FELIPE FERREIRA COSTA

**Avaliação da interferência de artefatos metálicos dentários na
visualização da integridade radicular utilizando a tomografia
computadorizada por feixe cônico**

São Paulo
2013

FELIPE FERREIRA COSTA

**Avaliação da interferência de artefatos metálicos dentários na
visualização da integridade radicular utilizando a tomografia
computadorizada por feixe cônico**

Versão Corrigida

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia da
Universidade de São Paulo, para obter o título de
Doutor em Ciências Odontológicas.

Área de concentração: Clínica Integrada.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo de Gusmão Paraíso
Cavalcanti

São Paulo
2013

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo da Publicação
Serviço de Documentação Odontológica
Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

Costa, Felipe Ferreira.

Avaliação da interferência de artefatos metálicos dentários na visualização da integridade radicular utilizando a Tomografia Computadorizada por Feixe Cônico / Felipe Ferreira Costa ; orientador Marcelo de Gusmão Paraíso Cavalcanti. -- São Paulo, 2013.

94 p. : fig., tab. ; 30 cm.

Tese (Doutorado) -- Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas.

Área de Concentração: Clínica Integrada. Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

Versão corrigida .

1. Tomografia computadorizada por feixe cônico. 2. Artefatos metálicos.
3. Fratura radicular horizontal. I. Cavalcanti, Marcelo de Gusmão Paraíso.
- II. Título

Costa FF. Avaliação da interferência de artefatos metálicos dentários na visualização da integridade radicular utilizando a tomografia computadorizada por feixe cônico. Tese apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obter o título de Doutor em Ciências Odontológicas

Aprovado em: / /2013

Banca Examinadora

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

À minha avó Maria Cherubina (*in memoriam*),
meu avô Deoclécio, minha mãe Marília e minha
esposa Sorhaya, que sempre apoiaram este
eterno sonhador.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao meu orientador Prof. Dr. Marcelo de Gusmão Paraíso Cavalcanti, pela confiança, profissionalismo e orientação. Meus sinceros agradecimentos por todos esses anos de convívio profissional e pessoal.

Aos meus amigos do Labi-3D. Agradeço nominalmente em ordem alfabética, para não cometer nenhuma injustiça, pois minha admiração e agradecimento por vocês são igualmente enormes: Alexandre Perez Marques, Andréia Perrella, Bruno Felipe Gaia dos Santos, Denise Takehana dos Santos, Lucas Ribeiro Pinheiro, Marcelo Sales, Oseas Santos Junior e Otavio Shoiti Umetsubo.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pelo apoio através da bolsa de Doutorado.

Ao colega George Táccio de Miranda Candeiro por ceder algumas amostras utilizadas nesta pesquisa.

A todos os professores do Departamento de Clínica Integrada da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

A todas as secretarias e funcionários que me acolheram na Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

A GNATUS/VATECH pelo indispensável apoio na pesquisa.

A todos os colegas radiologistas e funcionários das clínicas ODT Digital e DRX Radiologia Odontológica.

“After climbing a great hill, one only finds that there are many more hills to climb.”

Nelson Mandela

RESUMO

Costa FF. **Avaliação da interferência de artefatos metálicos dentários na visualização da integridade radicular utilizando a tomografia computadorizada por feixe cônico [tese]**. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2013. Versão Corrigida.

O propósito deste estudo foi o de avaliar a acurácia, sensibilidade, especificidade e concordância inter e intra-observador do exame de tomografia computadorizada por feixe cônico (TCFC) na detecção de fraturas radiculares horizontais, na presença e ausência de núcleos metálicos. Foram realizados exames de TCFC em dentes permanentes humanos extraídos e manipulados endodonticamente na presença e ausência de núcleos intracanais. Estes foram inseridos em mandíbula e examinados através de três diferentes tomógrafos de grande e pequeno volume (Picasso Master, PaX-Uni3D e Prexion 3D).

Os observadores avaliaram as imagens em um programa de visualização independente e os mesmos deveriam definir precisamente o local das fraturas nas raízes dentárias.

Nas amostras avaliadas através do PaX - Uni3D, os valores de acurácia encontrados nas amostras sem núcleo metálico variaram entre 75 a 88%; no Picasso Master, variaram entre 33 a 68% e no Prexion 3D, variaram entre 85 a 90%, no protocolo com 1024 projeções e entre 79 a 85%, no protocolo de 512 projeções.

Todos os valores de acurácia encontrados sofreram interferências nas observações das amostras com núcleo metálico. No PaX - Uni3D, os valores encontrados variaram entre 55 a 70%; no Picasso Master, variaram entre 38 a 83% e no Prexion 3D, entre 75 a 90% no grupo de 1024 projeções e entre 70 e 85% no grupo de 512 projeções.

O protocolo onde a interferência por artefatos metálicos se deu com maior intensidade foi o do Picasso Master. O protocolo de 1024 projeções de raios-X do Prexion 3D foi o que encontrou menor interferência.

A interferência dos artefatos metálicos no diagnóstico de fraturas radiculares horizontais foi comprovada visto que a presença de material metálico intracanal reduziu a acurácia, sensibilidade e especificidade em todos os aparelhos e protocolos utilizados nesta pesquisa.

Palavras-chave: tomografia computadorizada por feixe cônico. Artefatos metálicos. Fratura radicular horizontal.

ABSTRACT

Costa FF. Evaluation of interference from dental metallic artifacts on diagnosis of root integrity using cone beam computed tomography **[thesis]**. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2013. Versão Corrigida.

The purpose of this study was to evaluate the accuracy, sensitivity, specificity and inter and intra-observer concordancy of cone beam computed tomography (CBCT) in the detection of horizontal root fractures in the presence and absence of intracanal metal post (IMP). CBCT exams were performed on endodontically treated teeth in the presence and absence of IMP, using three different devices. These teeth were inserted in a mandible and examined through three different large and small volume scanners (Picasso Master, PaX-Uni3D and Prexion 3D). The observers evaluated the images in a DICOM-viewer software. They should precisely define the location of the horizontal root fracture of the sample.

The accuracy values found in samples without IMP evaluated by PaX - Uni3D ranged between 75 and 88%; in Picasso Master ranged between 33 and 68%, and Prexion 3D ranged from 85 to 90% in the protocol with 1024 projections and between 79-85%, in 512 projections protocol.

All accuracy values suffered interference in the observations of the samples with IMP. PaX - Uni3D values ranged from 55 to 70%, Picasso Master, from 38 to 83%, and Prexion 3D, between 75 to 90% in the 1024 projections and 70 to 85% in 512 projections group.

The protocol where the interference by metallic artifacts occurred with greater intensity was the Picasso Master. The 1024 X-ray projections of Prexion 3D suffered less.

The interference of metal artifacts in the diagnosis of horizontal root fractures was confirmed as the presence of intracanal metallic material reduced the accuracy, sensitivity and specificity for all devices and protocols of this research.

Keywords: cone beam computed tomography. Metallic artifacts. Horizontal root fracture.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 Utilização da TC em Endodontia	14
2.2 Detecção de fraturas radiculares através da TC	15
2.3 Artefatos metálicos	17
2.4 Beam Hardening (efeito do endurecimento do raio)	18
3 PROPOSIÇÃO	20
4 MATERIAL E MÉTODOS	21
4.1 Preparo dos espécimes	21
4.2 Obtenção dos exames de tomografia computadorizada	23
4.3 Método de análise de resultado	31
5 RESULTADOS	32
6 DISCUSSÃO	84
7 CONCLUSÕES	90
REFERÊNCIAS	91

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Roig et al. (1), o prognóstico do tratamento de um dente fraturado pode ser influenciado por diversos fatores, tais como grau de deslocamento, estágio de formação e localização da fratura, tornando o seu diagnóstico preciso algo fundamental para que se possa determinar a melhor conduta terapêutica a ser seguida. As fraturas radiculares horizontais, particularmente aquelas onde não ocorre a separação dos fragmentos, não são facilmente detectadas através das técnicas radiográficas bidimensionais, devido à sobreposição de estruturas anatômicas ou mesmo pela ausência de sinais e sintomas específicos.

Atualmente, o emprego da tomografia computadorizada por feixe cônico (TCFC) vêm apresentando resultados mais acurados na avaliação da anatomia radicular, diagnóstico da região periapical, avaliação de defeitos causados pela reabsorção radicular interna e externa, e especialmente na pesquisa de perfurações e fraturas radiculares (2-6).

Isto se deve ao fato de que na última década, os equipamentos para a TCFC tiveram ampla evolução, inclusive com boa correlação entre a região de interesse e a área irradiada, sendo classificados em: pequeno volume, usualmente utilizados para realizar o exame de alguns dentes ou uma arcada dentária; médio volume: cobrindo as duas arcadas, seios maxilares e parte do nariz; e grande volume: que cobre toda a região maxilofacial, se estendendo superiormente até o vertex do crânio (7).

A tomografia computadorizada por feixe cônico consiste de um sistema que emite um feixe cônico e colimado de raios-X, que incide em um detector bidimensional após passar e ser atenuado pelo objeto a ser examinado. Uma única rotação deste sistema é necessária para a coleta das informações projetadas do paciente pelo computador acoplado ao aparelho (estação de trabalho), onde posteriormente estas projeções são reconstruídas e analisadas tridimensionalmente, por meio de programas específicos elaborados para o pós-processamento. A qualidade da imagem obtida é de grande valia e cabe ressaltar que existem fatores importantes para que essa qualidade seja alcançada. Diferentes tipos de detectores, algoritmos de reconstrução utilizados pelos programas, tamanho do ponto focal na âmpola de raios-X, número de projeções de raios-X e espesura do voxel da imagem

tridimensional impactam sob a resolução das imagens geradas pelos aparelhos de TCFC.

O pixel é a menor unidade de uma imagem bidimensional, cada pixel tem um tamanho específico e localização dentro da matriz. O voxel representa a forma cúbica de um pixel e tem profundidade. Sendo assim, o voxel é a menor unidade da imagem tridimensional e de acordo com o equipamento e até dentro de um mesmo aparelho, este parâmetro de reconstrução de imagens, pode variar seu tamanho.

Após o tratamento endodôntico, alguns elementos dentários necessitam da inserção de um núcleo metálico intracanal para promover a retenção do seu núcleo. Entretanto, objetos metálicos inseridos no interior do conduto radicular promovem a ocorrência de artefatos metálicos que podem degradar seriamente a qualidade das imagens tomográficas, em alguns casos ao ponto de comprometer seriamente o diagnóstico (8,9). Isto se deve ao fato que o raios-X são compostos de fótons individuais com um amplo espectro de energia. Quando o feixe passa através do objeto, sua energia aumenta, pois os fótons de baixa energia são absorvidos mais rapidamente que os de alta energia.

A melhora e a evolução dos aparelhos de TCFC juntamente com o desenvolvimento de *softwares* com ferramentas que auxiliam a reconstrução e manipulação das imagens trouxe uma nova perspectiva, minimizando as interferências desses artefatos na avaliação de fraturas radiculares. Com isso, esse estudo foi elaborado e desenvolvido, com a finalidade de esclarecer questões ainda desconhecidas no campo da Endodontia.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Com a tecnologia disponível na década de 80, já era possível produzir imagens contínuas axiais com a espessura de 1,5 a 2 milímetros em TC. Desde então, a resolução necessária para a visualização das estruturas dentárias e adjacentes fora alcançada.

Posteriormente, novos equipamentos, como os de tecnologia por Feixe Cônico e programas foram desenvolvidos e respondem pela crescente adesão desta tecnologia na área odontológica.

Esta técnica radiográfica fornece imagens volumétricas do complexo maxilofacial que podem ser segmentadas em diversos planos, com o auxílio de recursos de computadores. A TCFC produz imagens tridimensionais sem distorções e sobreposições de estruturas e apresentando ampliações conhecidas.

A introdução da TCFC especificamente dedicada às imagens da região maxilofacial significou uma verdadeira mudança de paradigma de imagens 2D para uma abordagem de aquisição de dados e reconstruções de imagens em 3D. O interesse nas imagens da TCFC, em todos os campos da Odontologia, não tem precedentes por ter criado uma revolução nas imagens maxilofaciais, facilitando a transição do diagnóstico 2D para as imagens 3D e expandindo o papel da imagem do diagnóstico para o auxílio nos procedimentos operatórios e cirúrgicos por meio de programas interativos (10).

2.1 Utilização da TC em Endodontia

Os primeiros estudos utilizando a TC na Endodontia datam de 1990 quando Tachibana H. e Matsumoto K. utilizaram imagens tridimensionais geradas por um aparelho de tomografia computadorizada helicoidal (SCT-2500T – Shimadzu, Kyoto, Japan) para estudar a anatomia dentária (11).

Pesquisas já demonstraram, em estudos com lesões ósseas experimentais criadas no osso esponjoso e estendendo-se aos limites da superfície do osso

cortical, que estas são de difícil visualização quando radiografias periapicais são utilizadas.

Estrela et al. (4) compararam imagens de exames intra-orais e imagens de TCFC para o diagnóstico de patologias periapicais, chegando à conclusão que os exames tomográficos apresentaram resultado superior na detecção de lesões em comparação às radiografias intrabuciais.

2.2 Detecção de fraturas radiculares através de exames radiográficos

As radiografias periapicais, fazem parte da rotina do profissional envolvido com a Endodontia. Por esta razão, diferentes pesquisadores têm se dedicado aos estudos desta técnica radiográfica na detecção de fraturas radiculares.

A International Association of Dental Traumatology (12), a American Association of Endodontists e a American Association of Oral and Maxillofacial Radiologists (13) já recomendam a utilização da TCFC como exame auxiliar no diagnóstico de fraturas radiculares horizontais sob condições e indicações específicas.

Tsesis *et al.* (14) utilizaram em sua pesquisa *ex vivo* 60 pré-molares tratados endodonticamente e os observaram através de exames periapicais convencionais e digitais (Sopix, Sopro Imaging, Acteon Group, La Ciotat Cedex, França). Os autores afirmaram que as condições clínicas, sobreposições de estruturas anatômicas e artefatos podem mascarar ou esconder as linhas de fraturas.

Bernardes *et al.* (15) avaliaram a capacidade da TCFC em diagnosticar fraturas radiculares, utilizando o aparelho Accuitomo 3DX (J. Morita MFG. Corp., Kyoto, Japão). Sendo assim, vinte radiografias periapicais, panorâmicas e tomografias de pacientes com suspeita de fratura radicular foram analisadas por dois examinadores, segundo escores pré-determinados. Os resultados mostraram melhor capacidade da TCFC de pequeno volume em diagnosticar e visualizar fraturas radiculares.

Ainda para realizar a comparação entre os exames convencionais e a TCFC de pequeno volume na detecção de fraturas radiculares longitudinais, Mora *et al.* (16) utilizaram 60 dentes e induziram fraturas radiculares em 30 destes, em um

modelo *in vitro*. Estes realizaram radiografias periapicais e exames no aparelho Planmeca Prostyle Intra (Planmeca OY, Helsinki, Finlândia). Dez examinadores avaliaram as fraturas estabelecendo escores. Os autores concluíram que a TCFC de pequeno volume aumentou a capacidade de detectar fraturas longitudinais, quando comparada com as radiografias periapicais digitais.

Kamburoglu *et al.* (17) compararam a capacidade de visualização de fraturas radiculares longitudinais através de diferentes técnicas radiográficas. Para isso, utilizaram: radiografia periapical convencional com a utilização do filme tamanho 2 (Eastman Kodak Co., Rochester, NY, EUA), radiografias periapicais digitais: RVG 5.0 (Trophy, Marne La Valle, França) e Digora Optime (Soredex, Helsinki, Finlândia) e o TCFC Accuitomo 3DX (J. Morita MFG. Corp, Kyoto, Japão). Os mesmos encontraram maior sensibilidade ($P < 0.05$) nos exames avaliados através das imagens tridimensionais da TCFC de pequeno volume comparativamente aos exames intra-orais e concluíram que o exame de TCFC seria o mais acurado em comparação às demais técnicas utilizadas nesta pesquisa. Estes ainda não encontraram diferença significativa entre todas as técnicas intra-orais.

