



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

**EFEITO DA MILIAMPERAGEM NO DIAGNÓSTICO TOMOGRÁFICO DE
FRATURAS RADICULARES VERTICAIS EM DENTES COM DIFERENTES
MATERIAIS INTRACANAL**

LAÍSA DANIEL GONDIM

Recife
2021

LAÍSA DANIEL GONDIM

**EFEITO DA MILIAMPERAGEM NO DIAGNÓSTICO TOMOGRÁFICO DE
FRATURAS RADICULARES VERTICAIS EM DENTES COM DIFERENTES
MATERIAIS INTRACANAL**

Dissertação apresentada ao colegiado do programa de Pós-Graduação em Odontologia do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Odontologia.

Área de concentração: Clínica Integrada

Orientador: Prof^a. Dra. Flávia Maria De Moraes Ramos Perez
Coorientadora: Prof^a. Dra. Eduarda Helena Leandro Nascimento

Recife
2021

Catálogo na fonte:
Bibliotecário: Aécio Oberdam, CRB4: 1895

G637e Gondim, Laísa Daniel.
Efeitos da miliamperagem no diagnóstico tomográfico de fraturas radiculares verticais em dentes com diferentes materiais intracanal / Laísa Daniel Gondim . – 2021. 49 p.

Orientadora: Flávia Maria de Moraes Ramos Perez
Coorientadora: Eduarda Helena Leandro Nascimento
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. Recife, 2021.
Inclui referências, apêndices e anexos.

1. Tomografia computadorizada de feixe cônico. 2. Diagnóstico. 3. Fratura radicular. 4. Materiais restauradores do canal radicular. Perez, Flávia Maria de Moraes Ramos (orientadora). II. Título.

617.6 CDD (23.ed.)

UFPE (CCS 2023 - 184)

LAÍSA DANIEL GONDIM

**EFEITO DA MILIAMPERAGEM NO DIAGNÓSTICO TOMOGRÁFICO DE
FRATURAS RADICULARES VERTICAIS EM DENTES COM DIFERENTES
MATERIAIS INTRACANAL**

Dissertação apresentada ao colegiado do programa de Pós-Graduação em Odontologia do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Odontologia.

Aprovada em: 09 /08 /2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Andrea dos Anjos Pontual de Andrade Lima

Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dra. Karina Lopes Devito

Prof. Dra. Deborah Queiroz de Freitas França

Dedico este trabalho às Universidades Públicas de Ensino Brasileiras.
Obrigada por construir em mim o desejo de buscar o conhecimento científico
baseado em evidências para melhor atender meus pacientes.
Viva o conhecimento científico e às Universidades Públicas!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a **Deus e a Virgem Maria** pela oportunidade de realizar o sonho da pós-graduação e poder contribuir, dentro da minha área acadêmica, com o conhecimento científico brasileiro.

A meus pais, **Fernando Gondim e Agdaci Gondim**, gratidão por sempre estimularem o estudo em nossa família e por construir em mim o sentimento de que buscar educação é sempre o melhor caminho.

A meu companheiro, **Vitor Ferraz**, obrigada por todo o incentivo e apoio nesse tempo de Mestrado. Sem você a dissertação não seria possível. Esta vitória é nossa!

Sou grata à **Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)**, por abrir as portas da sua casa e permitir, mesmo em tempos tão difíceis, esta grande conquista.

A **Prof^a Dra. Flávia Maria De Moraes Ramos Perez**, a **Prof^a Dra. Eduarda Helena Leandro Nascimento** e a toda equipe de professoras da radiologia da UFPE, agradeço pela confiança e pelo ambiente saudável de produção científica. Obrigada por me tirar da zona de conforto e permitir meu crescimento intelectual em um ramo da Odontologia completamente inesperado.

RESUMO

A fratura radicular vertical é uma condição clínica difícil de ser identificada. Por apresentar-se longitudinalmente na raiz de dente, seu diagnóstico algumas vezes só é possível com a utilização de imagens tridimensionais. Contudo, a qualidade da imagem da tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) e, conseqüentemente, sua acurácia no diagnóstico, pode ser influenciada pela presença de materiais intracanal e pelos parâmetros de exposição, como a miliamperagem. Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da miliamperagem no diagnóstico de fraturas radiculares verticais (FRV) em dentes com diferentes materiais intracanal, utilizando imagens de TCFC. Para isso, foram utilizados 20 dentes unirradiculares, sendo 10 com e 10 sem FRV. Cada um desses dentes foi exposto oito vezes, de modo a formar os seguintes grupos: sem material, guta percha, pino metálico e pino de fibra de vidro. As imagens foram adquiridas no aparelho Veraviewepocs 3D R100, utilizando os parâmetros 90kvp, campo de visão de 4cm x 4cm e voxel de 0,125mm e duas miliamperagens: 1mA a 4mA. As imagens foram avaliadas por três radiologistas quanto a qualidade da imagem e a presença de fratura, sendo utilizada uma escala de 5 pontos. A área sob a curva Receiver Operating Characteristic (Az), a sensibilidade e a especificidade foram calculadas considerando os materiais intracanal e a miliamperagem. O teste ANOVA foi utilizado para comparar os materiais intracanal em cada protocolo, e o teste T de Student para comparar os valores de diagnóstico entre as mAs para cada um dos materiais. A qualidade da imagem foi avaliada pelo teste qui-quadrado. O nível de significância adotado foi de 5%. A reprodutibilidade intraexaminador foi substancial (0,721; 0,742) e a interexaminador moderada (0,476; 0,431), respectivamente, para o diagnóstico de FRV e qualidade da imagem. A miliamperagem não influenciou os valores de Az, sensibilidade e especificidade para nenhum dos materiais intracanal ($p > 0,05$), exceto para o grupo pino de fibra de vidro ($p < 0,05$). O pino metálico apresentou, com 4 mA, maior sensibilidade quando comparado ao grupo com guta percha e sem material ($p < 0,05$) e menor especificidade com o grupo sem material e com pino de fibra de vidro ($p < 0,05$). A qualidade da imagem foi influenciada pela presença dos materiais intracanal ($p < 0,001$). O aumento da miliamperagem melhorou significativamente a qualidade da imagem para a condição sem material ($p < 0,001$) e com pino de fibra de vidro ($p = 0,003$). Conclui-se que a redução da miliamperagem (4-1mA) não diminui a

acurácia de diagnóstico na detecção de fraturas radiculares verticais, exceto quando o pino de fibra de vidro está presente. Em dentes com pino de fibra de vidro e sem material intracanal, melhor qualidade da imagem é observada na presença de miliamperagem mais alta.

Descritores: tomografia computadorizada de feixe cônico; diagnóstico; fratura radicular; materiais restauradores do canal radicular; artefatos.

ABSTRACT

Vertical root fracture (VRF) is a clinical condition that is difficult to identify. Because of the longitudinal direction of this type of fracture, sometimes the diagnosis is only possible with three-dimensional images. However, the image quality of the cone beam computed tomography (CBCT) and, consequently, its accuracy in the diagnosis, is influenced by the presence of intracanal materials and the exposure parameters such as the milliamperage. Thus, the objective of the present study was to evaluate the effect of milliamperage in the diagnosis of VRFs in teeth with different intracanal materials, using CBCT images. Twenty uniradicular teeth, 10 containing VRFs and 10 controls, were used. Each tooth was exposed eight times, to form the following subgroups: control (without material), gutta percha, metallic pin and fiberglass pin. The Veraviewepocs 3D R100 scanner was used for the image acquisition and all teeth were exposed with 90kvp, field of view 4cm x 4cm, voxel 0.125mm and two milliamperes: 1 and 4mA. Three radiologists evaluated the images for image quality and the presence of fracture, using a 5-point scale. The area under the Receiver Operating Characteristic curve (Az), sensitivity and specificity were calculated considering intracanal materials and milliamperage. The ANOVA test compared the intracanal materials in each protocol, while the Student T test, the diagnostic values between the mAs for each materials. Qui-quadrado test was used for image quality. The significance level was 5%. The intra-examiner reproducibility was substantial (0.721; 0.742) and the inter-examiner moderate (0.476; 0.431), respectively, for the diagnosis of VRF and image quality. The milliamperage did not influenced the Az values, sensitivity and specificity for any of the intracanal materials ($p > 0.05$), except for the group containing fiberglass pin ($p < 0.05$). At 4mA, the metallic pin presented high sensitivity when compared to gutta percha and without material ($p < 0,05$) and lower specificity when compared to group without material and fiberglass pin ($p < 0,05$). The image quality was influenced by the presence of intracanal materials ($p < 0.001$). Increasing the milliamperage significantly improve the image quality for without material ($p < 0.001$) and fiberglass pin ($p = 0.003$). In conclusion, is possible to reduce the milliamperage (4-1mA) without reducing the diagnostic performance of CBCT in the detection of vertical radicular root fractures, with the exception of teeth with fiberglass pin. With fiberglass pin and without material better image quality is achieved using high millimperage (4mA).

Keywords: cone-beam computed tomography, diagnosis, tooth fracture; root canal filling materials; artefacts

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 – Secção da coroa dentária no limite da junção amelocementária. (A) Cortadeira metalográfica; (B) Secção da coroa na junção amelocementária com disco diamantado; (C) Raiz seccionada e coroa.....19
- Figura 2– Preparo da Amostra. (A) Instrumentação endodôntica; (B) Preparo para adaptação do pino intracanal.....20
- Figura 3 – Preparação do phantom. (A) Mandíbula humana hidratada; (B) Mandíbula com cera para a simulação de tecidos moles.....20
- Figura 4 – Preparação do phantom. (A) Vértebras acopladas à mandíbula, em posição anatômica; (B) Posicionamento dos dentes tomografados.....21
- Figura 5 –Protocolo de Aquisição das imagens de TCFC no Veraviewepocs3D R100. (A) Protocolo A; (B) Protocolo B.....22
- Figura 6 – Amostra 185 demonstrando template utilizado para avaliação da qualidade da imagem.....25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Grupos experimentais (N=4), de acordo com o tipo de material intracanal (sem material intracanal, guta-percha, pino metálico e pino de fibra de vidro). Cada grupo passou por duas aquisições tomográficas com miliamperagens diferentes (1 mA e 4mA)	22
--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	OBJETIVOS.....	17
2.1	GERAL.....	17
2.2	ESPECÍFICOS.....	17
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	18
3.1	ASPECTOS ÉTICOS.....	18
3.2	SELEÇÃO DA AMOSTRA.....	18
3.3	PREPARO DA AMOSTRA.....	18
3.4	PREPARAÇÃO DO PHANTOM.....	19
3.5	CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA.....	21
3.6	AQUISIÇÃO DAS IMAGENS DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO.....	22
3.7	AVALIAÇÃO DAS IMAGENS.....	23
3.8	ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS	24
4	RESULTADOS.....	26
5	CONCLUSÃO.....	26
	REFERÊNCIAS.....	27
	APÊNDICE A - ARTIGO CIENTÍFICO PARA PUBLICAÇÃO NO PERIÓDICO JOURNAL OF ENDODONTICS.....	31
	ANEXO A - PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA/ UFPE.....	45

1 INTRODUÇÃO

As fraturas radiculares verticais são lesões difíceis de serem detectadas por meio do exame clínico, no entanto sua identificação precoce é importante para prevenir perdas ósseas adicionais (1). Essas fraturas podem ser classificadas como completas ou incompletas e se apresentam no sentido longitudinal da raiz (2). Sua causa está relacionada aos traumas oclusais e aos procedimentos iatrogênicos, sendo mais prevalentes em dentes tratados endodonticamente e nos pré-molares (3).

Quando há suspeita clínica de fratura, a radiografia periapical, em diferentes angulações, é o exame de eleição por apresentar alto detalhe, alta resolução espacial, além da baixa dose de radiação e baixo custo (4). Entretanto, algumas limitações são evidentes e devem ser consideradas, tais como a distorção geométrica e a sobreposição de estruturas anatômicas. Estas limitações, juntamente com o tipo e localização da fratura, são fatores que podem influenciar negativamente o seu diagnóstico em exames bidimensionais (5).

