

Trabalho de Conclusão de Curso

COMPARAÇÃO ENTRE RADIOGRAFIA PERIAPICAL, PANORÂMICA E TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO NO DIAGNÓSTICO DE REABSORÇÕES RADICULARES APICAIS EXTERNAS

Gilberto de Souza Melo



**Universidade Federal de Santa Catarina
Curso de Graduação em Odontologia**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

Gilberto de Souza Melo

**COMPARAÇÃO ENTRE RADIOGRAFIA PERIAPICAL, PANORÂMICA
E TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO NO
DIAGNÓSTICO DE REABSORÇÕES RADICULARES APICAIS
EXTERNAS.**

Trabalho apresentado à Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para a conclusão do Curso de Graduação em Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Corrêa

Florianópolis

2015

Gilberto de Souza Melo

**COMPARAÇÃO ENTRE RADIOGRAFIA PERIAPICAL, PANORÂMICA E
TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO NO DIAGNÓSTICO DE
REABSORÇÕES RADICULARES APICAIS EXTERNAS.**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para a obtenção do título de cirurgião-dentista e aprovado em sua forma final pelo Departamento de Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 19 de Novembro de 2015.

Prof.^a Dr.^a Daniela Lemos Carcereri, UFSC
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Márcio Corrêa, UFSC
Orientador

Prof. Dr. Daltro Enéas Ritter, UFSC
Membro

Ms. Leticia Fernanda Haas, UFSC
Membro

RESUMO

A reabsorção radicular apical externa (RRAE) é uma reabsorção patológica que pode acometer as raízes dentais em qualquer etapa da vida, sua etiologia é múltipla, porém, pode ocorrer principalmente como efeito secundário ao tratamento ortodôntico. O diagnóstico desse tipo de reabsorção é feito exclusivamente por exames de imagem, contudo a intensidade e variabilidade das reabsorções, associadas as limitações de cada modalidade de imagem, tornam difícil a avaliação precisa dessas lesões. O objetivo deste trabalho foi avaliar e comparar a capacidade diagnóstica da radiografia periapical, panorâmica e da tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) em relação às reabsorções radiculares apicais externas. Foi realizada uma pesquisa computadorizada em sistemas de base de dados (PUBMED, SCIELO, BIREME, LILACS), através da busca por artigos científicos publicados até o presente momento (2015). Os artigos foram escolhidos por sua relevância em verificar a sensibilidade e especificidade da TCFC, correlacionar medidas tomográficas com a radiografia periapical e panorâmica e determinar as indicações e limitações para o uso destes exames por imagem em relação ao diagnóstico da RRAE em seus diferentes estágios de desenvolvimento. Foi concluído que a panorâmica possui a menor capacidade diagnóstica e que a radiografia periapical continua sendo a mais indicada para a rotina de detecção da RRAE. Além disso, apesar de vários estudos demonstrarem a superioridade da TCFC sobre esses exames, seu uso deve ser justificado tendo em vista as elevadas doses de radiação.

Palavras-chave: Reabsorção da Raiz, Diagnóstico por Imagem, Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico, Radiografia Dentária, Radiografia Panorâmica.

ABSTRACT

External apical root resorption (EARR) is a pathological condition that affects dental root and can occur at any stage of life, it presents multiple etiology, although it is highly reported to occur post orthodontic treatment. The diagnosis of this type of root resorption is exclusively based on imaging exams, although the intensity and variability of EARR, alongside with the limitations of each diagnostic imaging modalities, may interfere with the accuracy of the final diagnosis. The aim of this study was to compare and evaluate the diagnostic capacity of periapical radiography, panoramic radiography and cone-beam computed tomography (CBCT) upon the diagnosis of EARR. This study was conducted through digital database (PUBMED, SCIELO, BIREME, LILACS) by searching for scientific articles published until the present date (2015). The articles were selected by its relevance when evaluating the sensibility and specificity of CBCT, comparing tomographic data with periapical and panoramic radiography and appointing the indications/limitations for the use of these types of diagnostic imaging exams upon EARR within its different stages of development. It was found that panoramic radiography is the least accurate and that periapical radiographs are still the first choice in routine diagnostic of EARR. In addition, despite many studies have proved CBCT to be a reliable tool for evaluation of EARR comparing to conventional radiography, there must be specific indications for its use in order to justify the higher radiation exposure.