Bornstein *et al.* (18) compararam exames intra-orais bidimensionais (periapicais e oclusais) e a TCFC (Accuitomo 3DX - J. Morita MFG. Corp, Kyoto, Japão) no diagnóstico de localização e angulação de fraturas radiculares. Estes examinaram radiograficamente 38 pacientes em um período de quatro anos e concluíram que a TCFC de pequeno volume tem o potencial de substituir os exames radiográficos convencionais em casos de traumas dento-alveolares, devido à alta acurácia desta técnica radiográfica.

Ainda com o objetivo de comparar técnicas radiográficas na detecção de fraturas radiculares, Hassan *et al.* (19), promoveram fraturas radiculares em 40 dentes extraídos e os submeteram a análise tridimensional através da TCFC (Next Generation i-CAT- Imaging Sciences International, Hatfield, PA, EUA) e radiografias periapicais digitais (Digora Optime - Soredex, Helsinki, Finlândia). Desta maneira, estes concluíram que a TCFC de grande volume apresentou maior sensibilidade na detecção de fraturas e que a presença de tratamento endodôntico não reduziu a acurácia do examinador. Porém, os mesmos ressaltaram que materiais odontológicos radiopacos como cones de guta-percha podem produzir imagens que se assemelham às linhas de fraturas radiculares na TCFC.

likubo et al. (20) realizaram suas pesquisas comparando a TCFC de pequeno volume (PDR9000N; Asahi Roentgen Co., Kyoto, Japão), tomografia computadorizada helicoidal (Somatom Emotiom 6; Siemens, Erlangen, Alemanha) e radiografia periapical convencional (Insight Dental Film IP21; Eastman Kodak Co., Rochester, Nova Iorque, EUA) e encontraram, significativamente, maior sensibilidade e acurácia no diagnóstico de fraturas horizontais nos exames do TCFC de pequeno volume, seguido pela tomografia computadorizada helicoidal (TCH). Estes autores afirmaram que, somente quando o feixe de raios-X do exame periapical se projetou paralelo aos traços de fraturas, este exame revelou linhas claras de fraturas. Por este motivo, o exame periapical apresentou sensibilidade e acurácia inferior à TCH e à TCFC de pequeno volume.

2.3 Artefatos metálicos

Em tomografia computadorizada, o termo artefato é aplicado a qualquer discrepância entre os números da TC nas imagens reconstruídas do objeto e o verdadeiro coeficiente de atenuação deste objeto (8).

As imagens em TC são mais propensas a formação de artefatos do que as radiografias convencionais, pois as imagens são reconstruídas a partir de algo na ordem de milhões de mensurações do detector. A técnica de reconstrução assume que todas as medições são consistentes, de modo que qualquer erro de medição refletirá com um erro na imagem reconstruída.

Segundo Scarfe e Farman (10) um artefato é qualquer distorção ou erro na imagem que é relacionado com o material que está sendo estudado. Estes podem ser classificados de acordo com sua causa.

Ainda segundo Barret e Keat (8), os tipos de artefato que podem ocorrer são (a) estrias - geralmente causadas devido a uma inconsistência em uma única medição do detector, (b) sombreamento - grupo de canais que desviam gradualmente da medida verdadeira, (c) anéis - que são devido a erros de calibração do detector individual; (e) distorção - que pode ocorrer devido à reconstrução helicoidal.

A presença de objetos metálicos no campo de visão do aparelho (FOV) pode levar ao aparecimento de artefatos de estrias. Estes ocorrem porque a densidade do metal está além da faixa normal que pode ser trabalhada pelo computador, resultando em perfis incompletos de atenuação. Artefatos adicionais gerados pelo beam hardening, efeito de volume parcial e erro na interpretação do sinal pelo detector são os tipos de problemas que podem ocorrer quando o exame de objetos muito densos é realizado.

2.4 Efeito do endurecimento do feixe de raios X (*beam hardening*)

O feixe de raios X é composto por fótons individuais com um amplo espectro de energia. Quando o feixe passa através do objeto, este se torna mais “duro”, o que significa que sua energia aumentou, pois os fótons de baixa energia são absorvidos mais rapidamente que os de alta energia.

Cupping Artifacts - Os raios X que passam pela porção central do objeto cilíndrico são mais endurecidos que os que passam pelas bordas do objeto pois estes estão passando por mais material. Conforme o feixe se torna mais duro, a razão pelo qual ele é atenuado reduz. Sendo assim, o feixe que chegará ao detector será mais intenso do que seria esperado, caso este não tivesse sido endurecido.

Riscos e faixas escuras - em diversas imagens, faixas escuras e riscos podem aparecer entre dois objetos densos em uma imagem. Estes podem ocorrer porque a porção do feixe que passa através de um objeto em certas posições do tubo é menos endurecida do que quando passa em outras posições do tubo.

Os fabricantes de equipamentos minimizam o beam hardening através da utilização de filtros, correção na calibração, e programas de correção de beam hardening.

O filtro é uma peça metálica utilizada para “pré-endurecer” os raios filtrando os componentes de baixa energia do feixe antes destes passarem pelo paciente.

Os tomógrafos são calibrados utilizando “*phantoms*” de diversos tamanhos. Isto permite que os detectores sejam calibrados com uma compensação sob medida para o efeito do endurecimento dos raios de diferentes partes do paciente.

Além disso, um algoritmo de correção iterativo pode ser aplicado quando a imagem é reconstruída para corrigir o efeito de endurecimento dos raios X (*beam hardening*)

3 PROPOSIÇÃO

Demonstrar a sensibilidade e especificidade, acurácia e concordância inter e intra-observador e, diferentes protocolos de três equipamentos de tomografia computadorizada por feixe cônico (TCFC) para o diagnóstico de fraturas radiculares horizontais simuladas em dentes humanos extraídos inseridos em mandíbulas.

Determinar a influência dos artefatos metálicos produzidos pelos núcleos metálicos intracanaís no diagnóstico de fraturas radiculares horizontais em diferentes protocolos, em TCFC de pequeno e grande volume.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Com a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo sob o parecer número 186/2010, foram utilizadas vinte mandíbulas dentadas cedidas pela Universidade Gama Filho e quarenta pré-molares uniradiculares cedidos pelo Banco de dentes humanos da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo. Durante a seleção das amostras, dentes que apresentavam reabsorção e fraturas foram excluídos do estudo (Anexo A).

4.1 Preparo dos espécimes

A coroa anatômica dos dentes foi seccionada perpendicularmente ao longo eixo da junção cimento-esmalte utilizando uma broca em uma caneta de alta rotação. O mesmo operador que não estava envolvido na interpretação das imagens, realizou o tratamento endodôntico destes dentes, da seguinte maneira: introdução no canal de lima tipo K 10 até que sua ponta atinja o forame apical, seguindo-se de recuo de 1,0 mm para o estabelecimento do comprimento de trabalho. A etapa de limpeza e modelagem foi realizada através de um sistema oscilatório (TEP - E 10R, NSK, Japão) com limas tipo K (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) e brocas Gattes Glidden acionadas por um contra-ângulo. As brocas Gattes Glidden foram utilizadas para o preparo do terço cervical e limas tipo K para o restante do tratamento endodôntico. O batente apical foi realizado com um instrumento com diâmetro dois números acima do diâmetro anatômico do canal radicular obtido no início do tratamento. Entre a troca de cada instrumento introduzido no canal radicular, foi realizada uma irrigação com 2 ml de hipoclorito de sódio com concentração de 2,5%.

Ao término da etapa de limpeza e modelagem do sistema de canais radiculares, foi realizada a remoção da lama dentinária (*'smear layer'*) através da introdução de 2 ml de EDTA trissódico (Biodinâmica Química e Farmacêutica LTDA) através de uma seringa de irrigação. A substância foi agitada no interior do canal

com uma broca Lêntulo com o diâmetro inferior ao diâmetro anatômico deste canal. Após esta etapa, foi realizada nova irrigação com hipoclorito de sódio com concentração de 2,5%.

Posteriormente, os canais radiculares foram secos com pontas de papel absorvente e obturados pela Técnica Híbrida de Tagger, utilizando-se espaçadores digitais (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça), cones de guta percha acessórios calibrados (Tanari, Brasil), cimento endodôntico (Pulp Canal Sealer - Sybron Endo, EUA) e o compactador de McSpadden (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) de calibre 55, acoplado a um contra-ângulo e micromotor em baixa rotação, no sentido horário, com o objetivo de termoplastificar e homogeneizar todo o material obturador.

Posteriormente, um espaço correspondente a 2/3 do comprimento do canal radicular foi desobstruído com brocas Gattes número 4, simulando assim, o preparo do conduto para receber um núcleo metálico fundido.

Os 40 dentes do estudo tiveram seus condutos radiculares modelados com resina acrílica autopolimerizável Duralay (Polidental, Cotia, São Paulo) e estes modelos foram posteriormente fundidos e inseridos nos dentes como núcleos intraradiculares (Figura 4.1).

Figura 4.1 - Amostra e núcleo metálico fundido

Em um próximo passo, 20 dentes foram submetidos a fraturas radiculares através de uma força mecânica exercida em um plano horizontal por um martelo, com o dente posicionado sobre um tecido macio; conforme descrito em pesquisas

anteriores (21, 19, 17). Os dois fragmentos obtidos foram unidos com a utilização de cianoacrilato Super Bonder (Henkel Brasil, Loctite, São Paulo) e estes dentes farão parte do grupo experimental. Neste momento, seis amostras foram descartadas e substituídas por outras, pois suas fraturas não se enquadravam dentro do padrão de fraturas horizontais.

Os outros 20 dentes não fraturados formaram o grupo controle.

Todos os dentes foram inseridos nos alvéolos dentários e individualmente foram submetidos ao exame tomográfico (Figura 4.2).

Figura 4.2 - Mandíbula macerada com dente da amostra com núcleo metálico inserido em seu conduto radicular para a geração de artefatos metálicos

4.2 Obtenção dos exames de tomografia computadorizada por feixe cônico

Com o intuito de simular a atenuação provocada pelos tecidos moles em uma situação *in vivo*, as mandíbulas foram posicionadas em um recipiente plástico contendo cerca de 1 litro de água, de maneira que permaneceram totalmente submersas no momento do exame tomográfico, de acordo com as pesquisas de (22-24) (Figura 4.3).

Figura 4.3 - Mandíbula macerada no interior do recipiente plástico coberto com água para simular a atenuação provocada pelos tecidos moles ao exame de TCFC

Inicialmente, todas as mandíbulas foram submetidas ao exame tomográfico em três aparelhos de tomografia computadorizada por feixe cônico: Picasso Master (Gnatus/Vatech; Suwon, Coréia do Sul), PaX - Uni3D (Gnatus/Vatech, Suwon, Coréia do Sul) localizados nas dependências da fábrica da empresa Gnatus, situada à Rodovia Abrão Assed, 5300, Ribeirão Preto, São Paulo e Prexion 3D (Terarecom, Sao Mateo, CA, EUA) localizado nas dependências da ODT Digital Radiologia Diagnóstica, situada à Avenida Nossa Senhora de Copacabana, 788, salas 801 a 804, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Os seguintes protocolos foram utilizados:

PaX - Uni3D

Este equipamento (Figura 4.4) realiza um giro de 360 graus em 08 segundos, utilizando um campo de visualização (*field of view* - FOV) de 5cm de altura por 5cm de diâmetro. As imagens são enviadas ao seu computador para realizar as reconstruções primárias utilizando um voxel de 0.2mm de espessura.

Figura 4.4 - aparelho de TCFC PaX - Uni3D (Gnatus/Vatech, Suwon, Coréia)

Picasso Master:

Este equipamento (Figura 4.5) realiza um giro de 360 graus em 24 segundos, utilizando um FOV de 15cm de altura por 20cm de diâmetro. As imagens são enviadas ao seu computador para realizar as reconstruções primárias utilizando um voxel de 0.2mm de espessura.

Figura 4.5 - Aparelho de TCFC Picasso Master (Gnatus/Vatech, Suwon, Coréia)

Prexion 3D:

Optamos por utilizar o FOV de 5 cm de altura por 5 cm de diâmetro deste aparelho (Figura 4.6). Sendo assim, durante o giro de 360 graus ao redor do objeto, este emite 1024 ou 512 projeções de raios-X (37 ou 19 segundos, respectivamente). Estas imagens são reconstruídas utilizando um voxel de 0.1 mm de espessura.

Realizamos o exame no tomógrafo Prexion 3D em dois diferentes protocolos de aquisição.

No primeiro protocolo, o aparelho emite 1024 projeções de raios-X em 37 segundos para gerar os dados brutos, que são reconstruídos, utilizando 0.1 mm de espessura. Este protocolo é conhecido como high density (HI-HI).

Já no segundo protocolo, este TCFC emite 512 projeções de raios-X em 19 segundos. As informações são reconstruídas em um voxel de 0.1 mm de espessura. Este protocolo é chamado de standard (HI-STD).

Figura 4.6 - Aparelho de TCFC Prexion 3D (Terarecom, Sao Mateo, CA, EUA)

Posteriormente, os núcleos metálicos foram removidos e os dentes, juntamente, com as mandíbulas foram novamente submetidos ao exame tomográfico individualmente, seguindo os mesmos protocolos anteriormente descritos.

Sendo assim, quarenta exames tomográficos de raízes com núcleos metálicos e um número igual de imagens sem núcleos metálicos (cada grupo contendo 20 dentes com fratura e 20 dentes sem fraturas) foram obtidos de cada equipamento.

Estas exames foram codificados e divididos em quatro grupos de dentes: sem núcleo metálico e sem fratura horizontal (G1), sem núcleo metálico e com fratura horizontal (G2), com núcleo metálico e sem fratura horizontal (G3) e com núcleo metálico e com fratura horizontal (G4). Sendo assim, cada observador realizou a análise de 80 exames tomográficos.

Todas as informações obtidas nestes exames tomográficos foram gravadas eletronicamente em formato DICOM (*Digital Imaging Communication in Medicine*) em mídia removível (HD externo) para que pudessem ser transportadas e avaliadas pelos observadores em uma estação de trabalho independente localizada no Laboratório de Imagem em Terceira Dimensão (Labi-3D) da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo – FOU SP.

A estação de trabalho independente contendo o programa OsiriX versão 3.8.1 (Pixmeo, Genebra, Suíça) realizou as reconstruções multiplanares e em terceira dimensão e estas foram examinadas. Os radiologistas foram calibrados através da identificação de fraturas radiculares em 15 exames de tomografia computadorizada pertencentes ao banco de imagens do Labi-3D e que não pertenciam a este estudo.

O programa Randomness 1.5.2 (www.merenbach.com/software/randomness - Andrew Merenbach, Los Angeles, CA, Estados Unidos) foi utilizado para a criação de uma sequência randomizada de observação.

Os observadores não tiveram conhecimento prévio da distribuição dos exames dos dentes do grupo controle ou experimental. O tempo para observação dos exames não sofreu restrição e todas as ferramentas de visualização dos exames tomográficos disponíveis no programa OsiriX foram utilizados para fins de diagnóstico.

Optou-se por dividir a análise das amostras desta pesquisa em três etapas.