Dessa forma, a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) se apresenta como um exame importante para identificar a presença e a extensão das fraturas radiculares, por permitir uma avaliação tridimensional acurada e com alta resolução de contraste dos tecidos mineralizados dentários (6). Ademais, com esse exame, mesmo naqueles casos de difícil visualização, é possível identificar alterações no tecido ósseo peri-radicular de suporte mesmo em fases iniciais (7). A sensibilidade da TCFC em diagnosticar fraturas radiculares varia de 82% a 97,5%, a especificidade de 71% a 95% e acurácia de 79% a 96%, valores superiores quando comparados à radiografia periapical que apresentam, respectivamente, 51% a 67,5%, 80% a 92,5% e 77% a 80% (8,9). Todavia, a interpretação das imagens tomográficas pode ser negativamente influenciada pela presença dos artefatos.

Artefatos são distorções ou erros na imagem que não condizem com a realidade do objeto tomografado (10). Dentre os diversos tipos, os mais comumente encontrados são decorrentes do fenômeno de endurecimento do feixe (*beam hardening*) e de extinção (*photon starvation*), uma vez que são produzidos por materiais de alto número atômico (por exemplo guta percha, restaurações de amálgama, pinos e implantes dentários), que são comumente presentes na cavidade

bucal. Quanto maior o número atômico do material, maior é a absorção dos fótons de menor energia, o que acarreta no aumento da energia média do feixe, e conseqüentemente maior a quantidade de artefatos produzidos (11). Esses podem se apresentar como estrias e faixas hipodensas, mimetizando fraturas radiculares, estrias hiperdensas, além de promover a distorção das estruturas metálicas (12), o que leva à diminuição da qualidade da imagem, comprometendo o diagnóstico.

Ao comparar a influência do pino metálico, do pino de fibra de vidro e da guta percha no diagnóstico de fraturas radiculares verticais, estudos anteriores observaram que o pino metálico foi o material responsável pela maior produção de artefatos e o que mais dificultou o diagnóstico, seguido pela guta percha e pino de fibra de vidro (11,13–19). A presença de materiais intracanal pode influenciar na sensibilidade da TCFC no diagnóstico de fraturas verticais, contudo a especificidade é mais afetada, principalmente quando estamos diante de estruturas metálicas e da guta percha, levando conseqüentemente a menores valores da curva ROC e uma menor acurácia (11,14–17,19,20).

Na tentativa de reduzir os efeitos do fenômeno de endurecimento do feixe de raios X e melhorar a qualidade da imagem, pode-se modificar os parâmetros de aquisição tomográficos (tamanho do voxel, campo de visão, grau de rotação, miliamperagem e quilovoltagem). Com um aumento na quilovoltagem e miliamperagem, por exemplo, a melhora na qualidade da imagem pode ser significativa (21–27), porém, cumpre destacar que dessa forma, haverá um aumento na dose de radiação ao paciente e isso precisa ser criteriosamente justificado. É importante considerar o princípio de ALARA/ALADAIP, em que as doses de radiação devem ser mantidas tão baixas quanto razoavelmente exequíveis ou tão baixas quanto aceitáveis para o diagnóstico, levando em consideração a indicação específica do paciente (28).

Para obter uma boa acurácia na detecção de fraturas radiculares utilizando a TCFC é necessário boa qualidade da imagem, na qual que devem ser considerados características básicas: alta resolução espacial, contraste adequado, baixo ruído e ausência de artefatos. Por sua vez, essas características se correlacionam diretamente com os parâmetros de aquisição utilizados durante realização do exame (24).

O tamanho do voxel e do FOV estão intimamente relacionados, sendo indicado utilizar uma relação proporcional entre esses dois parâmetros. Ambos influenciam na resolução espacial e no contraste da imagem, sendo FOV menores associados a um maior contraste, enquanto voxels pequenos a uma maior formação de artefato (24,29,30). Entretanto, voxels maiores geram perda da resolução, sendo demonstrado na literatura que a acurácia da TCFC no diagnóstico de fratura é menor ao utilizar voxels maiores, mesmo quando há presença de pinos metálicos e da guta percha (16,30–32).

A quilovoltagem (kV) determina a energia do feixe de raios X. Assim, quanto maior a kV, maior será sua energia média, o que leva a uma diminuição da produção dos artefatos oriundos do fenômeno de endurecimento do feixe. Somado a isso, há uma diminuição no ruído da imagem, o que contribui para uma melhora da sua qualidade. Por sua vez, a miliamperagem (mA) corresponde à corrente do tubo e é responsável por controlar o número de fótons liberados e, conseqüentemente, a quantidade de raios X que alcança o voxel do detector, sendo seu aumento também associado a um menor ruído e melhor qualidade na imagem (24).

Portanto, ao utilizar quilovoltagem e miliamperagem altas, há aumento da qualidade de raios X emitidos e da relação contraste-ruído, sendo o aumento da qualidade da imagem atrelado à uma maior dose de radiação. Contudo, a quilovoltagem apresenta um diferencial, pois além do aumento dessa qualidade do feixe de raios X emitido, há influência na dispersão do feixe e maior eficiência da sua detecção no receptor; sendo verificado que, ao padronizar uma dose de radiação, protocolos com kVp alto (60-90kVP) com mA baixa podem promover imagens com qualidade superior. (23,24).

Tangari-Meira et al. (26) demonstraram que o desempenho da TCFC no diagnóstico de fraturas radiculares em dentes obturados com guta percha é aceitável quando utilizadas correntes do tubo mais baixas (4 e 5mA), entretanto é significativamente maior quando são empregadas miliamperagens mais altas (8 e 10mA).

Gaêta et al. (33), ao avaliarem se diferentes valores de miliamperagem (4, 8, 10 e 13mA) influenciam no diagnóstico de FRV, na ausência e na presença de diversos materiais intracanal (guta percha, pino de fibra de vidro e metálico), constataram que menores mA podem ser utilizadas naqueles casos em que não há

material intracanal ou há o pino de fibra de vidro. Em contrapartida, para os dentes com guta percha e pino metálico, maior acurácia foi observada quando utilizado 8 e 10mA, respectivamente, indicando que diante desses materiais, um aumento da miliamperagem é necessário.

Jones et al.(34) demonstraram que a redução da corrente do tubo de 5mA para 2mA não alterou significativamente a acurácia, sensibilidade e especificidade no diagnóstico de fraturas radiculares horizontais simuladas em dentes sem materiais intracanal. Entretanto, quando utilizada uma corrente de 1mA, uma significativa diminuição na acurácia foi observada.

Poucos são os estudos na literatura que avaliam o efeito da miliamperagem na detecção de fraturas radiculares verticais, utilizando protocolos com corrente do tubo mais baixas, em dentes com diferentes materiais intracanal, enfatizando a necessidade e importância do presente estudo. A variedade de tomógrafos disponíveis no mercado também é um fator que deve ser avaliado, pois resultados distintos de acurácia e sensibilidade podem ser obtidos ao utilizar tomógrafos diferentes(35,36). Diante disso, e levando em consideração o princípio de ALARA/ALADAIP, a hipótese levantada é a de que imagens produzidas com alta kilovoltagem (90kVp) e baixa mA (1mA) não influenciam na detecção de FRV e promovem o benefício adicional de uma menor dose de radiação ao paciente.

Estudos que visem o desenvolvimento de protocolos em que haja combinação dos parâmetros de exposição, como por exemplo uma alta kilovoltagem com baixa miliamperagem, são importantes para alcançar uma boa a qualidade de imagem e assegurar menores doses de radiação ao paciente. Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar a influência da diminuição da miliamperagem no diagnóstico de fratura radicular em dentes com diferentes materiais intracanal, utilizando a TCFC.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar a influência da redução da miliamperagem no diagnóstico de fratura radicular vertical em dentes com diferentes materiais intracanal, em imagens de TCFC.

2.2 Específicos

1. Avaliar acurácia, sensibilidade e especificidade para o diagnóstico de FRV em dentes com diferentes materiais intracanal utilizando protocolos com 4mA e 1mA;
2. Verificar a influência dos materiais intracanal no diagnóstico de fraturas radiculares verticais (FRVs);
3. Analisar a qualidade das imagens obtidas em ambos os protocolos.

3 MATERIAIS E MÉTODO

3.1 Aspectos éticos

A pesquisa foi submetida à análise do Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco (CCS-UFPE) e foi aprovada sob número CAAE 22419319.2.0000.5208 (Anexo A).

3.2 Seleção da amostra

A amostra foi composta por 20 dentes pré-molares unirradiculares humanos, provenientes da doação do banco de dentes da UFPE, selecionados de acordo com os seguintes critérios de inclusão e exclusão:

- Critérios de inclusão

Dentes unirradiculares de seres humanos, extraídos com a devida indicação clínica, escolhidos de maneira aleatória em relação aos aspectos gênero, raça e faixa etária entre 20 e 60 anos.

- Critérios de exclusão

Dentes com tratamento endodôntico, reabsorção radicular interna ou externa, raízes supranumerárias, canais obliterados, calcificações pulpares, raízes com ápice aberto, trincas e fraturas radiculares.

A observação desses critérios se deu pela realização de inspeções visuais diretas, radiográficas e por transiluminação com auxílio de um aparelho diodo emissor de luz (UltraLume 5; UltradentProducts Inc., UT, EUA).

3.3 Preparo da amostra

Todos os dentes foram submetidos à raspagem e alisamento radicular para eliminação dos cálculos dentários e remanescentes de tecido periodontal e posteriormente foram desinfetados com álcool 70%.

Para que não houvesse o viés de fratura coronária no momento da avaliação, as coroas dos dentes foram seccionadas no limite da junção amelocementária. Nesta etapa, foi utilizado um disco diamantado acoplado a uma cortadeira metalográfica (Isomet 1000® BuehlerLtd, Lake Bluff, IL, EUA) (Figura 1).

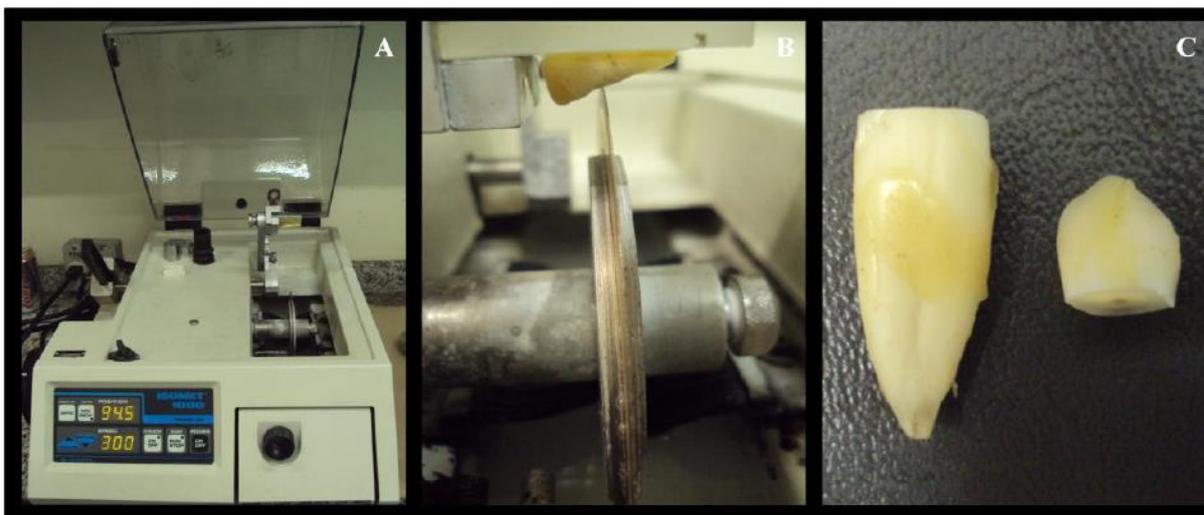


Figura 1 – Secção da coroa dentária no limite da junção amelocementária. (A) Cortadeira metalográfica; (B) Secção da coroa na junção amelocementária com disco diamantado; (C) Raiz seccionada e coroa.

Posteriormente, os canais radiculares dos dentes foram instrumentados utilizando o sistema rotatório MtwoNiTi® (VDW, Munique, Alemanha), com 350 rotações/min e 1 N. A instrumentação com limas endodônticas (VDW, Munique, Alemanha) foi realizada em todo o comprimento do canal radicular, seguindo a sequência de limas: 30/.05, 35/.04, 40/.04 e 25/.07. A solução irrigadora utilizada foi a água destilada. Logo em seguida, os dentes foram preparados, para posterior adaptação do pino intracanal, com broca de baixa rotação (nº 3) (Reforpost®, Angelus, Londrina, Brasil) nos terços cervical e médio do canal radicular (Figura 2).