Keywords: Root Resorption, Diagnostic Imaging, Cone-Beam Computed Tomography, Dental Radiography, Panoramic Radiography.

Agradecimentos

Aos meus pais **Gilberto** e **Ligia**,

Somente duas pessoas no mundo sabem a honra que é ter vocês como pais. Vocês que, mesmo a distância, sempre estiveram presentes nos momentos de dúvida e angústia, sem nunca medir esforços para prover todo o apoio que estava ao alcance. Apesar de uma simples nota de agradecimento não ser suficiente para demonstrar todo o orgulho que tenho de vocês, deixo aqui registrado minha imensa gratidão, obrigado por tudo!

Ao meu irmão **Fabio**,

Um dos meus amigos de mais longa data, aquele que compartilha das mesmas raízes, agradeço por todo o companheirismo no decorrer desta trajetória.

Aos meus **familiares**,

Que me acompanharam desde a infância, sempre com muito carinho, mesmo com a longa distância que nos separa, só tenho a agradecer por toda a torcida.

Aos meus **amigos**,

As amizades que fiz ao longo de todos estes anos são indubitavelmente uma importante parte da minha vida, agradeço a cada um por terem se aventurado comigo nesta jornada.

Aos **professores da UFSC,**

Que prezam pela qualidade de ensino e se esforçam para manter um nível de excelência, expressei meus sinceros agradecimentos, não somente por serem ótimos profissionais, mas também por serem amigos e compartilharem de suas experiências.

Ao meu orientador Prof. Dr. **Márcio Corrêa,**

Sou muito grato por ter me guiado nos momentos de dúvida, não somente quanto ao trabalho em si, mas na faculdade como um todo. Não é raro que em algum momento do curso alguns alunos pensem em seguir outra carreira profissional, e professores como o senhor, que se dispõem a conversar nesses momentos, são verdadeiramente um exemplo.

À doutoranda **Letícia Haas,**

Sua colaboração foi imprescindível para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos por toda a ajuda que me foi proporcionada.

À mestranda **Rúbia Stuepp,**

Agradeço por ter aceitado o convite para suplente da banca examinadora e pelo carinho e esforço ao avaliar o trabalho.

Aos **servidores da UFSC,**

Todos que de alguma forma estiveram presentes ao longo desta trajetória acadêmica.

Lista de Figuras

Figura 1	Classificação da RRAE através do sistema de pontuação de Levander e Malmgren (1988).....	16
-----------------	--	-----------

Lista de Tabelas

Tabela 1	Comparação da dose efetiva de radiação dos exames de imagens convencionais.....	25
Tabela 2	Comparação da dose efetiva de radiação da Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico para a região dentoalveolar e craniofacial.....	25

Lista de Abreviaturas e Siglas

RRAE	Reabsorção Radicular Apical Externa
TCFC	Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico
TC	Tomografia Computadorizada
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
USNRC	<i>United States Nuclear Regulatory Commission</i>
FOV	Campo de visão (do inglês: <i>Field of View</i>)
2D	Duas dimensões, bidimensional
3D	Três dimensões, tridimensional

Lista de Símbolos

%	Porcentagem
mm	Milímetros
mm³	Milímetros cúbicos
cm	Centímetros
Sv	Sievert
μSv	Microsievert
<i>p</i>	Significância estatística
h²	Herdabilidade