Na primeira etapa, foram analisadas as aquisições realizadas no aparelho PaX - Uni3D (Figura 4.11). As amostras foram analisadas por três radiologistas experientes e treinados na análise das imagens tridimensionais geradas pela tomografia computadorizada, que avaliaram somente a presença ou ausência de fratura radicular em duas ocasiões. Nesta pesquisa, os radiologistas realizaram sua

primeira observação somente nas reconstruções multiplanares (RMP) axial, sagital e coronal (Figura 4.7). Em uma segunda observação das amostras, estes utilizaram somente as imagens parassagitais e circunferenciais (reconstruções transversais) (Figura 4.8). Já no terceiro momento, estes avaliaram todo o volume do exame tomográfico através das RMP e das reconstruções transversais.

Figura 4.7 - Imagem do monitor do computador com as Reconstruções multiplanares (RMP) visualizadas através do programa OsiriX

Na segunda etapa da pesquisa, dois radiologistas analisaram as aquisições realizadas no aparelho Picasso Master através de todas as imagens disponíveis (RMP e reconstruções transversais) (Figuras 4.9 e 4.10). Além da presença ou ausência de fratura radicular, também foi considerada a localização da fratura radicular na superfície radicular (terços cervical, médio ou apical). As localizações erradas foram consideradas como diagnósticos errados.

A partir de então, a localização da fratura foi considerada como fator determinante do diagnóstico. Isto ocorreu pois concluímos que alguns observadores poderiam ter se referido à imagens que não representavam fraturas em amostras com fraturas, assim estes estariam fornecendo diagnóstico errados e estes poderiam ser computados como acertos.

Figura 4.8 - Imagem parassagital de uma amostra com núcleo metálico (Picasso Master)

Figura 4.9 - Imagem axial de referência e duas imagens circunferenciais de uma amostra sem núcleo metálico (Picasso Master)

Na terceira fase, as aquisições realizadas no Prexion 3D (Figura 4.12) foram examinadas por dois observadores, seguindo a mesma metodologia de observação da segunda etapa.

Nas três etapas, os radiologistas tiveram acesso à todos os ajustes que julgavam necessário na visualização do exame através do programa OsiriX (brilho, contraste e aumentos).

O intervalo entre cada observação foi o de 15 dias para posterior aferição da concordância intra-observador através do índice Kappa.

Figura 4.10 - Imagem de uma amostra com núcleo metálico e com fratura adquirida pelo TCFC Picasso Master (grande volume)

Figura 4.11 - Imagem de uma amostra com núcleo metálico e com fratura adquirida pelo TCFC PaX - Uni3D (pequeno volume)

Figura 4.12 - Imagem de uma amostra com núcleo metálico e sem fratura adquirida pelo TCFC Prexion 3D (pequeno volume)

4.3 Método de análise dos resultados

A estatística Kappa foi utilizada para verificar a reprodutibilidade do método descrito, testando a variância inter e intra-observador. O valor zero representa concordância casual e valores positivos representam índice de concordância além da concordância casual.

Para avaliar a sensibilidade e a especificidade desta técnica radiográfica para a detecção de fraturas radiculares, foi utilizado o teste do Qui-quadrado. Uma análise de variância foi utilizada para mensurar a influência dos núcleos metálicos no diagnóstico das fraturas radiculares.

Em todos os itens avaliados será considerado o intervalo de confiança de 95% ($p < 0.05$).

5 RESULTADOS

Nas tabelas 5.1 a 5.130 serão apresentados os dados obtidos nesta pesquisa.

Resultados Pax Uni 3D

Para melhor entendimento dos resultados, considerem-se as definições:

1. **Sensibilidade:** Proporção de indivíduos com a doença que são identificados corretamente pelo teste. Indica o quão bom é um teste em identificar a doença em questão.

2. **Especificidade:** Proporção de indivíduos sem a doença que são identificados corretamente pelo teste. Indica o quão bom é um teste em identificar indivíduo sem doença em questão.

Nesta pesquisa, sensibilidade se refere aos dentes que possuem fratura e especificidade aos dentes que não possuem fratura.

3. **Acurácia:** é a proporção de acertos, ou seja, o total de verdadeiramente positivos e verdadeiramente negativos, em relação à amostra estudada.

4. Para descrevermos a intensidade da **concordância** entre dois métodos de classificação (por ex. dois testes de diagnóstico), utilizamos a medida Kappa que é baseada no número de respostas concordantes, ou seja, no número de casos cujo resultado é o mesmo. O Kappa é uma medida de concordância que mede o grau de concordância além do que seria esperado tão somente pelo acaso. Para avaliar se a concordância é razoável, fazemos um teste estatístico para avaliar a significância do Kappa. Neste caso a hipótese testada é se o Kappa é igual a 0, o que indicaria concordância nula, ou se ele é maior do que zero, concordância maior do que o acaso.

Interpretação dos valores de Kappa

< 0	Não existe concordância / Existe discordância
0 - 0.19	Concordância muito fraca
0.20 - 0.39	Concordância fraca

- 0.40 - 0.59 Concordância moderada
 0.60 - 0.79 Concordância relevante
 0.80 - 1.00 Concordância perfeita / Muito forte

Para os testes estatísticos é considerada uma confiança de 0,95 (95%), ou seja, uma **significância** de 0,05 (5%).

Resultados para os Diagnósticos Realizados sem Núcleo Metálico

Observador 1

Tabela 5.1 – Diagnóstico A do observador 1 sem núcleo metálico X Padrão-Ouro

Sem núcleo metálico		Padrão-Ouro		Total
		Sem fratura	Com fratura	
Observador 1 – A	Sem fratura	15	6	21
	Com fratura	5	14	19
	Total	20	20	40
Sensibilidade		0,70		
Especificidade		0,75		
Acurácia		0,73		

Tabela 5.2 – Diagnóstico B do observador 1 sem núcleo metálico X Padrão-Ouro

Sem núcleo metálico		Padrão-Ouro		Total
		Sem fratura	Com fratura	
Observador 1 – B	Sem fratura	12	2	14
	Com fratura	8	18	26
	Total	20	20	40
Sensibilidade		0,90		
Especificidade		0,60		
Acurácia		0,75		

O observador 1 difere bastante nas duas análises dos dentes realizadas sem núcleo metálico, obtendo uma sensibilidade maior na segunda observação, ou seja, ele conseguiu identificar com maior precisão os dentes que possuíam fratura na segunda análise.

A tabela do teste de concordância para as análises do observador 1 (intra-observador) indica que não existe concordância significativa entre os dois diagnósticos realizados por ele, visto que $p\text{-valor} > 0,05$ (valor que leva a aceitar a hipótese nula) e a medida Kappa (0,064) pode ser classificada como de concordância muito fraca.

Tabela 5.3 – Teste de concordância intra-observador para o observador 1 sem núcleo metálico

Sem núcleo metálico		Observador 1 - B		Total
		Sem fratura	Com fratura	
Observador 1 - A	Sem fratura	8	13	21
	Com fratura	6	13	19
	Total	14	26	40
Medida Kappa		0,064	P-valor	0,666

Observador 2

Tabela 5.4 – Diagnóstico A do observador 2 sem núcleo metálico X Padrão-Ouro

Sem núcleo metálico		Padrão-Ouro		Total
		Sem fratura	Com fratura	
Observador 2 – A	Sem fratura	19	7	26
	Com fratura	1	13	14
	Total	20	20	40
Sensibilidade		0,65		
Especificidade		0,95		
Acurácia		0,80		

Tabela 5.5 – Diagnóstico B do observador 2 sem núcleo metálico X Padrão-Ouro

Sem núcleo metálico		Padrão-Ouro		Total
		Sem fratura	Com fratura	
Observador 2 – B	Sem fratura	20	9	29
	Com fratura	0	11	11
	Total	20	20	40
Sensibilidade		0,55		
Especificidade		1,00		
Acurácia		0,78		

Nota-se que o observador 2 apresenta alta especificidade em ambas análises que realizou, isto é, a identificação dos dentes sem fraturas é bastante grande por parte desse pesquisador.

Quanto a concordância entre as duas análises do pesquisador 2, sem núcleo metálico, destaca-se que possui um valor de Kappa considerado de concordância muito alta ($> 0,80$) e, essa concordância é significativa ($p\text{-valor} < 0,05$), rejeitando a hipótese de que seja nula.

Tabela 5.6 – Teste de concordância intra-observador para o observador 2 sem núcleo metálico

Sem núcleo metálico		Observador 2 - B		Total
		Sem fratura	Com fratura	
Observador 2 - A	Sem fratura	26	0	26
	Com fratura	3	11	14
	Total	29	11	40
Medida Kappa		0,827	P-valor	0,000

Observador 3

Tabela 5.7 – Diagnóstico A do observador 3 sem núcleo metálico X Padrão-Ouro

Sem núcleo metálico		Padrão-Ouro		Total
		Sem fratura	Com fratura	
Observador 3 - A	Sem fratura	18	3	21
	Com fratura	2	17	19
		20	20	40
Sensibilidade			0,85	
Especificidade			0,90	
Acurácia			0,88	

Tabela 5.8 – Diagnóstico B do observador 3 sem núcleo metálico X Padrão-Ouro

Sem núcleo metálico		Padrão-Ouro		Total
		Sem fratura	Com fratura	
Observador 3 - B	Sem fratura	12	0	12
	Com fratura	8	20	28
		20	20	40
Sensibilidade			1,00	
Especificidade			0,60	
Acurácia			0,80	

Ainda no campo das análises sem núcleo metálico, o pesquisador 3 apresenta resultados de alta sensibilidade em ambas as análises. Isto indica que ele conseguiu, nas suas análises, identificar com maior precisão os dentes que possuíam fratura.

No teste de concordância das suas duas análises, a medida Kappa obtida pode ser classificada como moderada. No entanto, segundo o mesmo teste ela é significativa ($p\text{-valor} < 0,05$).

Tabela 5.9 – Teste de concordância intra-observador para o observador 3 sem núcleo metálico

Sem núcleo metálico		Observador 3 - B		Total
		Sem fratura	Com fratura	
Observador 3 - A	Sem fratura	12	9	21
	Com fratura	0	19	19
	Total	12	28	40
Medida Kappa		0,559	P-valor	0,000

Resultados para os Diagnósticos Realizados com Núcleo Metálico

Observador 1

Tabela 5.10 – Diagnóstico A do observador 1 com núcleo metálico X Padrão-Ouro

Com núcleo metálico		Padrão-Ouro		Total
		Sem fratura	Com fratura	
Observador 1 - A	Sem fratura	12	7	19
	Com fratura	8	13	21
	Total	20	20	40
Sensibilidade			0,65	
Especificidade			0,60	
Acurácia			0,63	

Tabela 5.11 – Diagnóstico B do observador 1 com núcleo metálico X Padrão-Ouro

Com núcleo metálico		Padrão-Ouro		Total
		Sem fratura	Com fratura	
Observador 1 - B	Sem fratura	8	6	14
	Com fratura	12	14	26
	Total	20	20	40
Sensibilidade			0,70	
Especificidade			0,40	
Acurácia			0,55	

Os resultados obtidos pelo observador 1 em suas análises com núcleo metálico são menos preciso que os resultados realizados por ele sem o núcleo metálico.

A concordância dos diagnósticos do observador 1 para as análises com núcleo metálico permaneceu nula como na análise sem núcleo metálico ($p\text{-valor} > 0,05$).

Tabela 5.12 – Teste de concordância intra-observador para o observador 1 com núcleo metálico

Com núcleo metálico		Observador 1 - B		Total
		Sem fratura	Com fratura	
Observador 1 - A	Sem fratura	7	12	19
	Com fratura	7	14	21
	Total	14	26	40
Medida Kappa		0,036	P-valor	0,816

Observador 2

Tabela 5.13 – Diagnóstico A do observador 2 com núcleo metálico X Padrão-Ouro

Com núcleo metálico		Padrão-Ouro		Total
		Sem fratura	Com fratura	
Observador 2 - A	Sem fratura	9	7	16
	Com fratura	11	13	24
	Total	20	20	40
Sensibilidade		0,65		
Especificidade		0,45		
Acurácia		0,55		

Tabela 5.14 – Diagnóstico B do observador 2 com núcleo metálico X Padrão-Ouro

Com núcleo metálico		Padrão-Ouro		Total
		Sem fratura	Com fratura	
Observador 2 - B	Sem fratura	13	5	18
	Com fratura	7	15	22
	Total	20	20	40
Sensibilidade		0,75		
Especificidade		0,65		
Acurácia		0,70		

Embora não seja muito grande a diferença dos resultados dos diagnósticos realizados com núcleos metálicos para os que foram realizados sem núcleo metálico

pelo observador 2, ela existe, com os resultados sem núcleo metálico revelando-se mais precisos. Assim como a medida Kappa das análises com núcleo metálico é menor que a dos outros diagnósticos. No entanto ela também é significativa (p -valor $< 0,05$).

Tabela 5.15 – Teste de concordância intra-observador para o observador 2 com núcleo metálico

Com núcleo metálico		Observador 2 - B		Total
		Sem fratura	Com fratura	
Observador 2 - A	Sem fratura	11	5	16
	Com fratura	7	17	24
	Total	18	22	40
Medida Kappa		0,388	P-valor	0,014

Observador 3

Tabela 5.16 – Diagnóstico A do observador 3 com núcleo metálico X Padrão-Ouro

Com núcleo metálico		Padrão-Ouro		Total
		Sem fratura	Com fratura	
Observador 3 - A	Sem fratura	17	12	29
	Com fratura	3	8	11
	Total	20	20	40
Sensibilidade			0,40	
Especificidade			0,85	
Acurácia			0,63	

Tabela 5.17 – Diagnóstico B do observador 3 com núcleo metálico X Padrão-Ouro

Com núcleo metálico		Padrão-Ouro		Total
		Sem fratura	Com fratura	
Observador 3 - B	Sem fratura	12	9	21
	Com fratura	8	11	19
	Total	20	20	40
Sensibilidade			0,55	
Especificidade			0,60	
Acurácia			0,58	

O observador 3 obteve concordância quase moderada (fraca), no entanto ela foi significativa (p -valor $< 0,05$).

Tabela 5.18 – Teste de concordância intra-observador para o observador 3 com núcleo metálico

Com núcleo metálico		Observador 3 - B		Total
		Sem fratura	Com fratura	
Observador 3 - A	Sem fratura	19	10	29
	Com fratura	2	9	11
	Total	21	19	40
Medida Kappa		0,386	P-valor	0,007

Resultados dos testes de concordância Inter-Observadores das amostras do aparelho Pax Uni 3D.

RESULTADOS SEM NÚCLEO METÁLICO

Tabela 5.19 – Teste de concordância entre os observadores 1 e 2, na primeira análise sem núcleo metálico

Sem núcleo metálico		Observador 2 - A		Total
		Sem fratura	Com fratura	
Observador 1 - A	Sem fratura	19	2	21
	Com fratura	7	12	19
	Total	26	14	40
Medida Kappa		0,543	P-valor	0,000

Há uma concordância moderada, e significativa, entre o observador 1 e o observador 2 em suas primeiras análises sem núcleo metálico.

Tabela 5.20 – Teste de concordância entre os observadores 1 e 3, na primeira análise sem núcleo metálico

Sem núcleo metálico		Observador 3 - A		Total
		Sem fratura	Com fratura	
Observador 1 - A	Sem fratura	17	4	21
	Com fratura	4	15	19
	Total	21	19	40
Medida Kappa		0,599	P-valor	0,000

A concordância entre o observador 1 e o observador 3 também é classificada como moderada e, assim como entre o 1 e o 2, foi significativa (p-valor < 0,05).

Tabela 5.21 – Teste de concordância entre os observadores 2 e 3, na primeira análise sem núcleo metálico

Sem núcleo metálico		Observador 3 - A		Total
		Sem fratura	Com fratura	
Observador 2 - A	Sem fratura	20	6	26
	Com fratura	1	13	14
	Total	21	19	40
Medida Kappa		0,645	P-valor	0,000

Os observadores 2 e 3 obtiveram índice de Kappa classificado como relevante ou forte (0,645 ou 64,5%), e, como o esperado essa concordância é significativa (p-valor < 0,05).