3.4 Preparação do *phantom*

Uma mandíbula humana macerada, parcialmente edêntula, foi utilizada para a aquisição das imagens. Previamente à inserção dos dentes, a mandíbula foi imersa em água para hidratação e envolta por cera ortodôntica, com 15mm de espessura, para simular a presença de tecido mole correspondente a uma pessoa de tamanho médio (37) (Figura 3).

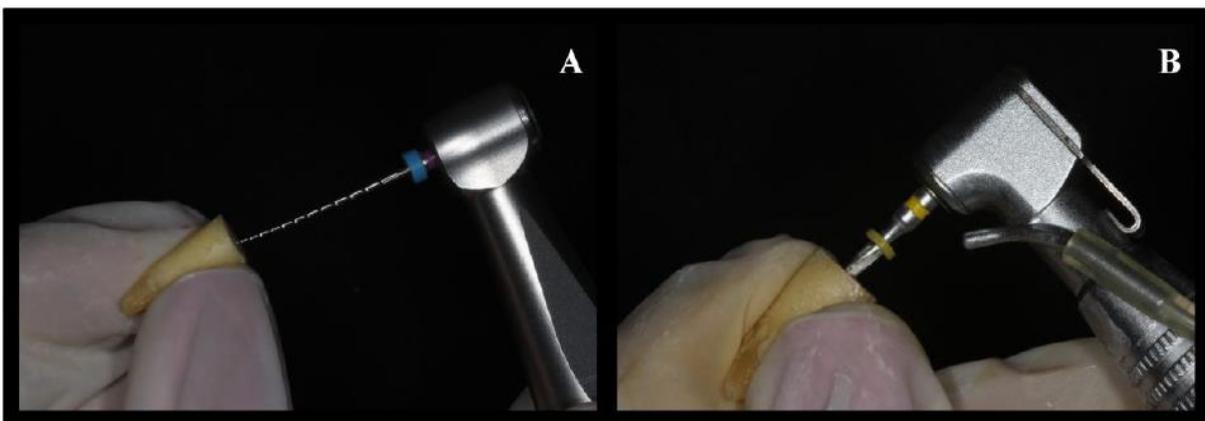


Figura 2 – Preparo da amostra. (A) Instrumentação endodôntica; (B) Preparo para adaptação do pino intracanal.

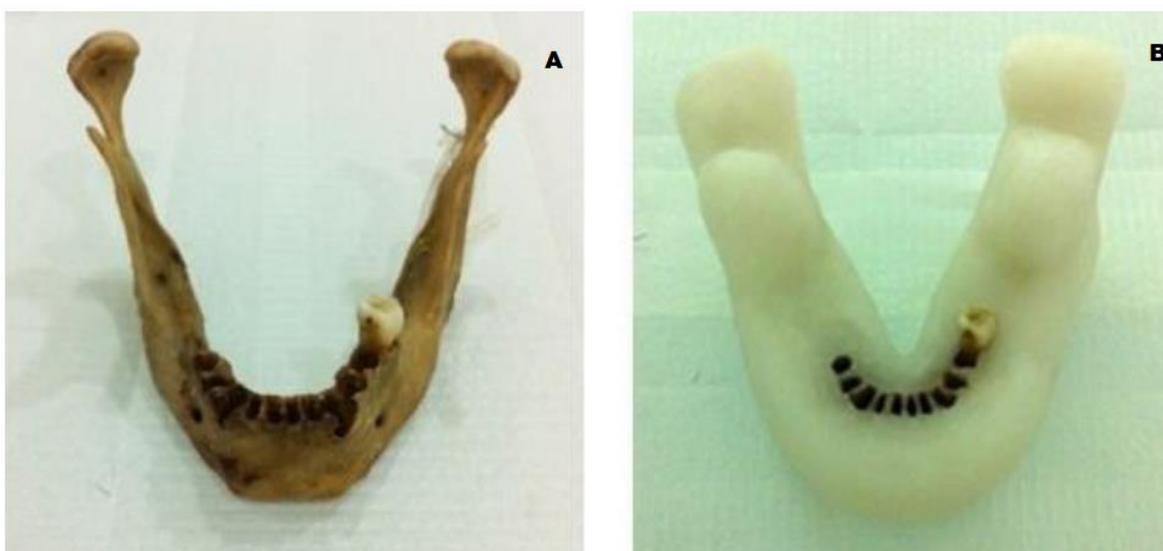


Figura 3 –Preparação do phantom. (A) Mandíbula humana hidratada; (B) Mandíbula com cera para a simulação de tecidos moles.

Três vértebras cervicais (da primeira à terceira) foram fixadas com cera 7, em posição anatômica, para atenuação do feixe de radiação (38). Os dentes foram posicionados na mandíbula sempre no mesmo alvéolo, na região de segundo pré-molar, entre os dentes 34 e 36 sem material intracanal (Figura 4).

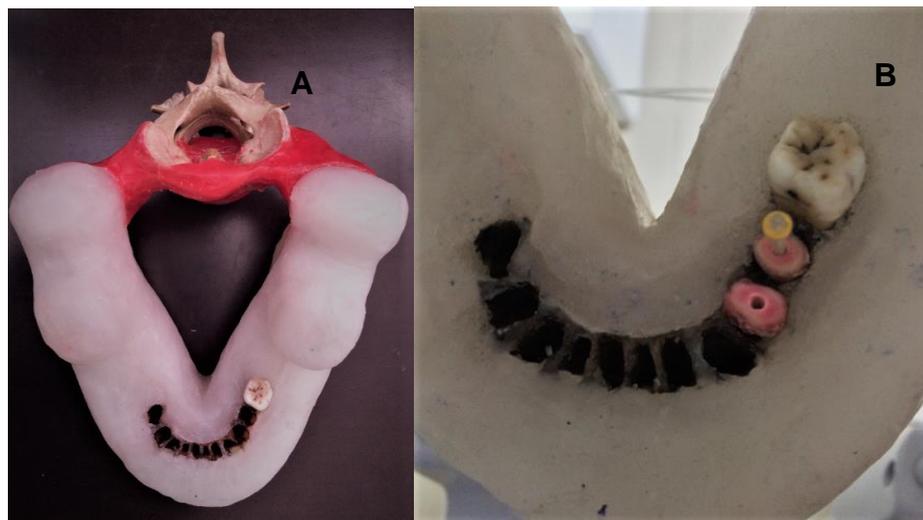


Figura 4 – Preparação do phantom. (A) Vértex acopladas à mandíbula, em posição anatômica; (B) Posicionamento dos dentes tomografados.

3.5 Caracterização da amostra

Metade dos dentes (10 pré-molares) foram utilizados como controle, não sendo realizada nenhum tipo de fratura. Os outros 10, após a remoção da coroa na junção amelocementária e da instrumentação endodôntica, foram fraturados utilizando a máquina de teste INSTRON 4411 (Instron Corporation, Canton, MA). Para tanto, uma carga compressiva foi aplicada ao longo eixo do dente até que o som da fratura fosse ouvido, sendo a carga descontinuada a partir do som emitido.

Ao todo foram realizadas oito aquisições por dente, com diferentes materiais intracanal (sem material intracanal, guta-percha, pino metálico e pino de fibra de vidro) e com miliamperagens diferentes (1mA e 4mA). Dessa forma, foram obtidas 160 aquisições tomográficas divididas em quatro grupos, sendo cada grupo composto por 10 dentes controles e 10 dentes fraturados (Tabela 1),

Os materiais intracanal utilizados nas aquisições foram: cones de guta-percha (DentsplyMaillefer, Ballaigues, Suíça) sem cimento endodôntico ou material adesivo; pino metálico, composto por liga metálica de cobalto-cromo e confeccionado em laboratório protético; e pino de fibra de vidro (Exacto®, Angelus, Londrina, Brasil). Ambos com as mesmas dimensões e com boa adaptação no canal radicular, confirmada através de exame radiográfico periapical ortorrádial.

Tabela 1: Grupos experimentais (N=4), de acordo com o tipo de material intracanal (sem material intracanal, guta-percha, pino metálico e pino de fibra de vidro). Cada grupo passou por duas aquisições tomográficas com miliamperagens diferentes (1 mA e 4mA).

Grupo	Descrição	Número amostral
G1	Dentes sem material intracanal	n=20
G2	Dentes com pino metálico	n=20
G3	Dentes com pino de fibra de vidro	n=20
G4	Dentes com guta percha	n=20

3.6 Aquisição das imagens de Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico

As imagens de TCFC foram adquiridas no aparelho Veraviewepocs3D R100(J. Morita, Japão), seguindo dois protocolos de exposição, alterando apenas a miliamperagem: protocolo 4mA, com 90kvp, 4mA, FOV 4cm x 4cm, tempo de exposição de 9,4 segundos, voxel de 0,125mm e dose de exposição de 3,25 mGy; e protocolo 1mA, com 90kvp, 1mA, FOV 4cm x 4cm, tempo de exposição de 9,4 segundos, voxel de 0,125mm e 0,81 mGy (Figura 5).

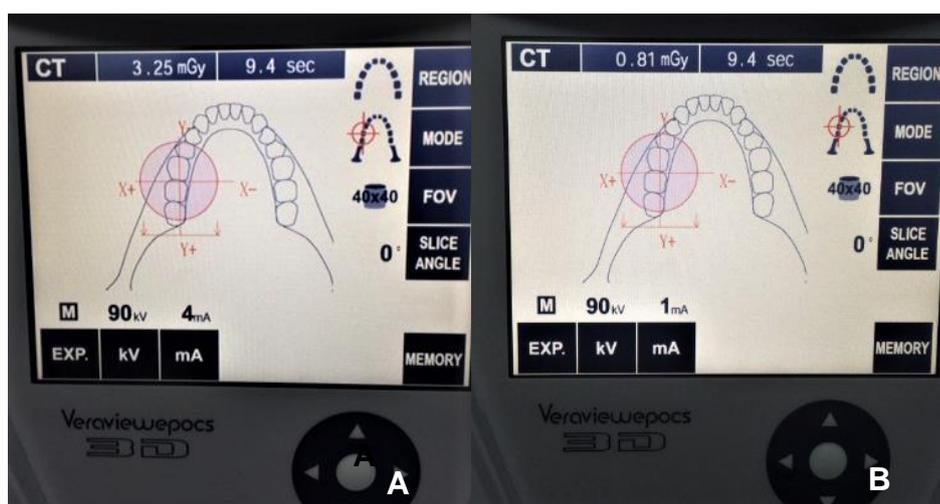


Figura 5 – Protocolo de Aquisição das Imagens de TCFC no Veraviewepocs3D R100 (A) Protocolo 4mA; (B) Protocolo 1mA.

Para as aquisições propriamente ditas, o dente de interesse foi posicionado no centro do FOV, na região de segundo pré-molar inferior esquerdo. A primeira

aquisição foi realizada com a guta-percha e, logo em seguida, esta foi removida do canal radicular cuidadosamente para não remover o dente do alvéolo. Posteriormente, o pino metálico foi inserido para o escaneamento, seguido do pino de fibra de vidro, com o mesmo cuidado para não haver alteração da posição do dente dentro do alvéolo. A última aquisição foi realizada com o dente sem material intracanal. Dessa forma, todas as aquisições foram obtidas sem retirar o dente da posição inicial, alterando apenas o material intracanal.

Após as aquisições, todas as imagens foram exportadas no formato DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) para posterior avaliação.

3.7 Avaliação das imagens

Com a finalidade de avaliar a influência da mA na avaliação de fraturas radiculares contendo diferentes materiais intracanal, foram realizadas duas avaliações: diagnóstico de fratura e qualidade da imagem.

Para o diagnóstico de fratura, foi utilizado o software OnDemand Dental (Cybermed Inc., Version 1.0.10.5385). Nela, as imagens foram analisadas em sala escura e utilizando monitor de 19 polegadas (AOC – Envision, China). Cada amostra foi avaliada de forma dinâmica, por três radiologistas orais calibrados e com experiência em tomografia computadorizada de feixe cônico, sem conhecimento da distribuição e quantidade das fraturas na amostra, sendo utilizado para tal uma escala de 5-pontos: 1 - definitivamente ausente, 2 - provavelmente ausente, 3 - incerteza, 4 - provavelmente presente e 5 - definitivamente presente. Ao avaliar as imagens, os avaliadores tiveram a liberdade de utilizar as ferramentas de brilho, contraste e zoom livremente.

