelmente ausente () fratura definitivamente ausente () |
| Dente 2 | fratura definitivamente presente () fratura provavelmente presente () incerteza () fratura provavelmente ausente () fratura definitivamente ausente () |
| Dente 3 | fratura definitivamente presente () fratura provavelmente presente () incerteza () fratura provavelmente ausente () fratura definitivamente ausente () |
| Dente 4 | fratura definitivamente presente () fratura provavelmente presente () incerteza () fratura provavelmente ausente () fratura definitivamente ausente () |
| Dente 5 | fratura definitivamente presente () fratura provavelmente presente () incerteza () fratura provavelmente ausente () fratura definitivamente ausente () |
| ... | ... |
| Dente 18 | fratura definitivamente presente () fratura provavelmente presente () incerteza () fratura provavelmente ausente () fratura definitivamente ausente () |