Tabela 5.22 – Teste de concordância entre os observadores 1 e 2, na segunda análise sem núcleo metálico

Sem núcleo metálico		Observador 2 - B		Total
		Sem fratura	Com fratura	
Observador 1 - B	Sem fratura	13	1	14
	Com fratura	16	10	26
	Total	29	11	40
Medida Kappa		0,251	P-valor	0,034

Analisando a concordância inter-observador para a segunda análise realizada por eles, obteve-se que, entre os observadores 1 e 2, embora o valor Kappa esteja classificado como concordância fraca, ela existe.

Tabela 5.23 – Teste de concordância entre os observadores 1 e 3, na segunda análise sem núcleo metálico

Sem núcleo metálico		Observador 3 - B		Total
		Sem fratura	Com fratura	
Observador 1 - B	Sem fratura	9	5	14
	Com fratura	3	23	26
	Total	12	28	40
Medida Kappa		0,545	P-valor	0,001

Já a concordância entre os observadores 1 e 3 pode ser classificada como moderada e também é significativa.

Tabela 5.24 – Teste de concordância entre os observadores 2 e 3, na segunda análise sem núcleo metálico

Sem núcleo metálico		Observador 3 - B		Total
		Sem fratura	Com fratura	
Observador 2 - B	Sem fratura	12	17	29
	Com fratura	0	11	11
	Total	12	28	40
Medida Kappa		0,280	P-valor	0,011

O mesmo que ocorreu entre os observadores 1 e 2, ocorre entre os observadores 2 e 3, isto é, a medida Kappa é classificada como fraca, no entanto o teste de concordância foi significativo, indicando que, mesmo sendo fraca, ela não é nula.

Resultados com Núcleo Metálico

Passando para os testes de concordância, nas primeiras análises sem núcleo metálico dos observadores 1 e 2, há uma concordância moderada, e significativa entre eles. O mesmo ocorre entre os observadores 1 e 3. No entanto, entre os observadores 2 e 3, essa concordância é fraca e não significativa ($p\text{-valor} > 0,05$).

Tabela 5.25 – Teste de concordância entre os observadores 1 e 2, na primeira análise com núcleo metálico

Com núcleo metálico		Observador 2 - A		Total
		Sem fratura	Com fratura	
Observador 1 - A	Sem fratura	12	7	19
	Com fratura	4	17	21
	Total	16	24	40
Medida Kappa		0,444	P-valor	0,004

Tabela 5.26 – Teste de concordância entre os observadores 1 e 3, na primeira análise com núcleo metálico

Com núcleo metálico		Observador 3 - A		Total
		Sem fratura	Com fratura	
Observador 1 - A	Sem fratura	18	1	19
	Com fratura	11	10	21
	Total	29	11	40
Medida Kappa		0,413	P-valor	0,003

Tabela 5.27 – Teste de concordância entre os observadores 2 e 3, na primeira análise com núcleo metálico

Com núcleo metálico		Observador 3 - A		Total
		Sem fratura	Com fratura	
Observador 2 - A	Sem fratura	14	2	16
	Com fratura	15	9	24
	Total	29	11	40
Medida Kappa		0,220	P-valor	0,083

Nas segundas análises feitas pelos observadores, com núcleo metálico, os índices de concordância do observador 1 foram classificados como fracos e não significativos tanto quando comparado com o observador 2, como quando a comparação foi realizada com o observador 3. No entanto, entre os observadores 2 e 3, a concordância pode ser relatada como moderada e significativa.

Tabela 5.28 – Teste de concordância entre os observadores 1 e 2, na segunda análise com núcleo metálico

Com núcleo metálico		Observador 2 - B		Total
		Sem fratura	Com fratura	
Observador 1 - B	Sem fratura	8	6	14
	Com fratura	10	16	26
	Total	18	22	40
Medida Kappa		0,175	P-valor	0,257

Tabela 5.29 – Teste de concordância entre os observadores 1 e 3, na segunda análise com núcleo metálico

Com núcleo metálico		Observador 3 - B		Total
		Sem fratura	Com fratura	
Observador 1 - B	Sem fratura	8	6	14
	Com fratura	13	13	26
	Total	21	19	40
Medida Kappa		0,064	P-valor	0,666

Tabela 5.30 – Teste de concordância entre os observadores 2 e 3, na segunda análise com núcleo metálico

Com núcleo metálico		Observador 3 - B		Total
		Sem fratura	Com fratura	
Observador 2 - B	Sem fratura	14	4	18
	Com fratura	7	15	22
	Total	21	19	40
Medida Kappa		0,453	P-valor	0,004

Tabela 5.1 – Acurácia encontrada nas amostras observadas no PaX Uni 3D (pequeno volume).

Tabela 5.31 – Tabela consolidada: Número de diagnósticos verdadeiros (V) e falsos (F) em cada grupo observado em amostras sem e com núcleos metálicos

Grupos de amostras	Observadores						Total	
	#1		#2		#3			
	V	F	V	F	V	F	V	F
G1	27	13	39	1	30	10	96	24
G2	32	8	24	16	37	3	93	27
G3	20	20	22	18	29	11	71	49
G4	27	13	28	12	19	21	74	46

Tabela 5.32 - Coeficientes de sensibilidade e especificidade e taxas de acurácia calculadas para concordância intra-observadores

	G1 e G2							G3 e G4						
	Sens		Esp		Acc (%)		Con	Sens		Esp		Acc (%)		Con
Obs	1 ^a .	2 ^a .	1 ^a .	2 ^a .	1 ^a .	2 ^a .		1 ^a .	2 ^a .	1 ^a .	2 ^a .	1 ^a .	2 ^a .	
1	0.70	0.90	0.60	0.75	73	75	0.640	0.65	0.70	0.60	0.40	63	55	0.360
2	0.65	0.55	0.95	1.00	80	78	0.827	0.65	0.75	0.45	0.65	55	70	0.388
3	0.85	1.00	0.90	0.60	88	8	0.559	0.40	0.55	0.85	0.60	63	58	0.386

Abreviaturas:

(G1) amostras sem núcleo metálico e fratura horizontal.

(G2) amostras sem núcleo metálico e com fratura horizontal.

(G3) amostras com núcleo metálico e fratura horizontal.

(G4) amostras com núcleo metálico e fratura horizontal.

Acc: acurácia

Con: concordância

Obs: observadores

Sens: sensibilidade

Esp: especificidade.

Resultados Picasso Master

Para fins de testar a identificação da presença de fratura e sua correta localização foi criada a variável **Diagnóstico** que assume:

a) Para os dados em que o padrão-ouro não apresenta fratura

Assume o diagnóstico que o observador fez em relação ao dente, tal e qual.

b) Para os dados em que o padrão-ouro apresenta fratura

Valor 1:

- quando a fratura é identificada como presente e sua localização é corretamente diagnosticada;

Valor 0:

- quando a fratura é identificada como ausente;

- quando a fratura é identificada como presente mas o diagnóstico de localização está errado (equiparando assim a localização incorreta ao erro na identificação da presença de fratura)

Essa metodologia de tratamento para a nova variável foi adotada tendo por finalidade conseguir realizar os testes estatísticos necessários para identificar concordância intra e inter-observador, bem como para calcular a Acurácia, sensibilidade e especificidade.

Assim sendo, quando a localização da fratura é diagnosticada erroneamente, é como se o observador tivesse errado na detecção da existência de fratura, mesmo que a tenha acertado.

Inicialmente, é feita uma estatística descritiva da quantidade de fraturas que é identificada como existente corretamente e a localização classificada erroneamente.

RMP

Tabela 5.33 – Quantidade de diagnósticos de localização errados pelos observadores

RMP	Sem Núcleo	Com Núcleo
Obs1a	0	2
Obs1b	0	0
Obs2a	4	5
Obs2b	0	0

Observador 1

Tabela 5.34 – Diagnóstico A do observador 1 X Padrão-Ouro

Núcleo			Padrão-Ouro		Total
			Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Núcleo	diag1a	Sem Fratura	16	16	32
		Com Fratura	4	4	8
	Total		20	20	40
Com Núcleo	diag1a	Sem Fratura	10	8	18
		Com Fratura	10	12	22
	Total		20	20	40
Sem Núcleo	Sensibilidade			0,20	
	Especificidade			0,80	
	Acurácia			0,50	
Com Núcleo	Sensibilidade			0,60	
	Especificidade			0,50	
	Acurácia			0,55	

Tabela 5.35 – Diagnóstico B do observador 1 X Padrão-Ouro

Núcleo			Padrão-Ouro		Total
			Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Núcleo	diag1b	Sem Fratura	19	12	31
		Com Fratura	1	8	9
	Total		20	20	40
Com Núcleo	diag1b	Sem Fratura	18	5	23
		Com Fratura	2	15	17
	Total		20	20	40
Sem Núcleo				Sensibilidade	0,40
				Especificidade	0,95
				Acurácia	0,68
Com Núcleo				Sensibilidade	0,75
				Especificidade	0,90
				Acurácia	0,83

Tabela 5.36 – Teste de concordância intra-observador para o observador 1

Núcleo			diag1b		Total
			Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Núcleo	diag1a	Sem Fratura	26	6	32
		Com Fratura	5	3	8
	Total		31	9	40
Com Núcleo	diag1a	Sem Fratura	13	5	18
		Com Fratura	10	12	22
	Total		23	17	40
Sem Núcleo	Medida Kappa		0,179	P-valor	0,256
Com Núcleo	Medida Kappa		0,261	P-valor	0,088

Observador 2

Tabela 5.37 – Diagnóstico A do observador 2 X Padrão-Ouro

Núcleo			Padrão-Ouro		Total
			Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Núcleo	diag2a	Sem Fratura	4	11	15
		Com Fratura	16	8	24
	Total		20	19	39
Com Núcleo	diag2a	Sem Fratura	8	11	19
		Com Fratura	12	9	21
	Total		20	20	40
Sem Núcleo	Sensibilidade			0,42	
	Especificidade			0,20	
	Acurácia			0,31	
Com Núcleo	Sensibilidade			0,45	
	Especificidade			0,40	
	Acurácia			0,43	

Tabela 5.38 – Diagnóstico B do observador 2 X Padrão-Ouro

Núcleo			Padrão-Ouro		Total
			Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Núcleo	diag2b	Sem Fratura	5	12	17
		Com Fratura	15	8	23
	Total		20	20	40
Com Núcleo	diag2b	Sem Fratura	7	12	19
		Com Fratura	13	8	21
	Total		20	20	40
Sem Núcleo	Sensibilidade			0,40	
	Especificidade			0,25	
	Acurácia			0,33	
Com Núcleo	Sensibilidade			0,40	
	Especificidade			0,35	
	Acurácia			0,38	

Tabela 5.39 – Teste de concordância intra-observador para o observador 2

Núcleo			diag2b		Total
			Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Núcleo	diag2a	Sem Fratura	9	6	15
		Com Fratura	7	17	24
	Total		16	23	39
Com Núcleo	diag2a	Sem Fratura	13	6	19
		Com Fratura	6	15	21
	Total		19	21	40
Sem Núcleo	Medida Kappa		0,305	P-valor	0,057
Com Núcleo	Medida Kappa		0,398	P-valor	0,012

Resultados Inter-Observador

Tabela 5.40 – Teste de concordância entre os observadores 1 e 2, na primeira análise

Núcleo			diag2a		Total
			Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Núcleo	diag1a	Sem Fratura	12	19	31
		Com Fratura	3	5	8
	Total		15	24	39
Com Núcleo	diag1a	Sem Fratura	8	10	18
		Com Fratura	11	11	22
	Total		19	21	40
Sem Núcleo	Medida Kappa		0,007	P-valor	0,950
Com Núcleo	Medida Kappa		-0,055	P-valor	0,726

Tabela 5.41 – Teste de concordância entre os observadores 1 e 2, na segunda análise

Núcleo			diag2b		Total
			Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Núcleo	diag1b	Sem Fratura	15	16	31
		Com Fratura	2	7	9
	Total		17	23	40
Com Núcleo	diag1b	Sem Fratura	8	15	23
		Com Fratura	11	6	17
	Total		19	21	40
Sem Núcleo	Medida Kappa		0,169	P-valor	0,162
Com Núcleo	Medida Kappa		-0,290	P-valor	0,061

Parassagital + Circunferencial

Tabela 5.42 – Quantidade de diagnósticos de localização errados pelos observadores

P+C	Sem Núcleo	Com Núcleo
Obs1a	0	1
Obs1b	0	0
Obs2a	2	1
Obs2b	2	1

Observador 1

Tabela 5.43 – Diagnóstico A do observador 1 X Padrão-Ouro

Núcleo			Padrão-Ouro		Total
			Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Núcleo	diag1a	Sem Fratura	18	13	31
		Com Fratura	2	7	9
	Total		20	20	40
Com Núcleo	diag1a	Sem Fratura	12	7	19
		Com Fratura	8	13	21
	Total		20	20	40
Sem Núcleo	Sensibilidade			0,35	
	Especificidade			0,90	
	Acurácia			0,63	
Com Núcleo	Sensibilidade			0,65	
	Especificidade			0,60	
	Acurácia			0,63	

Tabela 5.44 – Diagnóstico B do observador 1 X Padrão-Ouro

Núcleo			Padrão-Ouro		Total
			Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Núcleo	diag1b	Sem Fratura	17	10	27
		Com Fratura	3	10	13
	Total		20	20	40
Com Núcleo	diag1b	Sem Fratura	12	5	17
		Com Fratura	8	15	23
	Total		20	20	40
Sem Núcleo	Sensibilidade		0,50		
	Especificidade		0,85		
	Acurácia		0,68		
Com Núcleo	Sensibilidade		0,75		
	Especificidade		0,60		
	Acurácia		0,68		

Tabela 5.45 – Teste de concordância intra-observador para o observador 1

Núcleo			diag1b		Total
			Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Núcleo	diag1a	Sem Fratura	21	10	31
		Com Fratura	6	3	9
	Total		27	13	40
Com Núcleo	diag1a	Sem Fratura	10	9	19
		Com Fratura	7	14	21
	Total		17	23	40
Sem Núcleo	Medida Kappa		0,009	P-valor	0,952
Com Núcleo	Medida Kappa		0,194	P-valor	0,218

Observador 2

Tabela 5.46 – Diagnóstico A do observador 2 X Padrão-Ouro

Núcleo			Padrão-Ouro		Total
			Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Núcleo	diag2a	Sem Fratura	8	9	17
		Com Fratura	12	11	23
	Total			20	20
Com Núcleo	diag2a	Sem Fratura	13	12	25
		Com Fratura	7	8	15
	Total			20	20
Sem Núcleo	Sensibilidade			0,55	
	Especificidade			0,40	
	Acurácia			0,48	
Com Núcleo	Sensibilidade			0,40	
	Especificidade			0,65	
	Acurácia			0,53	

Tabela 5.47 – Diagnóstico B do observador 2 X Padrão-Ouro

Núcleo			Padrão-Ouro		Total
			Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Núcleo	diag2b	Sem Fratura	8	6	14
		Com Fratura	12	14	26
	Total		20	20	40
Com Núcleo	diag2b	Sem Fratura	17	11	28
		Com Fratura	3	9	12
	Total		20	20	40
Sem Núcleo	Sensibilidade			0,70	
	Especificidade			0,40	
	Acurácia			0,55	
Com Núcleo	Sensibilidade			0,45	
	Especificidade			0,85	
	Acurácia			0,65	

Tabela 5.48 – Teste de concordância intra-observador para o observador 2

Núcleo			diag2b		Total
			Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Núcleo	diag2a	Sem Fratura	10	7	17
		Com Fratura	4	19	23
	Total		14	26	40
Com Núcleo	diag2a	Sem Fratura	18	7	25
		Com Fratura	10	5	15
	Total		28	12	40
Sem Núcleo	Medida Kappa		0,424	P-valor	0,007
Com Núcleo	Medida Kappa		0,056	P-valor	0,722