Uma segunda escala de 5 pontos: 1 - muito ruim, 2 - ruim, 3 - aceitável, 4 - boa e 5 – excelente, foi determinada para a avaliação da qualidade da imagem. Considerando que o corte axial é o mais adequado para confirmar a presença de fraturas (39), foram selecionados três cortes no plano axial (cervical, médio e apical) no programa OnDemand Dental. Com o objetivo de minimizar as discrepâncias entre as localizações, alguns critérios foram utilizados: o corte axial cervical ocorreu 1mm abaixo da linha da junção amelocemetária, enquanto o corte apical foi selecionado na primeira imagem que era possível visualizar todo o diâmetro preenchido pelo pino metálico, na região mais apical do preparo. Determinado os dois pontos (cervical e

apical), uma mensuração foi realizada para obter o comprimento do pino, e a partir dessa medida o terço médio foi selecionado na metade do comprimento do pino metálico. Essas medidas foram referências para a seleção das imagens do mesmo dente com os outros três materiais intracanal, sendo realizado esse processo em todos os dentes. Após a seleção dos cortes, um template em formato PDF foi construído para cada dente (Figura 6).

Após duas semanas do fim de ambas as análises, 20% da amostra foi reavaliada sob as mesmas condições, sendo realizada novamente as análises de diagnóstico e qualidade da imagem, para se observar a reprodutibilidade intraexaminador.

3.8 Análise e Interpretação dos dados

Após a coleta, os dados foram tabulados em uma planilha no Excel e analisados pelo programa Prism v.8 (Graphpad, La Jolla, EUA). Foi calculada a área sob a curva ROC, sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo e valor preditivo negativo considerando os materiais de preenchimento do canal e a miliamperagem utilizada. Os valores de diagnóstico entre materiais dentro de cada miliamperagem foram comparados pelo modelo de análise de variância de um fator. O teste t de Student foi utilizado para a comparação dos valores de diagnóstico entre as miliamperagens para cada um dos materiais intracanal, com a correção de Bonferroni para múltiplas comparações. Os dados da qualidade de imagem foram comparados através do teste de qui-quadrado. O nível de significância adotado foi de 5%.

Para verificar a reprodutibilidade dos métodos (avaliação intraexaminador e interexaminador) foi utilizado o Teste Kappa ponderado de Cohen e interpretado como pobre (0-0,20), razoável (0,21-0,40), moderado (0,41-0,60), substancial (0,61-0,80), quase perfeito (0,81-0,99) e perfeito (1,00).

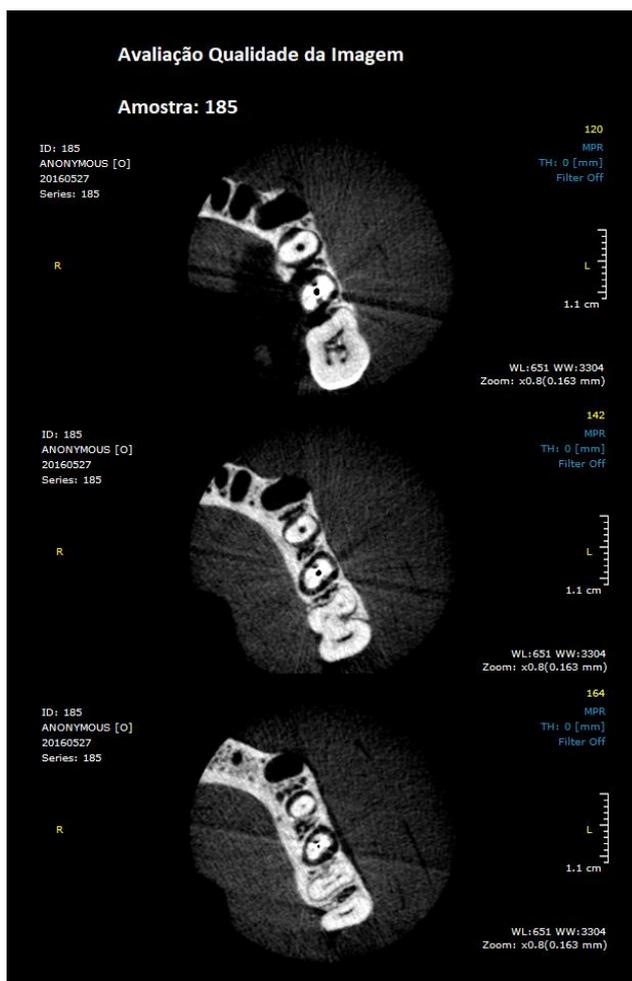


Figura 6 – Amostra 185 demonstrando template utilizado para avaliação da qualidade da imagem.

4 RESULTADOS

Os resultados da pesquisa encontram-se apresentados em forma de artigo, o qual está disposto no Apêndice A.

5 CONCLUSÃO

Nas condições testadas nesse estudo, é possível concluir que:

- 1- A TCFC apresenta boa acurácia no diagnóstico de FRVs quando adquirida com baixas miliamperagens (1 e 4mA).
- 2- A redução da miliamperagem de 4 para 1 não interfere no diagnóstico de FRV em dentes sem material intracanal, com guta percha ou pino metálico.
- 3- A presença de materiais intracanal influenciou na qualidade da imagem da TCFC, mas não influenciou na acurácia de fraturas.
- 4- O aumento da miliamperagem de 1 para 4 melhora a qualidade da imagem da TCFC na presença do pino de fibra de vidro e quando nenhum material intracanal está presente.

REFERÊNCIAS

1. Yiit Özer S, Ünlü G, Deer Y. Diagnosis and treatment of endodontically treated teeth with vertical root fracture: Three case reports with two-year follow-up. *J Endod.* 2011;37(1):97–102.
2. Tamse A. Vertical root fractures in endodontically treated teeth : diagnostic signs and clinical management. *Endod Top.* 2006;13(1):84–94.
3. Mizuhashi F, Ogura I, Sugawara Y, Oohashi M, Mizuhashi R, Saegusa H. Diagnosis of root fractures using cone - beam computed tomography : difference of vertical and horizontal root fracture. *Oral Radiol [Internet].* 2021;37(2):305–10. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11282-020-00453-y>
4. Pitts DL, Natkin E. Diagnosis and treatment of vertical root fractures. *J Endod.* 1983;9(8):338–46.
5. Fisekcioglu E, Dolekoglu S, Ilguy M, Ersan N, Ilguy D. In vitro detection of dental root fractures with cone beam computed tomography (CBCT). *Iran J Radiol.* 2014;11(1):1–8.
6. Kobayashi-Velasco S, Salineiro FCS, Gialain IO, Cavalcanti MGP. Diagnosis of alveolar and root fractures: an in vitro study comparing CBCT imaging with periapical radiographs. *J Appl Oral Sci.* 2017;25(2):227–33.
7. Chavda R, Mannocci F, Andiappan M, Patel S. Comparing the in vivo diagnostic accuracy of digital periapical radiography with cone-beam computed tomography for the detection of vertical root fracture. *J Endod [Internet].* 2014;40(10):1524–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2014.05.011>
8. Ardakani FE, Razavi SH, Tabrizizadeh M. Diagnostic value of cone-beam computed tomography and periapical radiography in detection of vertical root fracture. *Iran Endod J.* 2015;10(2):122–6.
9. Salineiro FCS, Kobayashi-Velasco S, Braga MM, Cavalcanti MGP. Radiographic diagnosis of root fractures: A systematic review, meta-analyses and sources of heterogeneity. *Dentomaxillofacial Radiol.* 2017;46(8):1–10.
10. Scarfe WC, Farman AG. What is Cone-Beam CT and How Does it Work ? *Dent Clin N Am* 52. 2008;52(4):707–30.
11. Eduardo L, Vieira M, Lima ED De, Silva KR. Assessment of the Influence of Different Intracanal Materials on the Detection of Root Fracture in Bicroot Teeth by Cone-beam Computed Tomography. *J Endod [Internet].* 2020;46(2):264–70. Available from:

- <https://doi.org/10.1016/j.joen.2019.10.028>
12. Durack C, Patel S. Cone beam computed tomography in endodontics. *Braz Dent J*. 2012;23(3):179–91.
 13. Dutra KL, Pachêco-Pereira C, Bortoluzzi EA, Flores-Mir C, Lagravère MO, Corrêa M. Influence of Intracanal Materials in Vertical Root Fracture Pathway Detection with Cone-beam Computed Tomography. *J Endod*. 2017;43(7):1170–5.
 14. Ferreira RI, Bahrami G, Isidor F, Wenzel A, Haiter-Neto F, Groppo FC. Detection of vertical root fractures by cone-beam computerized tomography in endodontically treated teeth with fiber-resin and titanium posts: An in vitro study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* [Internet]. 2013;115(1):e49–57. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.oooo.2012.06.012>
 15. Neves FS, Freitas DQ. Evaluation of Cone-beam Computed Tomography in the Diagnosis of Vertical Root Fractures : The Influence of Imaging Modes and Root Canal Materials. *JOE*. 2014;40(10):1530–6.
 16. Junqueira RB, Verner FS, Campos CN, Devito KL, Do Carmo AMR. Detection of vertical root fractures in the presence of intracanal metallic post: A comparison between periapical radiography and cone-beam computed tomography. *J Endod*. 2013;39(12):1620–4.
 17. Menezes RF De, Araújo NC De, Maria J, Santa C, Sanderana V, Carneiro M, et al. Detection of vertical root fractures in endodontically treated teeth in the absence and in the presence of metal post by cone-beam computed tomography. *BMC Oral Health* [Internet]. 2016;16:16–21. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s12903-016-0207-y>
 18. Byakova SF, Novozhilova NE, Makeeva IM, Grachev VI, Kasatkina I V. The detection of vertical root fractures in post-core restored teeth with cone-beam CT : in vivo and ex vivo. *Dentomaxillofacial Radiol*. 2019;48:20180327.
 19. Hekmatian E, Karbasi Kheir M, Fathollahzade H, Sheikhi M. Detection of Vertical Root Fractures Using Cone-Beam Computed Tomography in the Presence and Absence of Gutta-Percha. *Sci World J*. 2018;2018:1–5.
 20. Quintero-álvarez M, Bolaños-Alzate L-M, Villa-Machado P-A, Restrepo-Restrepo F-A, Tobón-Aroyave S-I. In vivo detection of vertical root fractures in endodontically treated teeth : Accuracy of cone-beam computed tomography and assessment of potential predictor variables. *J Clin Exp Dent*. 2021;13(2):119–31.
 21. Kwong JC, Palomo JM, Landers MA, Figueroa A, Hans MG. Image quality produced

- by different cone-beam computed tomography settings. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2008;133(2):317–27.
22. Pinto MGO, Rabelo KA, Melo SLS, Campos PSF, Oliveira LSAF. Influence of exposure parameters on the detection of simulated root fractures in the presence of various intracanal materials. *Int Endod J.* 2017;50:586–94.
 23. Pauwels R, Silkosessak O, Jacobs R, Bogaerts R, Bosmans H, Panmekiate S. A pragmatic approach to determine the optimal kVp in cone beam CT: Balancing contrast-to-noise ratio and radiation dose. *Dentomaxillofacial Radiol.* 2014;43(5).
 24. Pauwels R, Araki K, Siewerdsen JH, Thongvigitmanee SS. Technical aspects of dental CBCT : state of the art. *Dentomaxillofacial Radiol.* 2015;44:20140224.
 25. Neves FS, Freitas DQ, Campos PSF, Ekestubbe A, Lofthag-Hansen S. Evaluation of cone-beam computed tomography in the diagnosis of vertical root fractures: The influence of imaging modes and root canal materials. *J Endod.* 2014;40(10):1530–6.
 26. Tangari-Meira R, Vancetto JR, Dovigo LN, Tosoni GM. Influence of Tube Current Settings on Diagnostic Detection of Root Fractures Using Cone-beam Computed Tomography: An In Vitro Study. *J Endod.* 2017;43(10):1701–5.
 27. Iikubo M, Kagawa T, Fujisawa J, Kumasaka A, Nishioka T, Kojima I. Effect of exposure parameters and gutta - percha cone size on fracture - like artifacts in endodontically treated teeth on cone - beam computed tomography images. *Oral Radiol [Internet].* 2020;36:344–348. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11282-019-00411-3>
 28. UE. Cone Beam CT for Dental and Maxillofacial Radiology (Evidence-based Guidelines). *Radiat Prot Eur Comm [Internet].* 2012;156. Available from: http://www.sedentexct.eu/files/radiation_protection_172.pdf
 29. Salineiro FCS, Pinheiro LR, Santos Júnior O dos, Cavalcanti MGP. Detection of horizontal root fracture using four different protocols of cone-beam computed tomography. *Braz Oral Res.* 2015;29(1):1–6.
 30. Yamamoto-silva FP, Felipe C, Siqueira DO, Alves M, Santos G, Fonseca RB, et al. Influence of voxel size on cone-beam computed tomography-based detection of vertical root fractures in the presence of intracanal metallic posts. *Imaging Sci Dent.* 2018;48:177–84.
 31. Leonardo S, Melo S, Bortoluzzi EA, Abreu M, Corre M. Diagnostic Ability of a Cone-Beam Computed Tomography Scan to Assess Longitudinal Root Fractures in Prosthetically Treated Teeth. *JOE.* 2010;36(11):1879–82.
 32. Yiit Özer S. Detection of vertical root fractures by using cone beam computed