Sumário

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 OBJETIVOS.....	15
2.1 Objetivo Geral.....	15
2.2 Objetivos Específicos.....	15
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	16
3.1 Reabsorção radicular apical externa.....	16
3.2 Diagnóstico por radiografia periapical.....	18
3.3 Diagnóstico por radiografia panorâmica.....	20
3.4 Diagnóstico por tomografia computadorizada de feixe cônico.....	21
4 DISCUSSÃO.....	23
5 CONCLUSÃO.....	27
REFERÊNCIAS.....	28

1 INTRODUÇÃO

A reabsorção radicular apical externa (RRAE) é uma condição associada a dissolução de tecido mineralizado por células odontoclásticas. O diagnóstico precoce é o fator chave para detectar e preservar os dentes envolvidos, porém a RRAE geralmente não apresenta sinais clínicos ou sintomas, por conseguinte, o diagnóstico é feito com base na detecção através de exames radiográficos convencionais (MESGARANI *et al.*, 2014), como a radiografia periapical ou panorâmica.

A detecção *in vivo* de RRAE vem ocorrendo majoritariamente por meio de exames de imagem bidimensionais, todavia há limitações geométricas associadas à projeção 2D de estruturas tridimensionais, o que torna a questionável a avaliação da RRAE através de radiografias convencionais (FORST *et al.* 2014 *apud* SAMESHIMA, SINCLAIR, 2001; CHAN, DARENDELILER, 2004; KATONA, 2006). Os exames de imagem tridimensionais vêm sendo considerados um método com alta acurácia e reprodutibilidade para quantificar e avaliar RRAE quando comparadas às radiografias convencionais (PONDER *et al.* 2013).

A tomografia computadorizada convencional (TC) é uma técnica que produz imagens em terceira dimensão de um determinado objeto (COSTA *et al.*, 2009) e foi desenvolvida em 1972 por Hounsfield e Comark, representando uma grande evolução na área de diagnóstico por imagem, porém sua aplicação na Odontologia se deu com limitações, como a alta dose de radiação, dimensões excessivas da aparelhagem e alto custo (CASTRO; ESTRELA; VALLADARES-NETO, 2011).

Ao final da década de 90, Mozzo *et al.* (1998) apresentaram resultados preliminares de um novo aparelho para imagens odontológicas, baseado na técnica do feixe de radiação em forma de cone. Atualmente em virtude do desenvolvimento tecnológico, esse aparelho representa um tomógrafo relativamente pequeno e de menor custo, indicado para região dentomaxilofacial, com mínima distorção e dose de radiação significativamente menor quando comparado ao tomógrafo convencional (GARIB *et al.*, 2007).

Diferentemente das radiografias convencionais, a TC e tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) permitem a obtenção de imagens tridimensionais pela combinação de uma série de secções bidimensionais sem qualquer sobreposição de estruturas adjacentes, as quais são reformatadas por meio de um *software* específico (COSTA *et al.*, 2009).

Entretanto, de acordo com Patel *et al.* (2009), tanto a TC quanto a TCFC apresentam artefatos quando comparados às radiografias convencionais. Os tomógrafos atuais, por exemplo, apresentam imagens em forma de raios quando há presença de metais na cavidade oral, tais como restaurações metálicas (GARIB *et al.*, 2007).

Estudos (ALQERBAN *et al.*, 2009; LIEDKE *et al.*, 2009) têm demonstrado que a TCFC é um excelente método para detectar reabsorções radiculares simuladas. Contudo, segundo Adibi *et al.* (2012), apesar de um significativo número de estudos terem sido realizados favorecendo a aplicação da TCFC na Odontologia, nenhum ensaio clínico multicêntrico duplo cego (considerado o padrão ouro para estudos baseados em evidência) foi conduzido.

Bernardes *et al.* (2012) demonstraram que as dificuldades na detecção de RRAE dependem da localização e das dimensões da lesão, pequenas áreas de reabsorção (0.3 mm no diâmetro e 0.15 mm na profundidade) são mais difíceis de se diagnosticar.