Resultados Inter-Observador

Tabela 5.49 – Teste de concordância entre os observadores 1 e 2, na primeira análise

Núcleo			diag2a		Total
			Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Núcleo	diag1a	Sem Fratura	13	18	31
		Com Fratura	4	5	9
	Total		17	23	40
Com Núcleo	diag1a	Sem Fratura	11	8	19
		Com Fratura	14	7	21
	Total		25	15	40
Sem Núcleo	Medida Kappa		-0,016	P-valor	0,893
Com Núcleo	Medida Kappa		-0,086	P-valor	0,567

Tabela 5.50 – Teste de concordância entre os observadores 1 e 2, na segunda análise

Núcleo			diag2b		Total
			Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Núcleo	diag1b	Sem Fratura	10	17	27
		Com Fratura	4	9	13
	Total		14	26	40
Com Núcleo	diag1b	Sem Fratura	14	3	17
		Com Fratura	14	9	23
	Total		28	12	40
Sem Núcleo	Medida Kappa		0,050	P-valor	0,697
Com Núcleo	Medida Kappa		0,198	P-valor	0,143

Reconstruções Multiplanares + Parasagittais + Circunferenciais

Tabela 5.51 – Quantidade de diagnósticos de localização errados pelos observadores

RMP+P+C	Sem Núcleo	Com Núcleo
Obs1a	0	0
Obs1b	0	1
Obs2a	2	2
Obs2b	0	1

Observador 1

Tabela 5.52 – Diagnóstico A do observador 1 X Padrão-Ouro

Núcleo			Padrão-Ouro		Total
			Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Núcleo	diag1a	Sem Fratura	19	7	26
		Com Fratura	1	13	14
	Total		20	20	40
Com Núcleo	diag1a	Sem Fratura	12	5	17
		Com Fratura	8	15	23
	Total		20	20	40
Sem Núcleo	Sensibilidade			0,65	
	Especificidade			0,95	
	Acurácia			0,80	
Com Núcleo	Sensibilidade			0,75	
	Especificidade			0,60	
	Acurácia			0,68	

Tabela 5.53 – Diagnóstico B do observador 1 X Padrão-Ouro

Núcleo			Padrão-Ouro		Total
			Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Núcleo	diag1b	Sem Fratura	12	10	22
		Com Fratura	8	10	18
	Total	20	20	40	
Com Núcleo	diag1b	Sem Fratura	15	3	18
		Com Fratura	5	17	22
	Total	20	20	40	
Sem Núcleo	Sensibilidade			0,50	
	Especificidade			0,60	
	Acurácia			0,55	
Com Núcleo	Sensibilidade			0,85	
	Especificidade			0,75	
	Acurácia			0,80	

Tabela 5.54 – Teste de concordância intra-observador para o observador 1

Núcleo			diag1b		Total
			Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Núcleo	diag1a	Sem Fratura	17	9	26
		Com Fratura	5	9	14
	Total		22	18	40
Com Núcleo	diag1a	Sem Fratura	10	7	17
		Com Fratura	8	15	23
	Total		18	22	40
Sem Núcleo	Medida Kappa		0,278	P-valor	0,072
Com Núcleo	Medida Kappa		0,239	P-valor	0,131

Observador 2

Tabela 5.55 – Diagnóstico A do observador 2 X Padrão-Ouro

Núcleo			Padrão-Ouro		Total
			Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Núcleo	diag2a	Sem Fratura	12	13	25
		Com Fratura	8	7	15
	Total		20	20	40
Com Núcleo	diag2a	Sem Fratura	11	11	22
		Com Fratura	9	9	18
	Total		20	20	40
Sem Núcleo	Sensibilidade		0,35		
	Especificidade		0,60		
	Acurácia		0,48		
Com Núcleo	Sensibilidade		0,45		
	Especificidade		0,55		
	Acurácia		0,50		

Tabela 5.56 – Diagnóstico B do observador 2 X Padrão-Ouro

Núcleo			Padrão-Ouro		Total
			Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Núcleo	diag2b	Sem Fratura	8	1	9
		Com Fratura	12	19	31
	Total		20	20	40
Com Núcleo	diag2b	Sem Fratura	13	10	23
		Com Fratura	7	10	17
	Total		20	20	40
Sem Núcleo	Sensibilidade			0,95	
	Especificidade			0,40	
	Acurácia			0,68	
Com Núcleo	Sensibilidade			0,50	
	Especificidade			0,65	
	Acurácia			0,58	

Tabela 5.57 – Teste de concordância intra-observador para o observador 2

Núcleo			diag2b		Total
			Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Núcleo	diag2a	Sem Fratura	8	17	25
		Com Fratura	1	14	15
	Total		9	31	40
Com Núcleo	diag2a	Sem Fratura	14	8	22
		Com Fratura	9	9	18
	Total		23	17	40
Sem Núcleo	Medida Kappa		0,209	P-valor	0,063
Com Núcleo	Medida Kappa		0,137	P-valor	0,385

Resultados Inter-Observador

Tabela 5.58 – Teste de concordância entre os observadores 1 e 2, na primeira análise

Núcleo		diag2a		Total	
		Sem Fratura	Com Fratura		
Sem Núcleo	diag1a	Sem Fratura	16	10	26
		Com Fratura	9	5	14
	Total	25	15	40	
Com Núcleo	diag1a	Sem Fratura	9	8	17
		Com Fratura	13	10	23
	Total	22	18	40	
Sem Núcleo	Medida Kappa	-0,027	P-valor	0,864	
Com Núcleo	Medida Kappa	-0,034	P-valor	0,822	

Tabela 5.59 – Teste de concordância entre os observadores 1 e 2, na segunda análise

Núcleo		diag2b		Total	
		Sem Fratura	Com Fratura		
Sem Núcleo	diag1b	Sem Fratura	7	15	22
		Com Fratura	2	16	18
	Total	9	31	40	
Com Núcleo	diag1b	Sem Fratura	12	6	18
		Com Fratura	11	11	22
	Total	23	17	40	
Sem Núcleo	Medida Kappa	0,194	P-valor	0,119	
Com Núcleo	Medida Kappa	0,163	P-valor	0,289	

Resultados RMP

Resultados para os Diagnósticos Realizados sem Núcleo

Observador 1

Tabela 5.60 – Diagnóstico A do observador 1 sem núcleo X Padrão-Ouro

Sem Núcleo		Padrão-Ouro		Total
		Sem Fratura	Com Fratura	
ob1a	Sem Fratura	16	16	32
	Com Fratura	4	4	8
	Total	20	20	40
Sensibilidade		0,20		
Especificidade		0,80		
Acurácia		0,50		

Tabela 5.61 – Diagnóstico B do observador 1 sem núcleo X Padrão-Ouro

Sem Núcleo	Padrão-Ouro		Total
	Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Fratura	19	12	31
ob1b Com Fratura	1	8	9
Total	20	20	40
Sensibilidade	0,40		
Especificidade	0,95		
Acurácia	0,68		

Tabela 5.62 – Teste de concordância intra-observador para o observador 1 sem núcleo metálico

Sem Núcleo	ob1b		Total
	Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Fratura	26	6	32
ob1a Com Fratura	5	3	8
Total	31	9	40
Medida Kappa	0,179	P-valor	0,256

Observador 2

Tabela 5.63 – Diagnóstico A do observador 2 sem núcleo X Padrão-Ouro

Sem Núcleo	Padrão-Ouro		Total
	Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Fratura	4	7	11
ob2a Com Fratura	16	12	28
Total	20	19	39
Sensibilidade	0,63		
Especificidade	0,20		
Acurácia	0,41		

Tabela 5.64 – Diagnóstico B do observador 2 sem núcleo X Padrão-Ouro

Sem Núcleo	Padrão-Ouro		Total
	Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Fratura	5	12	17
ob2b Com Fratura	15	8	23
Total	20	20	40
Sensibilidade	0,40		
Especificidade	0,25		
Acurácia	0,33		

Tabela 5.65 – Teste de concordância intra-observador para o observador 2 sem núcleo

	Sem Núcleo	ob2b		Total
		Sem Fratura	Com Fratura	
ob2a	Sem Fratura	7	4	11
	Com Fratura	9	19	28
	Total	16	23	39
Medida Kappa		0,277	P-valor	0,072

Resultados para os Diagnósticos Realizados com Núcleo

Observador 1

Tabela 5.66 – Diagnóstico A do observador 1 com núcleo X Padrão-Ouro

	Com Núcleo	Padrão-Ouro		Total
		Sem Fratura	Com Fratura	
ob1a	Sem Fratura	10	6	16
	Com Fratura	10	14	24
	Total	20	20	40
Sensibilidade		0,70		
Especificidade		0,50		
Acurácia		0,60		

Tabela 5.67 – Diagnóstico B do observador 1 com núcleo X Padrão-Ouro

	Com Núcleo	Padrão-Ouro		Total
		Sem Fratura	Com Fratura	
ob1b	Sem Fratura	18	5	23
	Com Fratura	2	15	17
	Total	20	20	40
Sensibilidade		0,75		
Especificidade		0,90		
Acurácia		0,83		

Tabela 5.68 – Teste de concordância intra-observador para o observador 1 com núcleo

	Com Núcleo	ob1b		Total
		Sem Fratura	Com Fratura	
ob1a	Sem Fratura	13	3	16
	Com Fratura	10	14	24
	Total	23	17	40
Medida Kappa		0,369	P-valor	0,013

Observador 2

Tabela 5.69 – Diagnóstico A do observador 2 com núcleo X Padrão-Ouro

Com Núcleo	Padrão-Ouro		Total
	Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Fratura	8	6	14
ob2a Com Fratura	12	14	26
Total	20	20	40
Sensibilidade	0,70		
Especificidade	0,40		
Acurácia	0,55		

Tabela 5.70 – Diagnóstico B do observador 2 com núcleo X Padrão-Ouro

Com Núcleo	Padrão-Ouro		Total
	Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Fratura	7	12	19
ob2b Com Fratura	13	8	21
Total	20	20	40
Sensibilidade	0,40		
Especificidade	0,35		
Acurácia	0,38		

Tabela 5.71 – Teste de concordância intra-observador para o observador 2 com núcleo

Com Núcleo	ob2b		Total
	Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Fratura	9	5	14
ob2a Com Fratura	10	16	26
Total	19	21	40
Medida Kappa	0,239	P-valor	0,119

Resultados Inter-Observador

Tabela 5.72 – Teste de concordância entre os observadores 1 e 2, na primeira análise sem núcleo

Sem Núcleo	ob2a		Total
	Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Fratura	9	22	31
ob1a Com Fratura	2	6	8
Total	11	28	39
Medida Kappa	0,021	P-valor	0,821

Tabela 5.73 – Teste de concordância entre os observadores 1 e 2, na segunda análise sem núcleo

Sem Núcleo	ob2b		Total
	Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Fratura	15	16	31
ob1b Com Fratura	2	7	9
Total	17	23	40
Medida Kappa	0,169	P-valor	0,162

Tabela 5.74 – Teste de concordância entre os observadores 1 e 2, na primeira análise com núcleo

Com Núcleo	ob2a		Total
	Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Fratura	6	10	16
ob1a Com Fratura	8	16	24
Total	14	26	40
Medida Kappa	0,043	P-valor	0,787

Tabela 5.75 – Teste de concordância entre os observadores 1 e 2, na segunda análise com núcleo

Com Núcleo	ob2b		Total
	Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Fratura	8	15	23
ob1b Com Fratura	11	6	17
Total	19	21	40
Medida Kappa	-0,290	P-valor	0,061

Resultados Parassagittais + Circunferenciais

Resultados para Os Diagnósticos Realizados Sem Núcleo

Observador 1

Tabela 5.76 – Diagnóstico A do observador 1 sem núcleo X Padrão-Ouro

Sem Núcleo	Padrão-Ouro		Total
	Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Fratura	18	13	31
ob1a Com Fratura	2	7	9
Total	20	20	40
Sensibilidade	0,35		
Especificidade	0,90		
Acurácia	0,63		

Tabela 5.77 – Diagnóstico B do observador 1 sem núcleo X Padrão-Ouro

Sem Núcleo	Padrão-Ouro		Total
	Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Fratura	17	10	27
ob1b Com Fratura	3	10	13
Total	20	20	40
Sensibilidade	0,50		
Especificidade	0,85		
Acurácia	0,68		

Tabela 5.78 – Teste de concordância intra-observador para o observador 1 sem núcleo metálico

Sem Núcleo	ob1b		Total
	Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Fratura	21	10	31
ob1a Com Fratura	6	3	9
Total	27	13	40
Medida Kappa	0,009	P-valor	0,952

Observador 2

Tabela 5.79 – Diagnóstico A do observador 2 sem núcleo X Padrão-Ouro

	Sem Núcleo	Padrão-Ouro		Total
		Sem Fratura	Com Fratura	
ob2a	Sem Fratura	8	7	15
	Com Fratura	12	13	25
	Total	20	20	40
Sensibilidade			0,65	
Especificidade			0,40	
Acurácia			0,53	

Tabela 5.80 – Diagnóstico B do observador 2 sem núcleo X Padrão-Ouro

	Sem Núcleo	Padrão-Ouro		Total
		Sem Fratura	Com Fratura	
ob2b	Sem Fratura	8	4	12
	Com Fratura	12	16	28
	Total	20	20	40
Sensibilidade			0,80	
Especificidade			0,40	
Acurácia			0,60	

Tabela 5.81 – Teste de concordância intra-observador para o observador 2 sem núcleo

	Sem Núcleo	ob2b		Total
		Sem Fratura	Com Fratura	
ob2a	Sem Fratura	9	6	15
	Com Fratura	3	22	25
	Total	12	28	40
Medida Kappa		0,500	P-valor	0,001

Resultados para os Diagnósticos Realizados com Núcleo

Observador 1

Tabela 5.82 – Diagnóstico A do observador 1 com núcleo X Padrão-Ouro

Com Núcleo	Padrão-Ouro		Total
	Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Fratura	12	6	18
ob1a Com Fratura	8	14	22
Total	20	20	40
Sensibilidade	0,70		
Especificidade	0,60		
Acurácia	0,65		

Tabela 5.83 – Diagnóstico B do observador 1 com núcleo X Padrão-Ouro

Com Núcleo	Padrão-Ouro		Total
	Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Fratura	12	5	17
ob1b Com Fratura	8	15	23
Total	20	20	40
Sensibilidade	0,75		
Especificidade	0,60		
Acurácia	0,68		

Tabela 5.84 – Teste de concordância intra-observador para o observador 1 com núcleo

Com Núcleo	ob1b		Total
	Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Fratura	10	8	18
ob1a Com Fratura	7	15	22
Total	17	23	40
Medida Kappa	0,239	P-valor	0,131

Observador 2

Tabela 5.85 – Diagnóstico A do observador 2 com núcleo X Padrão-Ouro

	Com Núcleo	Padrão-Ouro		Total
		Sem Fratura	Com Fratura	
ob2a	Sem Fratura	13	11	24
	Com Fratura	7	9	16
	Total	20	20	40
Sensibilidade			0,45	
Especificidade			0,65	
Acurácia			0,55	

Tabela 5.86 – Diagnóstico B do observador 2 com núcleo X Padrão-Ouro

	Com Núcleo	Padrão-Ouro		Total
		Sem Fratura	Com Fratura	
ob2b	Sem Fratura	17	10	27
	Com Fratura	3	10	13
	Total	20	20	40
Sensibilidade			0,50	
Especificidade			0,85	
Acurácia			0,68	

Tabela 5.87 – Teste de concordância intra-observador para o observador 2 com núcleo