- tomography with variable voxel sizes in an in vitro model. *J Endod*. 2011;37(1):75–9.
33. Gaêta-Araujo H, Silva de Souza GQ, Freitas DQ, de Oliveira-Santos C. Optimization of Tube Current in Cone-beam Computed Tomography for the Detection of Vertical Root Fractures with Different Intracanal Materials. *J Endod*. 2017;43(10):1668–73.
 34. Jones D, Mannocci F, Andiappan M, Brown J, Patel S. The Effect of Alteration of the Exposure Parameters of a Cone-beam Computed Tomographic Scan on the Diagnosis of Simulated Horizontal Root Fractures. *J Endod* [Internet]. 2015;41(4):520–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2014.11.022>
 35. Elsaltani MH, Farid MM. Detection of Simulated Vertical Root Fractures : Which Cone-beam Computed Tomographic System Is the Most Accurate? *J Endod* [Internet]. 2016;42(6):972–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2016.03.013>
 36. Hassan B, Metska ME, Ozok AR. Comparison of Five Cone Beam Computed Tomography Systems for the Detection of Vertical Root Fractures. *J Endod* [Internet]. 2010;36(1):126–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2009.09.013>
 37. Schropp L, Alyass NS, Wenzel A, Stavropoulos A. Validity of wax and acrylic as soft-tissue simulation materials used in in vitro radiographic studies. *Dentomaxillofacial Radiol* [Internet]. 2012;41:686–90. Available from: doi: 10.1259/dmfr/33467269
 38. Katsumata A, Hirukawa A, Okumura S, Naitoh M, Fujishita M, Aiji E, et al. Effects of image artifacts on gray-value density in limited-volume cone-beam computerized tomography. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology*. 2007;104(6):829–36.
 39. Hassan B, Metska ME, Ozok AR. Detection of Vertical Root Fractures in Endodontically Treated Teeth by a Cone Beam Computed Tomography Scan. *JOE*. 2009;35(5):719–22.

APÊNDICE A – Artigo Científico para publicação no periódico Journal of Endodontics.

“Effect of milliamperage on the diagnosis of vertical root fractures in teeth with different intracanal materials using Cone-Beam Computed Tomography”

Running title:” Milliamperage effect on vertical radicular fractures detection in Cone-beam Computed Tomography”

Laísa Daniel Gondim¹; Renata Nogueira Ferraz²; Helena Ribeiro Aguiar Nascimento³; Maria Luiza dos Anjos Pontual⁴; Andréa dos Anjos Pontual⁵; Eduarda Helena Leandro Nascimento⁶; Flávia Maria de Moraes Ramos Perez⁷

1. DDS, MSc Student; Department of Clinical and Preventive Dentistry, Division of Oral Radiology, Federal University of Pernambuco (UFPE), Pernambuco, Brazil.

2. DDS, MSc; Department of Clinical and Preventive Dentistry, Division of Oral Radiology, Federal University of Pernambuco (UFPE), Pernambuco, Brazil.

3. DDS, PhD, Department of Clinical and Preventive Dentistry, Division of Oral Radiology, Federal University of Pernambuco (UFPE), Pernambuco, Brazil.

4, 5, 7. DDS, MSc, PhD; Department of Clinical and Preventive Dentistry, Division of Oral Radiology, Federal University of Pernambuco (UFPE), Pernambuco, Brazil.

6. DDS, MSc, PhD; Department of Dentistry, Division of Oral Radiology, Federal University of Sergipe (UFS), Sergipe, Brazil.

Conflict of Interest Statement

No conflict of interest.

Corresponding Author:

Flávia Maria de Moraes Ramos-Perez

Address:

Av. Prof. Artur de Sá, 329-481 - Cidade Universitária, Recife - PE Contact: +55 (83) 98865-0307; laisagondim.odonto@gmail.com

ABSTRACT

Introduction: This study aimed to evaluate the diagnosis ability and image quality of vertical root fractures (VRF), in teeth with different intracanal materials, using Cone-Beam Computed Tomography (CBCT) images produced with low milliamperage. **Methods:** CBCT images of 20 single-rooted teeth (10 control and 10 simulated VRF) were acquired using different tube currents (1 e 4mA) and intracanal materials (without material, gutta-percha, metallic post and fiber post). Three radiologists evaluated the images for image quality and the presence of fracture, using a 5-point scale. Diagnostic values were calculated and compared by 1-way analysis of variance (ANOVA) and Student's T test ($\alpha=0.05$). Qui-quadrado test was used for image quality. The significance level was 5%. **Results:** The milliamperage did not influence the accuracy, sensitivity, and specificity values for any of the intracanal materials ($p > 0.05$), except for the Az value of the fiber post ($p < 0.05$). With 4mA milliamperage, the metallic post presented high sensitivity when compared to gutta percha and without material ($p < 0,05$) and lower specificity when compared to group without material and fiberglass pin ($p < 0,05$). The presence of intracanal materials influence de image quality ($p < 0.001$). Increasing the milliamperage significantly improve the image quality for without material ($p < 0.001$) and fiber post ($p = 0.003$). **Conclusions:** Within the limitations of this study, it is possible to reduce the milliamperage (4-1mA) without reduction in the diagnostic quality of the CBCT scan, except for teeth with fiber post. With fiber post and without material better image quality is achieved using high millimperage (4mA).

Keywords: Cone-Beam Computed Tomography, Diagnosis, Tooth Fracture; Root Canal Filling Materials; Artefacts

INTRODUÇÃO

A tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) é bastante utilizada na Endodontia para a detecção de fraturas radiculares verticais quando a radiografia periapical demonstra resultados inconclusivos (1). Contudo, sua acurácia está atrelada à presença de dentes com diferentes materiais intracanal, além dos parâmetros de exposição aquisição (tamanho do campo de visão e voxel, grau de rotação, miliamperagem e quiovoltagem) escolhidos para a obtenção da imagem.

A presença de materiais intracanal com alto número atômico é responsável pela geração de artefatos derivados do fenômeno de endurecimento do feixe, os quais produzem imagens que mimetizam fraturas devido a formação de estrias e faixas hipodensas, estrias hiperdensas e pela distorção do material (2), comprometendo o diagnóstico e a qualidade da imagem adquirida.

Na detecção de fraturas radiculares verticais, uma menor acurácia é obtida quando há presença de materiais intracanal, havendo influência na sensibilidade e principalmente na especificidade do exame quando estruturas de maior número atômico como pinos metálicos e a guta-percha estão presentes. Esses são responsáveis por uma maior produção de artefatos em comparação com os pinos de fibra de vidro (3–9).

Uma melhora na qualidade da imagem e, conseqüentemente, no diagnóstico pode ser alcançada com o aumento da quilovoltagem e miliamperagem, uma vez que o primeiro promoverá uma atenuação na produção de artefatos pelo aumento da energia média do feixe, e juntamente com o aumento da miliamperagem, haverá diminuição do ruído da imagem, melhorando sua qualidade (10). Contudo, esses parâmetros devem ser criteriosamente justificados, em virtude do aumento da dose de radiação ao paciente. Ao se considerar o que diz o princípio de ALARA/ALADAIP, em que as doses de radiação devem ser mantidas o mais baixo possíveis sem prejudicar o diagnóstico, devemos sempre ponderar a relação qualidade da imagem com dose de radiação durante a obtenção do exame (11).

Levando em consideração a dose de radiação imposta ao paciente, estudos que avaliam a produção de artefatos e a qualidade da imagem têm demonstrado a possibilidade de atenuá-los ao associar altas quilovoltagens (60-90kVp) com baixas

miliamperagens, sendo possível produzir imagens com qualidade aceitável e menor dose de radiação (12,13).

Para o diagnóstico de fraturas radiculares verticais, os autores têm demonstrado que em condições sem material obturador ou na presença de pino de fibra de vidro, a redução da miliamperagem em 2 e 4mA, respectivamente, não acarreta em redução da acurácia do diagnóstico (9,14), necessitando uma maior miliamperagem apenas na presença da guta percha (8mA) e pinos metálicos (10mA)(9,15).

Contudo, poucos são os estudos na literatura que avaliam o efeito da miliamperagem na detecção de fraturas radiculares verticais, utilizando protocolos com alta quilovoltagem e corrente do tubo mais baixas, em dentes com diferentes materiais intracanal. Assim, o presente estudo teve o objetivo de avaliar a influência da diminuição da miliamperagem no diagnóstico de fratura radicular em dentes com diferentes materiais intracanal, utilizando a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC).

MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco (CCS-UFPE) (CAAE 22419319.2.0000.5208).

Preparação de amostra

Vinte pré-molares humanos unirradiculares extraídos por razões clínicas foram desinfetados, o tecido periodontal remanescente foi removido e suas coroas cortadas na junção cimento-esmalte com um cortador metalográfico (Isomet 1000® Buehler Limited, Lake Bluff, IL, EUA). O canal radicular foi instrumentado (sistema rotativo MtwoNiTi®, VDW, Munich, Alemanha) e o terço cervical e médio preparado para o pino intracanal utilizando broca de baixa rotação n⁰³ (Reforpost®, Angelus, Londrina, Brasil). 10 dentes foram fraturados usando a máquina de teste INSTRON 4411 (Instron Corporation, Canton, MA) e 10 atribuídos ao grupo controle.

Aquisição de imagem

Cada dente foi submetido a 8 aquisições, usando diferentes materiais intracanal: sem material intracanal, guta-percha (DentsplyMaillefer, Ballaigues, Suíça), pino metálico (liga de colbalto-cromo) e pino de fibra de vidro (Exacto®, Angelus, Londrina, Brasil); e com diferentes miliamperagens (1mA e 4mA). Nenhum material adesivo ou cimento endodôntico foi utilizado no processo.

Imagens de TCFC foram adquiridas no aparelho Veraviewepocs3D R100 (J. Morita, Japão), seguindo dois protocolos de exposição utilizando (90kvp, FOV 4cm x 4cm, tempo de exposição de 9,4 segundos, 0,125mm voxel e 3,25 mGye) e alterando a miliamperagem (1mA e 4mA). Para tanto, utilizou-se uma mandíbula humana macerada envolta em cera ortodôntica (15 mm de espessura) e três vértebras cervicais fixadas com cera 7. A amostra foi posicionada próxima a dois dentes (34 e 36) sem material intracanal e utilizando o mesmo alvéolo (segundo pré-molar esquerdo). Os materiais intracanal foram trocados sem mover o dente da posição inicial. Todas as imagens foram exportadas em formato DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) para posterior avaliação.

Avaliação das Imagens

As imagens foram avaliadas por 03 radiologistas orais com experiência em TCFC e sem conhecimento da distribuição e número de fraturas da amostra. Para análise do diagnóstico de fratura, foi utilizado o software OnDemand Dental (Cybermed Inc., Versão 1.0.10.5385, Estados Unidos) e uma escala de 5 pontos: 1 - definitivamente ausente, 2 - provavelmente ausente, 3 - incerteza, 4 - provavelmente presente e 5 - definitivamente presente. Ferramentas de brilho, contraste e zoom puderam ser utilizadas livremente, a critério dos avaliadores.

A análise da qualidade da imagem foi realizada por meio de templates em pdf que continham três cortes axiais (cervical, médio e apical). Para tanto, utilizou-se a amostra com pino metálico como padrão de corte dos outros materiais intracanal. O corte cervical foi definido 1mm abaixo da linha da junção amelocementária e o apical na primeira imagem que era possível visualizar todo o diâmetro preenchido pelo pino metálico, na região mais apical do preparo. Obtido esses dois pontos, o comprimento do pino foi definido e o terço médio selecionado na metade do valor obtido. Uma

segunda escala de 5 pontos (1 - muito ruim, 2 - ruim, 3 - aceitável, 4 - bom e 5 - excelente) foi utilizada para avaliar as amostras.