	Com Núcleo	ob2b		Total
		Sem Fratura	Com Fratura	
ob2a	Sem Fratura	17	7	24
	Com Fratura	10	6	16
	Total	27	13	40
Medida Kappa		0,086	P-valor	0,581

Resultados Inter-Observador

Tabela 5.88 – Teste de concordância entre os observadores 1 e 2, na primeira análise sem núcleo

Sem Núcleo		ob2a		Total
		Sem Fratura	Com Fratura	
ob1a	Sem Fratura	12	19	31
	Com Fratura	3	6	9
	Total	15	25	40
Medida Kappa		0,033	P-valor	0,769

Tabela 5.89 – Teste de concordância entre os observadores 1 e 2, na segunda análise sem núcleo

Sem Núcleo		ob2b		Total
		Sem Fratura	Com Fratura	
ob1b	Sem Fratura	9	18	27
	Com Fratura	3	10	13
	Total	12	28	40
Medida Kappa		0,079	P-valor	0,507

Tabela 5.90 – Teste de concordância entre os observadores 1 e 2, na primeira análise com núcleo

Com Núcleo		ob2a		Total
		Sem Fratura	Com Fratura	
ob1a	Sem Fratura	11	7	18
	Com Fratura	13	9	22
	Total	24	16	40
Medida Kappa		0,020	P-valor	0,897

Tabela 5.91 – Teste de concordância entre os observadores 1 e 2, na segunda análise com núcleo

Com Núcleo		ob2b		Total
		Sem Fratura	Com Fratura	
ob1b	Sem Fratura	14	3	17
	Com Fratura	13	10	23
	Total	27	13	40
Medida Kappa		0,240	P-valor	0,085

Resultados Reconstruções Multiplanares + Parassagittais + Circunferenciais

Resultados para os Diagnósticos Realizados sem Núcleo

Observador 1

Tabela 5.92 – Diagnóstico A do observador 1 sem núcleo X Padrão-Ouro

Sem Núcleo	Padrão-Ouro		Total
	Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Fratura	19	7	26
ob1a Com Fratura	1	13	14
Total	20	20	40
Sensibilidade		0,65	
Especificidade		0,95	
Acurácia		0,80	

Tabela 5.93 – Diagnóstico B do observador 1 sem núcleo X Padrão-Ouro

Sem Núcleo	Padrão-Ouro		Total
	Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Fratura	12	10	22
ob1b Com Fratura	8	10	18
Total	20	20	40
Sensibilidade		0,50	
Especificidade		0,60	
Acurácia		0,55	

Tabela 5.94 – Teste de concordância intra-observador para o observador 1 sem núcleo metálico

Sem Núcleo	ob1b		Total
	Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Fratura	17	9	26
ob1a Com Fratura	5	9	14
Total	22	18	40
Medida Kappa	0,278	P-valor	0,072

Observador 2

Tabela 5.95 – Diagnóstico A do observador 2 sem núcleo X Padrão-Ouro

Sem Núcleo	Padrão-Ouro		Total
	Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Fratura	12	11	23
ob2a Com Fratura	8	9	17
Total	20	20	40
Sensibilidade	0,45		
Especificidade	0,60		
Acurácia	0,53		

Tabela 5.96 – Diagnóstico B do observador 2 sem núcleo X Padrão-Ouro

Sem Núcleo	Padrão-Ouro		Total
	Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Fratura	8	1	9
ob2b Com Fratura	12	19	31
Total	20	20	40
Sensibilidade	0,95		
Especificidade	0,40		
Acurácia	0,68		

Tabela 5.97 – Teste de concordância intra-observador para o observador 2 sem núcleo

Sem Núcleo	ob2b		Total
	Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Fratura	8	15	23
ob2a Com Fratura	1	16	17
Total	9	31	40
Medida Kappa	0,261	P-valor	0,030

Resultados para os Diagnósticos Realizados com Núcleo

Observador 1

Tabela 5.98 – Diagnóstico A do observador 1 com núcleo X Padrão-Ouro

Com Núcleo	Padrão-Ouro		Total
	Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Fratura	12	5	17
ob1a Com Fratura	8	15	23
Total	20	20	40
Sensibilidade		0,75	
Especificidade		0,60	
Acurácia		0,68	

Tabela 5.99 – Diagnóstico B do observador 1 com núcleo X Padrão-Ouro

Com Núcleo	Padrão-Ouro		Total
	Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Fratura	15	2	17
ob1b Com Fratura	5	18	23
Total	20	20	40
Sensibilidade		0,90	
Especificidade		0,75	
Acurácia		0,83	

Tabela 5.100 – Teste de concordância intra-observador para o observador 1 com núcleo

Com Núcleo	ob1b		Total
	Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Fratura	10	7	17
ob1a Com Fratura	7	16	23
Total	17	23	40
Medida Kappa	0,284	P-valor	0,073

Observador 2

Tabela 5.101 – Diagnóstico A do observador 2 com núcleo X Padrão-Ouro

Com Núcleo	Padrão-Ouro		Total
	Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Fratura	11	9	20
ob2a Com Fratura	9	11	20
Total	20	20	40
Sensibilidade		0,55	
Especificidade		0,55	
Acurácia		0,55	

Tabela 5.102 – Diagnóstico B do observador 2 com núcleo X Padrão-Ouro

Com Núcleo	Padrão-Ouro		Total
	Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Fratura	13	9	22
ob2b Com Fratura	7	11	18
Total	20	20	40
Sensibilidade		0,55	
Especificidade		0,65	
Acurácia		0,60	

Tabela 5.103 – Teste de concordância intra-observador para o observador 2 com núcleo

Com Núcleo	ob2b		Total
	Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Fratura	13	7	20
ob2a Com Fratura	9	11	20
Total	22	18	40
Medida Kappa	0,200	P-valor	0,204

Resultados Inter-Observador

Tabela 5.104 – Teste de concordância entre os observadores 1 e 2, na primeira análise sem núcleo

Sem Núcleo	ob2a		Total
	Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Fratura	14	12	26
ob1a Com Fratura	9	5	14
Total	23	17	40
Medida Kappa	-0,099	P-valor	0,524

Tabela 5.105 – Teste de concordância entre os observadores 1 e 2, na segunda análise sem núcleo

Sem Núcleo	ob2b		Total
	Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Fratura	7	15	22
ob1b Com Fratura	2	16	18
Total	9	31	40
Medida Kappa	0,194	P-valor	0,119

Tabela 5.106 – Teste de concordância entre os observadores 1 e 2, na primeira análise com núcleo

Com Núcleo	ob2a		Total
	Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Fratura	9	8	17
ob1a Com Fratura	11	12	23
Total	20	20	40
Medida Kappa	0,050	P-valor	0,749

Tabela 5.107 – Teste de concordância entre os observadores 1 e 2, na segunda análise com núcleo

Com Núcleo	ob2b		Total
	Sem Fratura	Com Fratura	
Sem Fratura	12	5	17
ob1b Com Fratura	10	13	23
Total	22	18	40
Medida Kappa	0,261	P-valor	0,088

Tabela 5.1 – Acurácia encontrada nas amostras observadas no Picasso Master (grande volume).

Tabela 5.108 – Tabela consolidada das observações das amostras do Picasso Master

	Observador #1							Observador #2							Observador #1							Observador #2						
	Amostras sem núcleo metálico							Amostras sem núcleo metálico							Amostras com núcleo metálico							Amostras com núcleo metálico						
	Primeira observação			Segunda observação				Primeira observação			Segunda observação				Primeira observação			Segunda observação				Primeira observação			Segunda observação			
	Se	Esp	A(%)	Se	Esp	A(%)	Conc	Se	Esp	A(%)	Se	Esp	A(%)	Conc	Se	Esp	A(%)	Se	Esp	A(%)	Conc	Se	Esp	A(%)	Se	Esp	A(%)	Conc
RMP	0.20	0.80	50	0.40	0.95	68	0.18	0.63	0.20	41	0.40	0.25	33	0.28	0.70	0.50	60	0.75	0.90	83	0.37	0.70	0.40	55	0.40	0.35	38	0.24
P+C	0.35	0.90	63	0.50	0.85	68	0.01	0.65	0.40	53	0.80	0.40	60	0.50	0.70	0.60	65	0.75	0.60	68	0.24	0.45	0.65	55	0.50	0.85	68	0.87
RMP R+P+ C	0.65	0.95	80	0.50	0.60	55	0.28	0.45	0.60	53	0.95	0.40	68	0.26	0.75	0.60	68	0.90	0.75	83	0.28	0.55	0.55	55	0.55	0.65	60	0.20

Coeficientes de sensibilidade e especificidade e taxas de acurácia calculadas para concordância intra-observadores no diagnóstico de fraturas radiculares horizontais nos grupos de amostras sem e com núcleos metálicos.

Abreviaturas: Se: sensibilidade; Esp: especificidade; A: acurácia; Conc.: concordância intra-observador; RMP: reconstrução multiplanar; P: imagens parasagittais; C: imagens circunferenciais.

Tabela 5.109 – Concordância inter-observador (valores Kappa) no diagnóstico de fraturas radiculares horizontais nos grupos sem e com núcleos metálicos.

	Amostras sem núcleo metálico		Amostras com núcleo metálico	
	Primeira observação	Segunda observação	Primeira observação	Segunda observação
RMP	0.02	0.17	0.04	-0,29
P+C	0.03	0.08	0.02	0.24
RMP+P+C	-0,10	0.19	0.05	0.26

Resultados Prexion 3D: Resultados – Padrão-Ouro

Tabela 5.110 - Diagnóstico "a" do observador 1 X Padrão-Ouro no protocolo HI-HI

Protocolo	Núcleo		Padrão-Ouro		Total	
			Sem fratura	Com fratura		
HI-HI	Sem núcleo	OBS1a	Sem fratura	10	2	12
			Com fratura	0	8	8
		Total	10	10	20	
	Com núcleo	OBS1a	Sem fratura	10	2	12
			Com fratura	0	8	8
		Total	10	10	20	
	Sem Núcleo	Sensibilidade		0,80		
		Especificidade		1,00		
		Acurácia		0,90		
	Com Núcleo	Sensibilidade		0,80		
		Especificidade		1,00		
		Acurácia		0,90		
	Sem Núcleo	Medida Kappa	0,800	P-valor	0,000	
	Com Núcleo	Medida Kappa	0,800	P-valor	0,000	

Tabela 5.111 - Diagnóstico "a" do observador 1 X Padrão-Ouro no protocolo HI-STD

Protocolo	Núcleo		Padrão-Ouro		Total	
			Sem fratura	Com fratura		
HI-STD	Sem núcleo	OBS1a	Sem fratura	10	3	13
			Com fratura	0	7	7
		Total		10	10	20
	Com núcleo	OBS1a	Sem fratura	10	4	14
			Com fratura	0	6	6
		Total		10	10	20
	Sem Núcleo	Sensibilidade		0,70		
		Especificidade		1,00		
		Acurácia		0,85		
	Com Núcleo	Sensibilidade		0,60		
		Especificidade		1,00		
		Acurácia		0,80		
	Sem Núcleo	Medida Kappa	0,700	P-valor	0,001	
	Com Núcleo	Medida Kappa	0,600	P-valor	0,003	

Tabela 5.112 - Diagnóstico "b" do observador 1 X Padrão-Ouro no protocolo HI-HI

Protocolo	Núcleo		Padrão-Ouro		Total	
			Sem fratura	Com fratura		
HI-HI	Sem núcleo	OBS1b	Sem fratura	10	3	13
			Com fratura	0	7	7
		Total	10	10	20	
	Com núcleo	OBS1b	Sem fratura	9	4	13
			Com fratura	1	6	7
		Total	10	10	20	
	Sem Núcleo	Sensibilidade		0,70		
		Especificidade		1,00		
		Acurácia		0,85		
	Com Núcleo	Sensibilidade		0,60		
		Especificidade		0,90		
		Acurácia		0,75		
	Sem Núcleo	Medida Kappa	0,700	P-valor	0,001	
	Com Núcleo	Medida Kappa	0,500	P-valor	0,019	

Tabela 5.113 - Diagnóstico "b" do observador 1 X Padrão-Ouro no protocolo HI-STD

Protocolo	Núcleo		Padrão-Ouro		Total	
			Sem fratura	Com fratura		
HI-STD	Sem núcleo	OBS1b	Sem fratura	10	4	14
			Com fratura	0	6	6
		Total	10	10	20	
	Com núcleo	OBS1b	Sem fratura	10	6	16
			Com fratura	0	4	4
		Total	10	10	20	
	Sem Núcleo	Sensibilidade		0,60		
		Especificidade		1,00		
		Acurácia		0,80		
	Com Núcleo	Sensibilidade		0,40		
		Especificidade		1,00		
		Acurácia		0,70		
	Sem Núcleo	Medida Kappa	0,600	P-valor	0,003	
	Com Núcleo	Medida Kappa	0,400	P-valor	0,025	

Tabela 5.114 - Diagnóstico "a" do observador 2 X Padrão-Ouro no protocolo HI-HI

Protocolo	Núcleo		Padrão-Ouro		Total	
			Sem fratura	Com fratura		
HI-HI	Sem núcleo	OBS2a	Sem fratura	10	3	13
			Com fratura	0	7	7
		Total	10	10	20	
	Com núcleo	OBS2a	Sem fratura	10	2	12
			Com fratura	0	8	8
		Total	10	10	20	
	Sem Núcleo	Sensibilidade		0,70		
		Especificidade		1,00		
		Acurácia		0,85		
	Com Núcleo	Sensibilidade		0,80		
		Especificidade		1,00		
		Acurácia		0,90		
	Sem Núcleo	Medida Kappa	0,700	P-valor	0,001	
	Com Núcleo	Medida Kappa	0,800	P-valor	0,000	

Tabela 5.115 - Diagnóstico "a" do observador 2 X Padrão-Ouro no protocolo HI-STD

Protocolo	Núcleo		Padrão-Ouro		Total	
			Sem fratura	Com fratura		
HI-STD	Sem núcleo	OBS2a	Sem fratura	9	3	12
			Com fratura	1	6	7
		Total	10	9	19	
	Com núcleo	OBS2a	Sem fratura	10	4	14
			Com fratura	0	6	6
		Total	10	10	20	
	Sem Núcleo	Sensibilidade		0,67		
		Especificidade		0,90		
		Acurácia		0,79		
	Com Núcleo	Sensibilidade		0,60		
		Especificidade		1,00		
		Acurácia		0,80		
	Sem Núcleo	Medida Kappa	0,573	P-valor	0,011	
	Com Núcleo	Medida Kappa	0,600	P-valor	0,003	

Tabela 5.116 - Diagnóstico "b" do observador 2 X Padrão-Ouro no protocolo HI-HI

Protocolo	Núcleo		Padrão-Ouro		Total	
			Sem fratura	Com fratura		
HI-HI	Sem núcleo	OBS2b	Sem fratura	10	3	13
			Com fratura	0	7	7
		Total	10	10	20	
	Com núcleo	OBS2b	Sem fratura	8	2	10
			Com fratura	2	8	10
		Total	10	10	20	
	Sem Núcleo	Sensibilidade			0,70	
		Especificidade			1,00	
		Acurácia			0,85	
	Com Núcleo	Sensibilidade			0,80	
		Especificidade			0,80	
		Acurácia			0,80	
	Sem Núcleo	Medida Kappa	0,700	P-valor	0,001	
	Com Núcleo	Medida Kappa	0,600	P-valor	0,007	