Duas semanas após, 20% de ambas as avaliações foram reavaliadas, a fim de verificar a reprodutibilidade intraexaminador.

Análise Estatística

Para análise estatística, foi utilizado o Prism v.8 (Graphpad, La Jolla, EUA). Visto que o valor da área sob a curva de ROC (Az) é utilizado para comparar o desempenho da ferramenta de diagnóstico na condição do exame, a sensibilidade para identificar os verdadeiramente positivos e a sensibilidade os verdadeiramente negativos; essas medidas, juntamente com os valores preditivos positivos e negativos, foram calculadas considerando os materiais intracanal e as miliamperagens utilizadas. O modelo de análise de variância de um fator foi usado para comparar os valores diagnósticos entre os materiais em cada miliamperagem e o teste T de Student para comparar os valores diagnósticos entre as miliamperagens para cada material intracanal, com a correção de Bonferroni para múltiplas comparações. Os dados da qualidade de imagem foram comparados através do teste de qui-quadrado. O nível de significância adotado foi de 5%.

Para verificar a reprodutibilidade dos métodos (avaliação intraexaminador e interexaminador) foi utilizado o teste Kappa ponderado de Cohen.

RESULTADOS

A média de reprodutibilidade intraexaminador foi substancial e a interexaminador moderada para o diagnóstico de fratura (0,721; 0,476) e qualidade de imagem (0,742; 0,431), respectivamente.

Os valores de diagnóstico de fratura de acordo com a miliamperagem empregada (1mA e 4 mA) e os tipos de material intracanal estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Média e desvio padrão (DP) dos valores da área sob a curva ROC (Az), sensibilidade, especificidade e valores preditivos positivos (VPP) e negativos (VPN) nas imagens obtidas com 1 e 4mA com os diferentes materiais intracanal.

	1mA Média (DP)				4mA Média (DP)			
	Sem Material	Guta percha	Pino Metálico	Fibra de Vidro	Sem Material	Guta percha	Pino Metálico	Fibra de Vidro
ROC (Az)	0,69 (0,02)A	0,73 (0,08)A	0,71 (0,08)A	0,67 (0,07)A*	0,78 (0,04)A	0,74 (0,07)A	0,77 (0,06)A	0,83 (0,06)A*
Sensibilidade	0,60 (0,26)A	0,60 (0,20)A	0,60 (0,44)A	0,63 (0,21)A	0,60 (0,00)B	0,50 (0,17)B	0,87 (0,06)A	0,63 (0,06)AB
Especificidade	0,77 (0,40)A	0,70 (0,20)A	0,40 (0,20)A	0,60 (0,44)A	0,93 (0,12)A	0,70 (0,26)AB	0,33 (0,15)B	0,93 (0,06)A
VPP	0,85 (0,25)A	0,69 (0,10)A	0,60 (0,05)A	0,68 (0,18)A	0,91 (0,14)A	0,72 (0,05)AB	0,56 (0,06)B	0,95 (0,08)A
VPN	0,68 (0,06)A	0,65 (0,06)A	0,85 (0,13)A	0,55 (0,20)A	0,69 (0,03)A	0,62 (0,05)A	0,70 (0,12)A	0,70 (0,01)A

Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa entre os materiais intracanal, dentro do mesmo grupo de mA.

* Indica uma diferença estatisticamente significativa entre as duas miliamperagens, para a mesma condição intracanal.

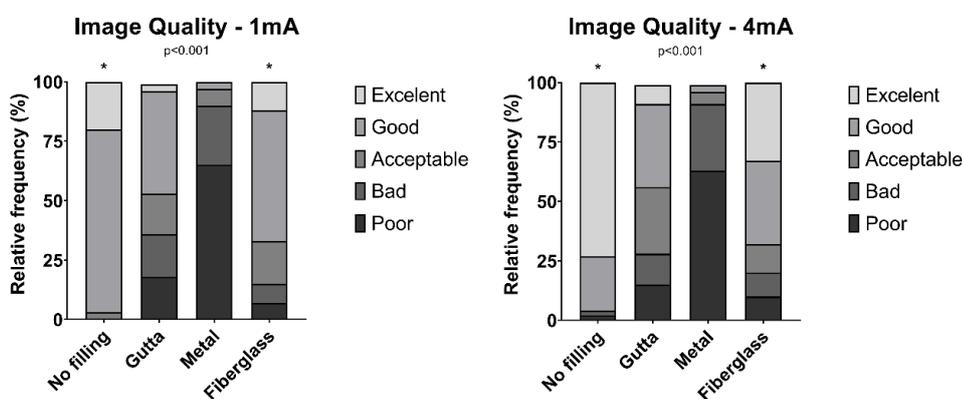
Foi possível observar que o material intracanal não influenciou os valores de Az dentro de cada miliamperagem testada ($p>0.05$). Entretanto, quando comparadas as miliamperagens entre si, para o mesmo material, o pino de fibra de vidro apresentou acurácia significativamente maior ($p<0,05$) com o aumento da mesma (4mA).

Não houve diferença na sensibilidade e especificidade entre os materiais com 1mA ($p>0.05$). Com 4mA, observou-se sensibilidade significativamente maior para o pino metálico, comparado ao grupo com gutta percha e sem material ($p<0,05$). Além disso, o pino metálico apresentou menor especificidade que os grupos sem material e pino de fibra de vidro ($p<0,05$).

Em 1mA não houve diferença estatística para os valores preditivos positivos e preditivos negativos ($p>0.05$). Porém, com 4mA, o pino metálico apresentou valor preditivo positivo menor em comparação aos grupos sem material e pino de fibra de vidro ($p<0,05$).

Na avaliação da qualidade da imagem, os diferentes materiais intracanal apresentaram diferença estatística entre si ($p<0.001$) para 1 e 4 mA. Em ambas as miliamperagens, melhor qualidade de imagem foi verificada na condição sem material, seguida pelo pino de fibra de vidro, a gutta percha e, por fim, o pino metálico. O aumento da miliamperagem de 1mA para 4mA, melhorou a qualidade da imagem para sem material ($p<0.001$) e com pino de fibra de vidro ($p=0.003$), contudo para gutta percha e pino metálico nenhuma melhora estatisticamente significativa foi verificada. (Gráfico 1).

Gráfico 1. Dados de qualidade de imagem expressos em frequência relativa para 1mA e 4mA.



DISCUSSÃO

No presente estudo foi avaliada a influência da baixa miliamperagem no diagnóstico de FRVs em imagens de TCFC. Visto que o valor de Az é uma ferramenta que avalia o diagnóstico na condição do exame, é importante destacar que os valores de Az apresentaram-se elevados para todos os materiais intracanal e miliamperagens utilizadas, demonstrando boa acurácia do exame para a detecção de fraturas radiculares verticais.

Os valores de Az demonstraram que reduzir a miliamperagem de 4-1mA em dentes com guta-percha, pinos metálicos ou sem material intracanal não influencia na detecção de fraturas radiculares verticais. Poucos são os trabalhos na literatura que avaliam a baixa miliamperagem na detecção de fraturas radiculares verticais com diferentes materiais intracanal. As divergências entre os parâmetros de exposição escolhidos e a metodologia empregada torna difícil realizar comparações com os resultados aqui obtidos. Além disso, nenhum dos estudos encontrados utilizou o tomógrafo aqui proposto, o Veraviewepocs3D R100.

A literatura demonstra que ao utilizar materiais intracanal e protocolos de miliamperagem reduzida (4-5mA), é possível identificar uma redução significativa na qualidade da imagem e conseqüentemente do valor de Az no diagnóstico (5,9,16–18), sendo os achados do presente estudo divergentes. Contudo, nas fraturas radiculares verticais, existem grandes variações de resultado. Por exemplo, na presença de guta-percha, variações de 0.47-0.57 com 4-5mA (9,16) a 0.77-0.80 (9,17,18) com 4-6,3mA podem ser encontradas.

A detecção das fraturas radiculares verticais e a qualidade da imagem em TCFC está atrelada aos artefatos formatos e esses dependem, dentre outros fatores, dos materiais odontológicos presentes e dos parâmetros de exposição escolhidos para obtenção do exame. O pino metálico é o que promove maior formação de artefatos provenientes do fenômeno do endurecimento do feixe, por apresentar alto número atômico. A presença de materiais metálicos acarreta em maior formação de estrias hipodensas e hiperdensas, mesmo quando em pequenas espessuras, como no caso dos pinos de fibra de vidro que contém fio central metálico (19). A magnitude dessa interferência é maior nas pequenas distâncias, de 1 a 1,5cm, da área do objeto metálico, contudo, sua formação também pode ser visualizada em distâncias maiores (20).

Gaêta et al. (2020) demonstraram que estruturas metálicas em um dente vizinho a área estudada pode influenciar na detecção de fraturas radiculares verticais, sendo essa condição piorada quando há metal presente nos dois dentes adjacentes (21). Essa mesma magnitude de efeito não pode ser visualizada na guta percha. Apesar de apresentar na sua composição sulfato de bário ($Z = 56$) e óxido de zinco ($Z = 30$), com números atômicos maiores que o Co-Cr (Co, $Z=27$; Cr, $Z=24$) presente nos materiais metálicos, o $BaSO_4$ e ZnO presentes na guta percha encontram-se em menor proporção em relação aos componentes orgânicos (polímeros e cera/resinas) e variam de acordo com a marca comercial do material (20,22), sendo os artefatos produzidos pela guta percha menores do que nos pinos metálicos.

Dentre os materiais estudados, melhores resultados de qualidade da imagem foram obtidos no grupo sem material seguido pelo pino de fibra de vidro, guta percha e o pino metálico, estando de acordo com a literatura encontrada (9,19,23). Apesar de não ter sido realizado uma quantificação dos artefatos formados, os resultados sugerem maior formação de artefatos e pior relação sinal ruído na condição com pinos metálicos e posteriormente a guta percha. A elevada formação desses artefatos em ambas as miliamperagens testadas, impossibilitou a visualização do efeito da miliamperagem sobre a qualidade da imagem. Ao avaliar imagens que continham menos artefatos, como nos pinos de fibra de vidro, a melhora da qualidade da imagem ocasionada pelo aumento da miliamperagem pode ser visualizada. Assim, ao considerar esse resultado e o estudo de Gaêta e colaboradores (16), é possível supor que miliamperagens mais altas do que as estudadas, promovam uma melhora na qualidade da imagem em dentes que apresentam pino metálico ou guta percha. Contudo, vale destacar que mesmo sem a melhora da imagem promovida pelo aumento da miliamperagem, os resultados aqui obtidos mostram bons valores de Az para dentes que continham pino metálico e guta percha. Assim, levando em consideração a dose de radiação imposta ao paciente e o princípio de ALARA/ALADAIP, o aumento dessa miliamperagem no intuito de melhorar a qualidade da imagem deve apresentar algum benefício adicional ao paciente para que seu aumento seja justificado.

Ao considerar os parâmetros de exposição na detecção de fraturas radiculares verticais, estudos demonstram que uma melhor acurácia é obtida quando utilizados protocolos com voxels e FOV pequenos, alta quilovoltagem e a centralização no FOV

da área de interesse (10,13,24,25). Entretanto, ao avaliar a miliamperagem, tem-se demonstrado que apesar de ser possível sua redução, diante de materiais intracanal com maior número atômico como pinos metálicos e a guta percha, valores mais elevados de miliamperagem são desejados para haver uma melhor qualidade da imagem e acurácia no diagnóstico (9,15).

Ao abaixar a miliamperagem, é verificado uma redução na acurácia quando o pino metálico está presente (5,21). Apesar do valor de Az para o pino metálico entre as duas miliamperagens não ter sido significativo, observa-se que com 4mA o material apresentou os maiores valores de sensibilidade e menores valores de especificidade e valor preditivo positivo. Assim, correlaciona-se um aumento do índice de falso-positivos decorrente da elevada formação de artefatos do tipo faixas hipodensas, promovida pelo fenômeno de endurecimento do feixe.

O único material que apresentou alteração significativa no valor de Az ao reduzir a miliamperagem, foi o pino de fibra de vidro. Este resultado é intrigante, visto que a literatura demonstra a menor influência na qualidade da imagem e na detecção de fraturas radiculares desse material dentre os outros materiais intracanal estudados (3,9,16,19).