Tabela 5.117 - Diagnóstico "b" do observador 2 X Padrão-Ouro no protocolo HI-STD

Protocolo	Núcleo		Padrão-Ouro		Total	
			Sem fratura	Com fratura		
HI-STD	Sem núcleo	OBS2b	Sem fratura	9	3	12
			Com fratura	1	7	8
		Total	10	10	20	
	Com núcleo	OBS2b	Sem fratura	9	2	11
			Com fratura	1	8	9
		Total	10	10	20	
	Sem Núcleo	Sensibilidade		0,70		
		Especificidade		0,90		
		Acurácia		0,80		
	Com Núcleo	Sensibilidade		0,80		
		Especificidade		0,90		
		Acurácia		0,85		
	Sem Núcleo	Medida Kappa	0,600	P-valor	0,006	
	Com Núcleo	Medida Kappa	0,700	P-valor	0,002	

Resultados – Intra-Observador

Tabela 5.118 - Diagnóstico "a" do observador 1 X Diagnóstico "b" do observador 1 no protocolo HI-HI

Protocolo	Núcleo		OBS1b		Total
			Sem fratura	Com fratura	
HI-HI	Sem núcleo	OBS1a Sem fratura	12	0	12
		OBS1a Com fratura	1	7	8
		Total	13	7	20
	Com núcleo	OBS1a Sem fratura	11	1	12
		OBS1a Com fratura	2	6	8
		Total	13	7	20
	Sem Núcleo	Medida Kappa	0,894	P-valor	0,000
	Com Núcleo	Medida Kappa	0,681	P-valor	0,002

Tabela 5.119 - Diagnóstico "a" do observador 1 X Diagnóstico "b" do observador 1 no protocolo HI-STD

Protocolo	Núcleo		OBS1b		Total
			Sem fratura	Com fratura	
HI-STD	Sem núcleo	OBS1a Sem fratura	13	0	13
		OBS1a Com fratura	1	6	7
		Total	14	6	20
	Com núcleo	OBS1a Sem fratura	14	0	14
		OBS1a Com fratura	2	4	6
		Total	16	4	20
	Sem Núcleo	Medida Kappa	0,886	P-valor	0,000
	Com Núcleo	Medida Kappa	0,737	P-valor	0,001

Tabela 5.120 - Diagnóstico "a" do observador 2 X Diagnóstico "b" do observador 2 no protocolo HI-HI

			OBS2b		Total	
Protocolo	Núcleo		Sem fratura	Com fratura		
HI-HI	Sem núcleo	OBS2a	Sem fratura	13	0	13
			Com fratura	0	7	7
		Total	13	7	20	
	Com núcleo	OBS2a	Sem fratura	9	3	12
			Com fratura	1	7	8
		Total	10	10	20	
	Sem Núcleo	Medida Kappa	1,000	P-valor	0,000	
	Com Núcleo	Medida Kappa	0,600	P-valor	0,006	

Tabela 5.121 - Diagnóstico "a" do observador 2 X Diagnóstico "b" do observador 2 no protocolo HI-STD

Protocolo	Núcleo		OBS2b		Total	
			Sem fratura	Com fratura		
HI-STD	Sem núcleo	OBS2a	Sem fratura	10	2	12
			Com fratura	2	5	7
		Total	12	7	19	
	Com núcleo	OBS2a	Sem fratura	11	3	14
			Com fratura	0	6	6
		Total	11	9	20	
	Sem Núcleo	Medida Kappa	0,548	P-valor	0,017	
	Com Núcleo	Medida Kappa	0,688	P-valor	0,001	

Resultados – Inter-Observador

Tabela 5.122 - Diagnóstico "a" do observador 1 X Diagnóstico "a" do observador 2 no protocolo HI-HI

Protocolo	Núcleo		OBS2a		Total	
			Sem fratura	Com fratura		
HI-HI	Sem núcleo	OBS1a	Sem fratura	12	0	12
			Com fratura	1	7	8
		Total	13	7	20	
	Com núcleo	OBS1a	Sem fratura	11	1	12
			Com fratura	1	7	8
		Total	12	8	20	
	Sem Núcleo	Medida Kappa	0,894	P-valor	0,000	
	Com Núcleo	Medida Kappa	0,792	P-valor	0,000	

Tabela 5.123 - Diagnóstico "a" do observador 1 X Diagnóstico "a" do observador 2 no protocolo HI-STD

Protocolo	Núcleo		OBS2a		Total	
			Sem fratura	Com fratura		
HI-STD	Sem núcleo	OBS1a	Sem fratura	10	3	13
			Com fratura	2	4	6
		Total		12	7	19
	Com núcleo	OBS1a	Sem fratura	13	1	14
			Com fratura	1	5	6
		Total		14	6	20
	Sem Núcleo	Medida Kappa	0,417	P-valor	0,067	
	Com Núcleo	Medida Kappa	0,762	P-valor	0,001	

Tabela 5.124 Diagnóstico "a" do observador 1 X Diagnóstico "b" do observador 2 no protocolo HI-HI

Protocolo	Núcleo		OBS2b		Total	
			Sem fratura	Com fratura		
HI-HI	Sem núcleo	OBS1a	Sem fratura	12	0	12
			Com fratura	1	7	8
			Total	13	7	20
	Com núcleo	OBS1a	Sem fratura	8	4	12
			Com fratura	2	6	8
			Total	10	10	20
	Sem Núcleo	Medida Kappa	0,894	P-valor	0,000	
	Com Núcleo	Medida Kappa	0,400	P-valor	0,068	

Tabela 5.125 - Diagnóstico "a" do observador 1 X Diagnóstico "b" do observador 2 no protocolo HI-STD

Protocolo	Núcleo		OBS2b		Total	
			Sem fratura	Com fratura		
HI-STD	Sem núcleo	OBS1a	Sem fratura	11	2	13
			Com fratura	1	6	7
		Total	12	8	20	
	Com núcleo	OBS1a	Sem fratura	11	3	14
			Com fratura	0	6	6
		Total	11	9	20	
	Sem Núcleo	Medida Kappa	0,681	P-valor	0,002	
	Com Núcleo	Medida Kappa	0,688	P-valor	0,001	

Tabela 5.126 - Diagnóstico "b" do observador 1 X Diagnóstico "a" do observador 2 no protocolo HI-HI

Protocolo	Núcleo		OBS2a		Total	
			Sem fratura	Com fratura		
HI-HI	Sem núcleo	OBS1b	Sem fratura	12	1	13
			Com fratura	1	6	7
		Total	13	7	20	
	Com núcleo	OBS1b	Sem fratura	11	2	13
			Com fratura	1	6	7
		Total	12	8	20	
	Sem Núcleo	Medida Kappa	0,780	P-valor	0,000	
	Com Núcleo	Medida Kappa	0,681	P-valor	0,002	

Tabela 5.127 - Diagnóstico "b" do observador 1 X Diagnóstico "a" do observador 2 no protocolo HI-STD

Protocolo	Núcleo		OBS2a		Total	
			Sem fratura	Com fratura		
HI-STD	Sem núcleo	OBS1b	Sem fratura	10	4	14
			Com fratura	2	3	5
			Total	12	7	19
	Com núcleo	OBS1b	Sem fratura	14	2	16
			Com fratura	0	4	4
			Total	14	6	20
	Sem Núcleo	Medida Kappa	0,278	P-valor	0,211	
	Com Núcleo	Medida Kappa	0,737	P-valor	0,001	

Tabela 5.128 - Diagnóstico "b" do observador 1 X Diagnóstico "b" do observador 2 no protocolo HI-HI

Protocolo	Núcleo		OBS2b		Total	
			Sem fratura	Com fratura		
HI-HI	Sem núcleo	OBS1b	Sem fratura	12	1	13
			Com fratura	1	6	7
		Total		13	7	20
	Com núcleo	OBS1b	Sem fratura	8	5	13
			Com fratura	2	5	7
		Total		10	10	20
	Sem Núcleo	Medida Kappa	0,780	P-valor	0,000	
	Com Núcleo	Medida Kappa	0,300	P-valor	0,160	

Tabela 5.129 - Diagnóstico "b" do observador 1 X Diagnóstico "b" do observador 2 no protocolo HI-STD

Protocolo	Núcleo		OBS2b		Total	
			Sem fratura	Com fratura		
HI-STD	Sem núcleo	OBS1b	Sem fratura	11	3	14
			Com fratura	1	5	6
			Total	12	8	20
	Com núcleo	OBS1b	Sem fratura	11	5	16
			Com fratura	0	4	4
			Total	11	9	20
	Sem Núcleo	Medida Kappa	0,565	P-valor	0,010	
	Com Núcleo	Medida Kappa	0,468	P-valor	0,013

Tabela 5.3 – Acurácia encontrada nas amostras observadas nos dois protocolos do Prexion 3D (pequeno volume).

Tabela 5.130 - Protocolo Hi-Hi - Coeficientes de sensibilidade, especificidade, acurácia e concordância intra-observador no diagnóstico de fraturas horizontais em amostras com e sem núcleos metálicos.

Observador #1							Observador #2							Observador #1							Observador #2						
Amostras sem núcleo metálico							Amostras sem núcleo metálico							Amostras com núcleo metálico							Amostras com núcleo metálico						
1a. Observação			2a. Observação				1a. Observação			2a. Observação				1a. Observação			2a. Observação				1a. Observação			2a. Observação			
Se	Esp	A%	Se	Esp	A%	Con	Se	Esp	A%	Se	Esp	A%	Con	Se	Esp	A%	Se	Esp	A%	Con	Se	Esp	A%	Se	Esp	A%	Con
0.80	1.0	90	0.70	1.0	85	0.89	0.70	1.0	85	0.70	1.0	85	1.0	0.80	1.0	90	0.60	0.90	75	0.68	0.80	1.0	90	0.80	0.80	80	0.60

Abreviações: Se: sensibilidade; Esp: especificidade; A%: acurácia (em porcentagem); Con: concordância; (HI-HI)

Tabela 5.131 - Protocolo HI - STD - Coeficientes de sensibilidade, especificidade, acurácia e concordância intra-observador no diagnóstico de fraturas horizontais em amostras com e sem núcleos metálicos.

Observador #1							Observador #2							Observador #1							Observador #2						
Amostras sem núcleo metálico							Amostras sem núcleo metálico							Amostras com núcleo metálico							Amostras com núcleo metálico						
1a. Observação			2a. Observação				1a. Observação			2a. Observação				1a. Observação			2a. Observação				1a. Observação			2a. Observação			
Se	Esp	A%	Se	Esp	A%	Con	Se	Esp	A%	Se	Esp	A%	Con	Se	Esp	A%	Se	Esp	A%	Con	Se	Esp	A%	Se	Esp	A%	Con
0.70	1.0	85	0.60	1.0	80	0.89	0.67	1.0	0.79	0.70	0.90	80	0.55	0.60	1.0	80	0.40	1.0	70	0.73	0.60	1.0	80	0.80	0.90	85	0.69

Tabela 5.4 – Resultados globais de acurácia (comparativo entre todos os protocolos utilizados).

6 DISCUSSÃO

Fraturas radiculares sem a separação de fragmentos podem não ser detectadas quando são utilizados métodos radiográficos bidimensionais, porque nestas técnicas radiográficas ocorre sobreposição de estruturas e os artefatos podem simular ou esconder as linhas de fraturas. Por este motivo, em nosso estudo colamos os dois fragmentos em suas posições originais após a indução das fraturas horizontais. Este procedimento simulou a situação logo posterior ao trauma dentário, ou seja, no momento em que a fratura ainda não causou nenhuma alteração na região adjacente ao elemento dentário (ligamento periodontal e periodonto).

Existem diversos parâmetros que podem influenciar na qualidade das imagens obtidas com a TCFC, incluindo: o tamanho do FOV, tamanho do ponto focal, tipo de detector, número de projeções de raios-X, algoritmo de reconstrução de imagens e o tamanho do voxel das imagens reconstruídas.

Esses fatores podem levar a diferenças na resolução das imagens (25) e podem variar entre aparelhos de TCFC e entre diferentes protocolos de um mesmo aparelho. Um entendimento desta tecnologia, incluindo suas propriedades e limitações, é essencial na prevenção de achados radiográficos duvidosos (26).

TCFC de pequeno volume tem a sensibilidade e especificidade para detectar fraturas radiculares, conforme observamos em estudos recentes como os de Hassan et al. e Ikubo et al. (7, 20). Nesta pesquisa, podemos comprovar tal informação, pois encontramos valores de acurácia (73 a 88%), sensibilidade (0,55 a 1) e especificidade (0,60 a 1) satisfatórios nas amostras observadas sem núcleo metálico no PAX Uni 3D.

Altos valores de acurácia foram encontrados nos grupos onde os núcleos metálicos não estavam presentes na observação das amostras do TCFC de pequeno volume. Os valores de acurácia nos grupos G1 e G2 são similares aos encontrados no estudo *in vivo* realizado por Youssefzadeh et al. (27), que analisou 42 dentes fraturados em pacientes através de imagens de TC.

Os valores de acurácia encontrados nas amostras analisadas no TCFC de pequeno volume foram ligeiramente mais baixos do que encontrados nos estudos de

Ozer (28), Kamburoglu et al. (17) e Wenzel et al. (29). Entretanto, a presença do recipiente plástico com água utilizado para simular a atenuação dos tecidos moles nos raios-X, pode ter influenciado nesta análise. Este dispositivo, fora utilizado em pesquisas (22-24) para que esta atenuação dos raios-X simulasse as situações clínicas.

A acurácia verificada no TCFC de pequeno volume foi estatisticamente menor no momento da observação das amostras dos grupos G3 e G4 (variando de 55 a 70%) em relação aos grupos G1 e G2 (73 a 88%). Isto se deve ao fato dos artefatos produzidos pelos núcleos metálicos tornarem difícil a distinção entre o efeito do “beam hardening” e as linhas horizontais de fratura.

Além disso, os valores de concordância intra-observador encontrados nas amostras avaliadas no Pax Uni3D foram consideradas moderadas a relevantes (k: 0,543 a 0,645).

Os TCFC de pequeno volume são reconhecidos por gerar imagens com maior resolução em comparação aos TCFC de grande volume (30). Podemos constatar esta afirmação quando comparamos os valores obtidos nas observações das amostras dos três aparelhos. Os valores de acurácia, sensibilidade e especificidade são significativamente inferiores nas amostras observadas do Picasso Master (FOV grande).

Mesmo nas amostras sem núcleo metálico, os valores de acurácia encontrados na avaliação das amostras do TCFC de grande volume variaram de 33 a 68%, já nas amostras com núcleo metálico estes valores se encontravam entre 38 a 83%.

Bechara et al. (31) realizaram pesquisa de avaliação de fraturas radiculares em amostras de dentes tratados endodonticamente. Estes compararam um TCFC de grande volume, um TCFC de pequeno volume e um sistema de radiografia periapical digital que utiliza placas de fósforo. Os pesquisadores afirmaram que o TCFC de grande volume não aumentou a acurácia no diagnóstico de fraturas radiculares nos dentes tratados endodonticamente, em comparação com um sistema de radiografias periapicais digitais.

De fato, a média dos resultados de sensibilidade encontrados na observação das amostras dos dentes submetidos a TCFC de grande volume nesta pesquisa,

foram mais baixos que os encontrados pela observação das amostras de radiografia periapical digital (sensibilidade de 51%) no estudo de Bechara et al. (31), onde o diagnóstico de fratura horizontal também fora avaliado.

Vale salientar que a concordância intra-observador identificada nas amostras do TCFC de grande volume, em sua maioria pode ser considerada muito fraca (0.01 a 0.28), com a exceção da observação do segundo observador nas amostras com núcleo metálico na observação (parassagital e circunferencial), considerada muito boa 0,87.

A concordância intra-observador encontrada nas amostras sem núcleo metálico variaram de moderada a muito alta. Esta variação pode ser explicada pela dificuldade no diagnóstico de fratura quando não existe separação de fragmentos. Os baixos valores obtidos em concordância inter-observadores (-0,29 a 0,26 - nenhuma concordância a fraca), confirmam a dificuldade da reprodutibilidade dos resultados quando avaliamos as amostras utilizando TCFC de FOV grande.

Já nas amostras avaliadas em FOV pequeno (PaX-Uni3D), a concordância inter-observador entre as amostras sem núcleo metálico analisadas, tiveram em sua maioria relevância, encontrando somente dois resultados considerados fracos. Já entre as amostras, com núcleo metálico, encontramos valores menores de concordância (entre muito fraca a fraca). Isto comprova a interferência dos artefatos produzidos pelo material metálico inserido no interior do conduto radicular das amostras.

Estudos como o de Wenzel et al. (29) e Kamburoglu et al. (32) compararam diferentes voxel utilizados em reconstrução de diferentes aparelhos de TCFC e encontraram melhores resultados quando o voxel de menor tamanho foram utilizados. Entretanto, nesta pesquisa quando um voxel muito pequeno (0,2mm) foi utilizado em um aparelho de FOV grande, imagens com maior ocorrência de ruído foram produzidas, o que prejudicou a análise das imagens pelos observadores (baixa acurácia).

O ruído é considerado um artefato e é um termo que pode ser aplicado a qualquer discrepância sistemática entre as imagens reconstruídas pela TCFC e o verdadeiro coeficiente de atenuação do objeto. O ruído é limitado pelo número de

fótons dentro do voxel. Consequentemente, quanto menor o voxel, menos fótons estarão em seu interior, aumentando o ruído. Nos TCFC de grande volume, como a área irradiada é maior, a proporção entre fótons e voxel será menor do que os TCFC de pequeno volume. Desta maneira, esta variável será ainda mais determinante na ocorrência de ruído dos TCFC de grande volume.

Nesta pesquisa, o ruído se manifestou como imagens “granuladas” que dificultavam a visualização adequada do exame e podem ter causado problemas no momento da observação das imagens, tanto nas amostras com e sem núcleos metálicos. A ocorrência de ruído somado aos artefatos metálicos, podem ter diminuído a confiança dos observadores no momento do diagnóstico, o que justificaria os baixos valores encontrados na concordância intra-observador nas amostras observadas pelo TCFC de grande volume.

Na observação das imagens obtidas com o Picasso Master, encontramos valores de acurácia variando entre 33 e 83% quando somente as reconstruções multiplanares (imagens axiais, sagitais e coronais) foram avaliadas; já quando os observadores avaliaram as amostras utilizando somente as imagens circunferenciais e parassagitais, os valores de acurácia se situaram entre 55 e 68%. Melhores resultados (variação de 55 a 83%) foram obtidos quando os observadores tiveram acesso à todas as imagens ao mesmo tempo. Isto corrobora a recomendação da Associação Americana de Endodontia (AAE) e da Academia Americana de Radiologia Oral e Maxilofacial (AAOMFR) (33) em que estas entidades afirmam que o profissional é responsável pela interpretação de todo o volume do exame.

Em 1977 a International Commission on Radiological Protection (ICRP) introduziu o conceito de “equivalente de dose efetiva” como uma dose média ponderada por fatores de pesos derivados dos riscos de morte para trabalhadores causado por câncer nos órgãos irradiados. Esses fatores são independentes do tipo e da energia da radiação existente ou incidente no corpo. Esta pode ser calculada através da equação: $E = \sum T W_T \cdot H_T$, onde H_T é a dose equivalente média no tecido ou órgão e W_T é o fator de peso do tecido. Ela fornece uma base para estimar a probabilidade do efeito estocástico apenas para dose absorvida muito abaixo do limiar para efeito determinísticos.

Em termos gerais, a TCFC em aparelhos de grande volume expõem os pacientes a maiores doses de radiação quando comparados com TCFC de pequeno volume, devido a maior área de incidência de raios-X. Entretanto, o Prexion 3D representa um exame com maior dose de radiação efetiva comparada aos outros TCFC utilizados neste estudo.

Segundo Ludlow et al. (34), o tomógrafo Prexion 3D apresenta uma dose efetiva de 388 μSv , no protocolo de alta resolução (HI-HI), já no protocolo HI-STD, 189 μSv .

Pauwels et al. (35) realizaram mensurações de doses efetivas de exposição de radiação em 14 diferentes aparelhos de TCFC. Os resultados obtidos variaram entre 19 μSv e 368 μSv , dependendo do FOV selecionado e a posição dos dosímetros termoluminescente (TLDs) instalados nos “*phantoms*”.

Rottke et al. (36) calcularam a dose efetiva em 10 diferentes aparelhos de TCFC, encontrando resultados que variaram entre 17.2 μSv e 396 μSv . O valor médio para os protocolos com baixa exposição foi de 31,6 μSv e 209 μSv para os protocolos de alta exposição.

Em contrapartida, exames realizados com aparelhos que emitem baixa dose de radiação podem gerar imagens com um nível de ruído inapropriado à observação de fraturas radiculares horizontais, pois o ruído pode simular fraturas. Os resultados obtidos nesta pesquisa, corroboram esta afirmação.

Nas amostras do tomógrafo Prexion 3D, encontramos resultados de especificidade, acurácia e sensibilidade mais favoráveis nos protocolos HI-HI do que HI-STD.

Comparando os dois tomógrafos de mesmo FOV PaX - Uni3D e Prexion 3D, encontramos resultados de acurácia na observação das amostras mais favoráveis ao segundo. Encontramos níveis de acurácia entre 55-70% nas amostras com núcleo metálico observadas pelo PaX - Uni3D, já nas mesmas amostras observadas pelo Prexion 3D, este valor variou entre 75-90% (protocolo HI-HI) e 70-85% (protocolo HI-STD).

Através dos resultados encontrados, podemos afirmar que encontramos resultados mais elevados de acurácia, sensibilidade e especificidade nos dois protocolos utilizados no Prexion 3D em comparação aos dois TCFC utilizados.

Acreditamos que a combinação de um reduzido ponto focal (0.15mm), um voxel pequeno (0.10mm) e um número maior de projeções de raios-X do Prexion 3D tenha sido o responsável pela alta resolução de suas imagens e por este motivo, foi reduzida a interferência causada pelos artefatos metálicos no diagnóstico de fraturas radiculares.

Conforme demonstrado, os parâmetros de aquisição e pós-processamento das imagens em TCFC, principalmente o FOV e o voxel utilizados são relevantes, porque são responsáveis por obter imagens com melhor resolução espacial para a localização da fratura radicular horizontal.

7 CONCLUSÕES

A baixa acurácia e a baixa concordância intra-observador e inter-observador, independente do método de visualização utilizado, assim como a presença ou ausência de núcleo metálico, refletem a dificuldade no diagnóstico preciso de fraturas radiculares horizontais utilizando um TCFC de grande volume e pequeno voxel.

A pesquisa confirmou que o tomógrafo de pequeno volume apresenta melhores resultados de acurácia na detecção de fraturas radiculares horizontais sem núcleos metálicos do que o tomógrafo de grande volume.

A presença de material metálico no interior do conduto, reduziu a acurácia, sensibilidade e especificidade em todos os aparelhos e protocolos utilizados nesta pesquisa.

Em ordem decrescente, a interferência dos artefatos metálicos se fez mais determinante nos exames realizados no TCFC Picasso Master, Pax - Uni 3D, Prexion 3D (protocolo HI-STD) e Prexion 3D (protocolo HI-HI).

REFERÊNCIAS ¹

1. Roig M, Espona J, Mercade M, Duran-Sindreu F. Horizontal root fracture treated with MTA, a case report with a 10-year follow-up. *Dent Traumatol*. 2011 Dec;27(6):460-3.
2. Tsurumachi T, Honda K. A new cone beam computerized tomography system for use in endodontic surgery. *Int Endod J*. 2007 Mar;40(3):224-32.
3. Patel S. New dimensions in endodontic imaging: Part 2. Cone beam computed tomography. *Int Endod J*. 2009 Jun;42(6):463-75.
4. 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*. 2008 Mar;34(3):273-9.
5. Zhang R, Yang H, Yu X, Wang H, Hu T, Dummer PM. Use of CBCT to identify the morphology of maxillary permanent molar teeth in a Chinese subpopulation. *Int Endod J*. 2011 Feb;44(2):162-9.
6. Costa FF, Gaia BF, Umetsubo OS, Cavalcanti MG. Detection of horizontal root fracture with small-volume cone-beam computed tomography in the presence and absence of intracanal metallic post. *J Endod*. 2011 Oct;37(10):1456-9.
7. 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 Jan;36(1):126-9.
8. Barrett JF, Keat N. Artifacts in CT: recognition and avoidance. *Radiographics*. 2004 Nov-Dec;24(6):1679-91.
9. Perrella A, Lopes PM, Rocha RG, Fenyo-Pereira M, Cavalcanti MG. Influence of dental metallic artifact from multislice CT in the assessment of simulated mandibular lesions. *J Appl Oral Sci*. 2010 Mar-Apr;18(2):149-54.
10. Scarfe WC, Farman AG. What is cone-beam CT and how does it work? *Dent Clin North Am*. 2008 Oct;52(4):707-30, v.

11. Tachibana H, Matsumoto K. Applicability of X-ray computerized tomography in endodontics. *Endod Dent Traumatol*. 1990 Feb;6(1):16-20.
12. Diangelis AJ, Andreasen JO, Ebeleseder KA, Kenny DJ, Trope M, Sigurdsson A, et al. International Association of Dental Traumatology guidelines for the management of traumatic dental injuries: 1. Fractures and luxations of permanent teeth. *Dent Traumatol*. 2012 Feb;28(1):2-12.
13. AAE and AAOMR joint position statement. Use of cone-beam-computed tomography in endodontics. *Pa Dent J (Harrisb)*. 2011 Jan-Feb;78(1):37-9.
14. Tsesis I, Kamburoglu K, Katz A, Tamse A, Kaffe I, Kfir A. 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*. 2008 Jul;106(1):124-8.
15. Bernardes RA, de Moraes IG, Hungaro Duarte MA, Azevedo BC, de Azevedo JR, Bramante CM. Use of cone-beam volumetric tomography in the diagnosis of root fractures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2009 Aug;108(2):270-7.
16. Mora MA, Mol A, Tyndall DA, Rivera EM. In vitro assessment of local computed tomography for the detection of longitudinal tooth fractures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2007 Jun;103(6):825-9.
17. Kamburoglu K, Cebeci ARI, Grondahl HG. Effectiveness of limited cone-beam computed tomography in the detection of horizontal root fracture. *Dent Traumatol*. 2009 Jun;25(3):256-61.
18. Bornstein MM, Wolner-Hanssen AB, Sendi P, von Arx T. Comparison of intraoral radiography and limited cone beam computed tomography for the assessment of root-fractured permanent teeth. *Dent Traumatol*. 2009 Dec;25(6):571-7.
19. Hassan B, Metska ME, Ozok AR, van der Stelt P, Wesselink PR. Detection of vertical root fractures in endodontically treated teeth by a cone beam computed tomography scan. *J Endod*. 2009 May;35(5):719-22.
20. Iikubo M, Kobayashi K, Mishima A, Shimoda S, Daimaruya T, Igarashi C, 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 O*. 2009 Nov;108(5):E70-E4.

21. Wenzel A, Kirkevang LL. High resolution charge-coupled device sensor vs. medium resolution photostimulable phosphor plate digital receptors for detection of root fractures in vitro. *Dent Traumatol*. [Article]. 2005 Feb;21(1):32-6.
22. Moreira CR, Sales MA, Lopes PM, Cavalcanti MG. Assessment of linear and angular measurements on three-dimensional cone-beam computed tomographic images. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2009 Sep;108(3):430-6.
23. Katsumata A, Hirukawa A, Okumura S, Naitoh M, Fujishita M, Arijji E, et al. Effects of image artifacts on gray-value density in limited-volume cone-beam computerized tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2007 Dec;104(6):829-36.
24. Katsumata A, Hirukawa A, Okumura S, Naitoh M, Fujishita M, Arijji E, et al. Relationship between density variability and imaging volume size in cone-beam computerized tomographic scanning of the maxillofacial region: an in vitro study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2009 Mar;107(3):420-5.
25. Librizzi ZT, Tadinada AS, Valiyaparambil JV, Lurie AG, Mallya SM. Cone-beam computed tomography to detect erosions of the temporomandibular joint: Effect of field of view and voxel size on diagnostic efficacy and effective dose. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2011 Jul;140(1):e25-30.
26. Camilo CC, Brito-Junior M, Faria ESAL, Quintino AC, de Paula AF, Cruz-Filho AM, et al. Artefacts in Cone Beam CT Mimicking an Extrapolatal Canal of Root-Filled Maxillary Molar. *Case Rep Dent*. 2013;2013:797286.
27. Youssefzadeh S, Gahleitner A, Dorffner R, Bernhart T, Kainberger FM. Dental vertical root fractures: value of CT in detection. *Radiology*. 1999 Feb;210(2):545-9.
28. Ozer SY. Detection of vertical root fractures by using cone beam computed tomography with variable voxel sizes in an in vitro model. *J Endod*. 2011 Jan;37(1):75-9.
29. Wenzel A, Haiter-Neto F, Frydenberg M, Kirkevang LL. 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 O*. 2009 Dec;108(6):939-45.

30. Hassan BA, Payam J, Juyanda B, van der Stelt P, Wesselink PR. Influence of scan setting selections on root canal visibility with cone beam CT. *Dentomaxillofac Radiol*. 2012 Dec;41(8):645-8.
31. Bechara B, McMahan C, Noujeim M, Faddoul T, Moore W, Teixeira F, et al. Comparison of cone beam CT scans with enhanced photostimulated phosphor plate images in the detection of root fracture of endodontically treated teeth. *Dentomaxillofac Radiol*. 2013 May 10.
32. Kamburoglu K, Murat S, Yuksel SP, Cebeci AR, Horasan S. Detection of vertical root fracture using cone-beam computerized tomography: an in vitro assessment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2010 Feb;109(2):e74-81.
33. Carter L, Farman AG, Geist J, Scarfe WC, Angelopoulos C, Nair MK, et al. American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology executive opinion statement on performing and interpreting diagnostic cone beam computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2008 Oct;106(4):561-2.
34. Ludlow JB, Ivanovic M. Comparative dosimetry of dental CBCT devices and 64-slice CT for oral and maxillofacial radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2008 Jul;106(1):106-14.
35. Pauwels R, Beinsberger J, Collaert B, Theodorakou C, Rogers J, Walker A, et al. Effective dose range for dental cone beam computed tomography scanners. *Eur J Radiol*. 2012 Feb;81(2):267-71.
36. Rottke D, Patzelt S, Poxleitner P, Schulze D. Effective dose span of ten different cone beam CT devices. *Dentomaxillofac Radiol*. 2013 Jul;42(7):20120417.

[†]De acordo com o Estilo Vancouver.

ANEXO A – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

PARECER DE APROVAÇÃO
Protocolo Nº 186/2010
CAAE 0013.0.017.000-10

O grupo de trabalho indicado pelo Comitê de Ética em Pesquisa **APROVOU** o protocolo de pesquisa **"Avaliação da interferência de artefatos metálicos dentários na visualização da integridade radicular utilizando a tomografia computadorizada por feixe cônico"**, de responsabilidade do(a) Pesquisador(a) Felipe Ferreira Costa sob orientação do(a) Prof.(a) Dr.(a) Marcelo de Gusmão Paraíso Cavalcanti.

Tendo em vista a legislação vigente, devem ser encaminhados a este Comitê relatórios anuais referentes ao andamento da pesquisa e ao término cópia do trabalho em "cd". Qualquer emenda do projeto original deve ser apresentada a este CEP para apreciação, de forma clara e sucinta, identificando a parte do a ser modificada e suas justificativas.

São Paulo, 09 de dezembro de 2010.

Prof. Dra. Marcia Turolla Wanderley
Coordenadora do CEP-FOUSP

cláudia
21/12/10