Todavia, o que se observa é que o valor de Az reportado no presente estudo para 1 mA (0.67) é similar aos encontrados por Gaêta-Araujo et.al. (0.72) utilizando 4mA (16) e Neves et al. (0.65 - 0.74) utilizando 5mA e diferentes modos de imagem (High-speed, high-fidelity, high-resolution, standard) (9). Assim, a hipótese levantada é de que a combinação dos parâmetros escolhidos tenha influenciado positivamente o diagnóstico das FRVs, uma vez que foram obtidos resultados similares mesmo com a redução da miliamperagem (1mA). Provavelmente, com o aumento da mA (4mA), houve redução do ruído da imagem e conseqüentemente, um maior número de Az foi obtido.

O valor de Az verificado com 4mA (0.83) para os pinos de fibra de vidro, foi semelhante ao demonstrado por Vieira et al. (0.78), contudo os autores utilizaram 8mA (3). Este resultado ressalta a importância da realização de estudos que otimizem os protocolos para aquisição de imagens tomográficas, de modo a reduzir a dose de radiação imposta ao paciente.

Diante do exposto, levando em consideração o princípio de ALARA/ALADAIP e os bons valores de Az obtidos em ambas as miliamperagens, recomendamos em situações semelhantes as aqui estudadas a redução da miliamperagem (4-1mA) nos casos de suspeita de FRV em dentes com guta percha, pino metálico e sem material.

Com relação a concordância intra e interexaminador, o presente estudo teve correlação substancial e moderada, respectivamente, tanto para o diagnóstico da fratura como na avaliação subjetiva da qualidade da imagem. Estudos anteriores demonstram que essa relação de coerência é difícil de ser encontrada quando avaliada a detecção de fraturas radiculares, principalmente quando há materiais intracanal presentes, sendo essa relação classificada como baixa (16,21). Nesse estudo, três radiologistas experientes e familiarizados com o software realizaram a avaliação. Essa experiência pode ter sido responsável por esse resultado positivo na relação intraexaminador.

Apesar dos resultados promissores obtidos, é importante destacar algumas limitações referente ao método de confecção das amostras. Para poder reproduzir as fraturas radiculares verticais, foi necessário remover as coroas dos dentes. Sabemos que, in vivo, a presença de outros materiais restauradores como as coroas metalocerâmicas e restaurações metálicas extensas, podem influenciar na detecção das fraturas radiculares verticais. Além disso, em situações in vivo é possível identificar alterações no tecido ósseo peri-radicular de suporte, mesmo em fases iniciais, que auxiliam na identificação da fratura; fator que não pode ser utilizado nas simulações in vitro.

Por isso, se faz imprescindível a realização de mais estudos na área a fim de verificar a influência que outros parâmetros de exposição vão produzir na qualidade da imagem e na detecção das fraturas radiculares verticais, quando associadas a uma alta quilovoltagem e mA reduzidas. Além disso, deve-se associar os parâmetros aqui utilizados a outras formas de atenuar a formação de artefatos como a ferramenta de redução de artefatos metálicos e a utilização de filtros.

CONCLUSÃO

Nas condições testadas nesse estudo, é possível concluir que:

- 1- A TCFC apresenta boa acurácia no diagnóstico de FRVs quando adquirida com baixas miliamperagens (1 e 4mA).
- 2- A redução da miliamperagem de 4 para 1 não interfere no diagnóstico de FRV em dentes sem material intracanal, com guta percha ou pino metálico.
- 3- A presença de materiais intracanal influenciou na qualidade da imagem da TCFC, mas não influenciou na acurácia de fraturas.
- 4- O aumento da miliamperagem de 1 para 4 melhora a qualidade da imagem da TCFC na presença do pino de fibra de vidro e quando nenhum material intracanal está presente.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors deny any conflicts of interest related to this study

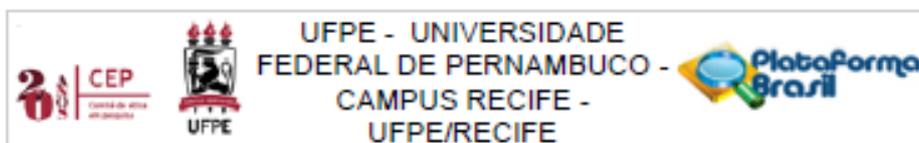
REFERÊNCIAS

1. Tamse A. Vertical root fractures in endodontically treated teeth : diagnostic signs and clinical management. *Endod Top.* 2006;13(1):84–94.
2. Durack C, Patel S. Cone beam computed tomography in endodontics. *Braz Dent J.* 2012;23(3):179–91.
3. Eduardo L, Vieira M, Lima ED De, Silva KR. Assessment of the Influence of Different Intracanal Materials on the Detection of Root Fracture in Bicrootated Teeth by Cone-beam Computed Tomography. *J Endod [Internet].* 2020;46(2):264–70. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2019.10.028>
4. Junqueira RB, Verner FS, Campos CN, Devito KL, Do Carmo AMR. Detection of vertical root fractures in the presence of intracanal metallic post: A comparison between periapical radiography and cone-beam computed tomography. *J Endod.* 2013;39(12):1620–4.
5. Menezes RF De, Araújo NC De, Maria J, Santa C, Sanderana V, Carneiro M, et al. Detection of vertical root fractures in endodontically treated teeth in the absence and in the presence of metal post by cone-beam computed tomography. *BMC Oral Health [Internet].* 2016;16:16–21. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s12903-016-0207-y>
6. Hekmatian E, Karbasi Kheir M, Fathollahzade H, Sheikhi M. Detection of Vertical Root Fractures Using Cone-Beam Computed Tomography in the Presence and Absence of Gutta-Percha. *Sci World J.* 2018;2018:1–5.
7. Quintero-álvarez M, Bolaños-Alzate L-M, Villa-Machado P-A, Restrepo-

- Restrepo F-A, Tobón-Arroyave S-I. In vivo detection of vertical root fractures in endodontically treated teeth : Accuracy of cone-beam computed tomography and assessment of potential predictor variables. *J Clin Exp Dent*. 2021;13(2):119–31.
8. Dutra KL, Pachêco-Pereira C, Bortoluzzi EA, Flores-Mir C, Lagravère MO, Corrêa M. Influence of Intracanal Materials in Vertical Root Fracture Pathway Detection with Cone-beam Computed Tomography. *J Endod*. 2017;43(7):1170–5.
 9. Neves FS, Freitas DQ, Campos PSF, Ekestubbe A, Lofthag-Hansen S. Evaluation of cone-beam computed tomography in the diagnosis of vertical root fractures: The influence of imaging modes and root canal materials. *J Endod*. 2014;40(10):1530–6.
 10. Pauwels R, Araki K, Siewerdsen JH, Thongvigitmanee SS. Technical aspects of dental CBCT : state of the art. *Dentomaxillofacial Radiol*. 2015;44:20140224.
 11. UE. Cone Beam CT for Dental and Maxillofacial Radiology (Evidence-based Guidelines). *Radiat Prot Eur Comm* [Internet]. 2012;156. Available from: http://www.sedentexct.eu/files/radiation_protection_172.pdf
 12. Iikubo M, Kagawa T, Fujisawa J, Kumasaka A, Nishioka T, Kojima I. Effect of exposure parameters and gutta - percha cone size on fracture - like artifacts in endodontically treated teeth on cone - beam computed tomography images. *Oral Radiol* [Internet]. 2020;36:344–348. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11282-019-00411-3>
 13. Panmekiate S, Rungwittayathon P, Suptaweeponboon W, Tangtraitham N, Pauwels R. Optimization of exposure parameters in dental cone beam computed tomography using a 3-step approach. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* [Internet]. 2018;126(6):545–52. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.oooo.2018.08.004>
 14. Jones D, Mannocci F, Andiappan M, Brown J, Patel S. The Effect of Alteration of the Exposure Parameters of a Cone-beam Computed Tomographic Scan on the Diagnosis of Simulated Horizontal Root Fractures. *J Endod* [Internet]. 2015;41(4):520–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2014.11.022>
 15. Tangari-meira R, Vancetto R. Influence of Tube Current Settings on Diagnostic Detection of Root Fractures Using Cone-beam Computed Tomography : An In Vitro Study. *JOE*. 2017;43(10):1701–5.
 16. Gaêta-Araujo H, Silva de Souza GQ, Freitas DQ, de Oliveira-Santos C. Optimization of Tube Current in Cone-beam Computed Tomography for the Detection of Vertical Root Fractures with Different Intracanal Materials. *J Endod*. 2017;43(10):1668–73.
 17. Pinto MGO, Rabelo KA, Melo SLS, Campos PSF, Oliveira LSAF. Influence of exposure parameters on the detection of simulated root fractures in the presence of various intracanal materials. *Int Endod J*. 2017;50:586–94.
 18. Tangari-Meira R, Vancetto JR, Dovigo LN, Tosoni GM. Influence of Tube Current Settings on Diagnostic Detection of Root Fractures Using Cone-beam Computed Tomography: An In Vitro Study. *J Endod*. 2017;43(10):1701–5.

19. Diniz de Lima E, Lira de Farias Freitas AP, Mariz Suassuna FC, Sousa Melo SL, Bento PM, Pita de Melo D. Assessment of Cone-beam Computed Tomographic Artifacts from Different Intracanal Materials on Bicrooted Teeth. *J Endod* [Internet]. 2019;45(2):209-213.e2. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.11.007>
20. Gaêta-araujo H, Helena E, Nascimento L, Fontenele RC, Xavier A, Mancini M, et al. Magnitude of beam-hardening artifacts produced by gutta-percha and metal posts on cone- beam computed tomography with varying tube current. *Imaging Sci Dent*. 2020;50:1–7.
21. Gaêta-Araújo H, Reis LDO, Nascimento L, Helena E, Oliveira-Santos, Nicolly Oliveira- Santos C. Influence of Metal Post in Adjacent Teeth in the Detection of Vertical Root Fracture Using Cone-beam Computed Tomography with Different Acquisition Parameters. *JOE*. 2020;46(11):1655–61.
22. Pinto MGO, Rabelo KA, Melo SLS, Campos PSF, Oliveira LSAF. Influence of exposure parameters on the detection of simulated root fractures in the presence of various intracanal materials. *Int Endod J*. 2016;50(6):586–94.
23. Ferreira RI, Bahrami G, Isidor F, Wenzel A, Haiter-Neto F, Groppo FC. Detection of vertical root fractures by cone-beam computerized tomography in endodontically treated teeth with fiber-resin and titanium posts: An in vitro study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* [Internet]. 2013;115(1):e49–57. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.oooo.2012.06.012>
24. Pauwels R, Silkosessak O, Jacobs R, Bogaerts R, Bosmans H, Panmekiate S. A pragmatic approach to determine the optimal kVp in cone beam CT: Balancing contrast-to-noise ratio and radiation dose. *Dentomaxillofacial Radiol*. 2014;43(5).
25. Iikubo M, Nishioka T, Okura S, Kobayashi K, Sano T, Katsumata A, et al. Influence of voxel size and scan field of view on fracture-like artifacts from gutta-percha obturated endodontically treated teeth on cone-beam computed tomography images. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* [Internet]. 2016;122(5):631–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.oooo.2016.07.014>

ANEXOS A - Parecer do comitê de ética em pesquisa/ UFPE



UFPE - UNIVERSIDADE
FEDERAL DE PERNAMBUCO -
CAMPUS RECIFE -
UFPE/RECIFE

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação do efeito da miliamperagem da Tomografia Computadorizada de Felxe Cônico no diagnóstico de fraturas radiculares em dentes tratados endodonticamente.

Pesquisador: LAISA DANIEL GONDIM

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 22419319.2.0000.5208

Instituição Proponente: CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.689.867

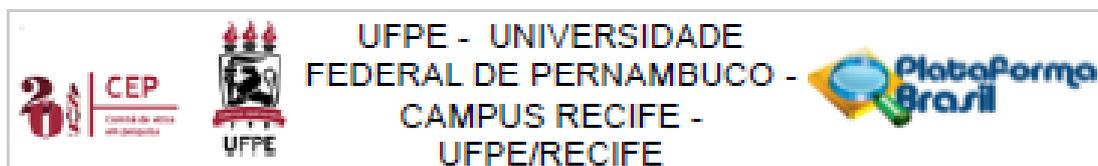
Apresentação do Projeto:

Trata-se de projeto de pesquisa para Dissertação do Curso de Pós Graduação em Odontologia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) de Laisa Daniel Gondim, sob a orientação da Profa. Flávia Maria De Moraes Ramos Perez.

O diagnóstico de fratura radicular deve ser realizado com o uso da sonda periodontal e em seguida com radiografias periapicais (RP) com pelo menos duas angulações distintas. Entretanto, estudos mostram que ao se comparar a identificação de fraturas verticais pela TCFC com as RPs, a acurácia da TCFC é significativamente maior que a RP, sendo um método de escolha quando a radiografia convencional não apresenta o resultado esperado. Contudo, alguns fatores podem influenciar a identificação das fraturas, como por exemplo, a presença dos artefatos criados pelos diversos materiais intracanaís, levando a uma redução da sensibilidade e especificidade do exame. Assim, a fim de reduzir a produção de artefatos, diversas estratégias têm sido testadas como a utilização de filtros, zooms e as variações nos protocolos de exposição, como a miliamperagem. Com isso, o objetivo do presente estudo será avaliar, através de um estudo de base de dados (dados secundários), a influência da miliamperagem no diagnóstico de fratura radicular em dentes tratados endodonticamente, utilizando a tomografia computadorizada de felxe cônico (TCFC).

O estudo será de base de dados, in vitro, com a utilização de dados secundários obtidos através de um estudo anterior aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde

Endereço: Av. de Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-800
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (51)2126-8588 **E-mail:** cepccs@ufpe.br



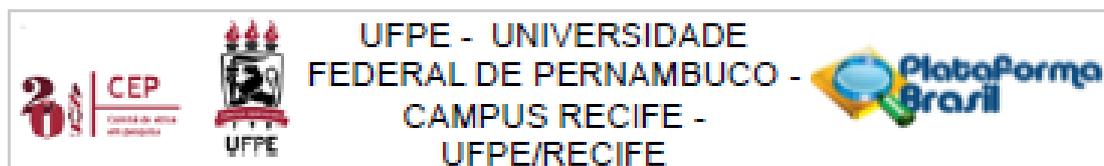
Continuação do Parecer: 3.699.887

da Universidade Federal de Pernambuco (CCS-UFPE), com parecer de número 1.892.952. No mesmo, foram obtidas 240 imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico de dentes humanos, apresentando ou não fraturas radiculares (fraturas simuladas), adaptados à mandíbula seca, utilizando-se vários materiais intracanal (sem material, com guta percha, com pino de fibra de vidro e pino metálico fundido) e a miliamperagem de 1mA e 4mA para avaliação e os parâmetros padrão de 90kvp, FOV 4cm x 4cm, tempo de exposição de 9,4 segundos, voxel de 0,125mm. Após a nova aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco (CCS-UFPE), os dados secundários contendo as imagens obtidas no estudo anterior serão adquiridas. Ao todo serão utilizadas todas as tomografias (n=240) realizadas em 30 dentes humanos posicionados em mandíbula seca previamente no antigo estudo. Cada dente foi incidido pelo feixe de raios X oito vezes sendo utilizado os materiais intracanal (sem material, com guta percha, com pino de fibra de vidro e pino metálico fundido) e com as miliamperagens (1mA e 4mA). Para o presente estudo será utilizado a mesma divisão de grupos do trabalho anterior, que se apresentava da forma citada abaixo. Cada grupo teve duas incidências realizadas, sendo utilizado 1mA e 4mA.

- Dentes controles sem material intracanal (n=10);
- Dentes controles com pino metálico (n=10);
- Dentes controles com pino de fibra de vidro (n=10);
- Dentes controles com guta percha (n=10);
- Dentes fraturados sem material intracanal (n=10);
- Dentes fraturados com pino metálico (n=10);
- Dentes fraturados com pino de fibra de vidro (n=10);
- Dentes fraturados com guta percha (n=10);
- Dentes trincados sem material intracanal (n=10);
- Dentes trincados com pino metálico (n=10);
- Dentes trincados com com pino de fibra de vidro (n=10);
- Dentes trincados com com guta percha (n=10);

Para o diagnóstico de fratura radicular, as imagens serão analisadas de forma dinâmica, por 3 radiologistas calibrados com experiência em tomografia computadorizada de feixe cônico, sem conhecimento da distribuição e quantidade das fraturas na amostra. As imagens serão avaliadas em uma escala de 5-pontos: 1 - definitivamente ausente, 2 - provavelmente ausente, 3 - incerteza, 4 - provavelmente presente e 5 - definitivamente presente. A análise das tomografias inicialmente será feita em três etapas. Na primeira será utilizado todas as imagens dos dentes

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
 Bairro: Cidade Universitária CEP: 50.740-800
 UF: PE Município: RECIFE
 Telefone: (81)2128-8588 E-mail: cepccs@ufpe.br



Continuação do Parecer: 3.608.867

controles e daqueles contendo fratura radicular completa obtidas com a millamperagem de 1mA e 4mA, utilizando o programa On Demand3D (Cybermed, Version 1.0.10.5385) sem utilizar nenhum filtro, que auxilie no diagnóstico. Na segunda fase, será analisado todas as Imagens obtidas com 4mA, mas fazendo uso dos programas On Demand3D (Cybermed, Version 1.0.10.5385) e E-vol DX (CDTsoftware), contudo, novamente sem utilizar filtros. Por fim, num terceiro momento, todas as Imagens serão avaliadas no programa E-vol DX (CDTsoftware) utilizando o filtro BAR (Blooming Artifact Reduction). Com o intuito de avaliar apenas a influência do filtro utilizado, nenhum tipo de ajuste de brilho e contraste, bem como o uso da ferramenta "zoom" será permitido. Em cada etapa será realizado a avaliação da qualidade subjetiva da Imagem, na qual será classificada em: 1 - muito ruim, 2 - ruim, 3 - aceitável, 4 - boa e 5 - excelente. Por fim, após duas semanas, 20% da amostra será reavaliada, sendo realizada novamente as três fases, para se observar a reprodutibilidade intraexaminador.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

- Avaliar o efeito da millamperagem da tomografia computadorizada de feixe cônico no diagnóstico de fratura radicular em dentes tratados endodonticamente;

Objetivo Secundário:

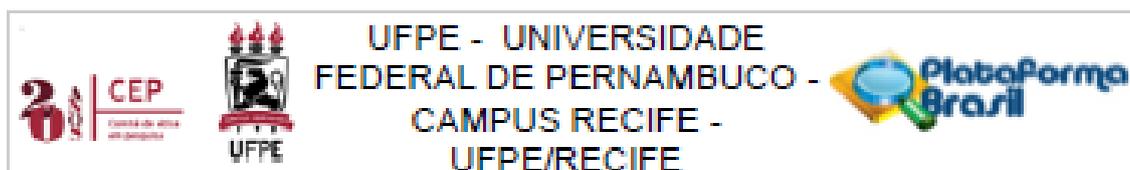
- Aferir a relação de sensibilidade e especificidade da Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico no diagnóstico das fraturas radiculares verticais (FRVs);
- Verificar a influência dos materiais intracanales no diagnóstico de fraturas radiculares verticais (FRVs);
- Analisar a qualidade subjetiva das imagens obtidas pela Tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC).
- Averiguar a eficiência de diferentes softwares como auxiliares no diagnóstico de fraturas radiculares; • Examinar a eficácia do uso de filtros na identificação de fraturas radiculares via TCFC.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

A realização da presente pesquisa obedecerá aos preceitos éticos da Resolução 510/16 do Conselho Nacional de Saúde. Em situações não contempladas por essa Resolução, prevalecerão os princípios éticos contidos na Resolução CNS n o 466 de 2012. Visto que se trata de uma pesquisa de dados secundários de um estudo in vitro, os riscos que a pesquisa pode apresentar é o de

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
 Bairro: Cidade Universitária CEP: 50.740-600
 UF: PE Município: RECIFE
 Telefone: (81)2126-8588 E-mail: cepcos@ufpe.br



Continuação do Parecer: 3.699.007

extravio ou danos às Imagens já adquiridas na pesquisa Inicial. Como o material a ser utilizado é digital, o risco pode ser minimizado através da disponibilização de uma cópia das Imagens obtidas a fim de ser utilizado na pesquisa em questão, sendo os dados originais preservados e mantidos com o pesquisador responsável pelo primeiro projeto.

Benefícios:

Dentre os benefícios encontrados com o presente projeto está o de melhorar o diagnóstico de fraturas radiculares verticais via TCFC, visto que ainda se apresenta como uma dificuldade na prática clínica odontológica. Desenvolver estudos sobre os parâmetros de exposição como a miliamperagem e avaliar a forma de análise de exames radiográficos por meio de softwares e filtros acameta, respectivamente, em menos dose de radiação para o paciente e diagnósticos cada vez mais precisos, o que beneficia o tratamento e, conseqüentemente, a resolução da queixa do paciente.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Apresenta importância quando avalia as Imagens radiológicas sob o aspecto de 2 amperagens diferentes.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Apresenta a documentação necessária.

Recomendações:

Sem Recomendações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem Pendências.

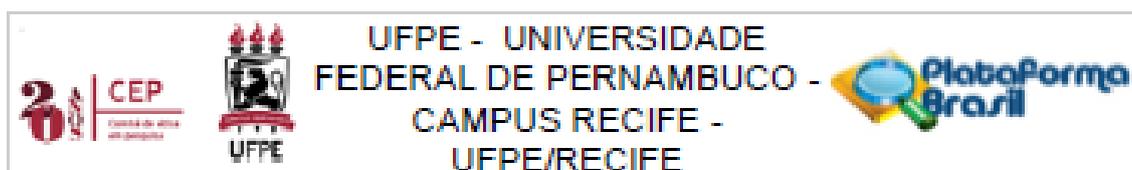
Considerações Finais a critério do CEP:

O Protocolo foi avaliado na reunião do CEP e está APROVADO para Iniciar a coleta de dados. Informamos que a APROVAÇÃO DEFINITIVA do projeto só será dada após o envio da Notificação com o Relatório Final da pesquisa. O pesquisador deverá fazer o download do modelo de Relatório Final para enviá-lo via "Notificação", pela Plataforma Brasil. Siga as Instruções do link "Para enviar Relatório Final", disponível no site do CEP/UFPE. Após apreciação desse relatório, o CEP emitirá novo Parecer Consubstanciado definitivo pelo sistema Plataforma Brasil.

Informamos, ainda, que o (a) pesquisador (a) deve desenvolver a pesquisa conforme delineada neste protocolo aprovado, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao voluntário participante (Item V.3., da Resolução CNS/MS Nº 466/12).

Eventuais modificações nesta pesquisa devem ser solicitadas através de EMENDA ao projeto,

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
 Bairro: Cidade Universitária CEP: 50.740-600
 UF: PE Município: RECIFE
 Telefone: (51)2126-8588 E-mail: cepocs@ufpe.br



Continuação do Parecer: 3.036.007

Identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas.

Para projetos com mais de um ano de execução, é obrigatório que o pesquisador responsável pelo Protocolo de Pesquisa apresente a este Comitê de Ética, relatórios parciais das atividades desenvolvidas no período de 12 meses a contar da data de sua aprovação (Item X.1.3.b., da Resolução CNS/MS Nº 466/12). O CEP/UFPE deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Item V.5., da Resolução CNS/MS Nº 466/12). É papel do/a pesquisador/a assegurar todas as medidas imediatas e adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e ainda, enviar notificação à ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária, junto com seu posicionamento.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1436757.pdf	01/10/2019 09:41:36		Aceito
Outros	curriculolaisa.pdf	01/10/2019 09:41:23	LAISA DANIEL GONDIM	Aceito
Outros	curriculolaisa.pdf	01/10/2019 09:41:00	LAISA DANIEL GONDIM	Aceito
Outros	TermoDeConfidencialidade.pdf	01/10/2019 09:23:16	LAISA DANIEL GONDIM	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projetoCEPFinalLaisa.docx	01/10/2019 09:19:42	LAISA DANIEL GONDIM	Aceito
Folha de Rosto	FolhaDeRosto.pdf	01/10/2019 09:18:54	LAISA DANIEL GONDIM	Aceito
Outros	CartaAnuenciadeclaracao.pdf	29/09/2019 20:32:49	LAISA DANIEL GONDIM	Aceito
TCE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	JustificativaTCE.pdf	29/09/2019 20:17:10	LAISA DANIEL GONDIM	Aceito
Outros	Decl_Vinculo.pdf	25/09/2019 09:08:05	LAISA DANIEL GONDIM	Aceito

Situação do Parecer:

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
 Bairro: Cidade Universitária CEP: 50.740-600
 UF: PE Município: RECIFE
 Telefone: (81)2126-8588 E-mail: cepcos@ufpe.br