O diagnóstico clínico da RRAE depende primariamente de técnicas radiográficas de rotina, como radiografias periapicais e panorâmicas. Todavia, há várias limitações para a aquisição de imagens de RRAE utilizando radiografias convencionais, uma vez que estruturas tridimensionais são mostradas em duas dimensões. Ainda, apesar de resultados apresentados na literatura indicarem que a TCFC pode permitir uma avaliação mais precisa de reabsorções simuladas, até o presente momento, não foi estabelecida superioridade diagnóstica para a detecção de RRAE induzida por tratamento ortodôntico (REN *et al.*, 2012).

Diante dessas premissas e através de evidências encontradas na literatura, o objetivo deste trabalho foi comparar a capacidade diagnóstica da TCFC com a radiografia periapical e panorâmica na detecção e quantificação de reabsorções radiculares apicais externas.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

- Avaliar a capacidade diagnóstica da tomografia computadorizada de feixe cônico na avaliação de reabsorção radicular apical externa e comparar com as radiografias periapical e panorâmica com base em dados levantados pela literatura.

2.2 Objetivos Específicos

- Verificar a sensibilidade e especificidade da tomografia computadorizada de feixe cônico na quantificação volumétrica/linear de reabsorções radiculares apicais externas;
- Correlacionar a medição da tomografia computadorizada de feixe cônico com a radiografia periapical e panorâmica;
- Determinar as indicações e limitações para o uso desses métodos de diagnóstico por imagem.

3 REVISÃO DE LITERATURA

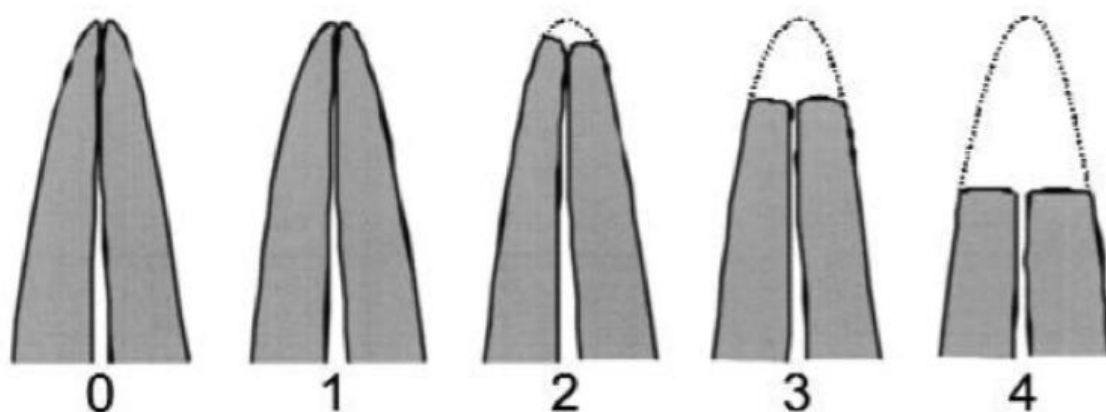
3.1 Reabsorção radicular apical externa

A RRAE é um processo no qual ocorre perda de estrutura envolvendo os ápices radiculares, sua ocorrência é relatada associada ou não ao tratamento ortodôntico, podendo ser diagnosticada por radiografias de rotina e por ortodontistas nas radiografias de acompanhamento ou pós-tratamento ortodôntico. Qualquer alteração observada no diagnóstico inicial deve ser levada em consideração, uma vez que, em casos mais severos, a RRAE pode resultar na mobilidade ou perda do dente envolvido, porém, na maioria dos casos, não tem um impacto significativo na longevidade do elemento dental afetado (SHARAB *et al.*, 2015).

Andreasen (1985) classificou três tipos de reabsorção radicular: a reabsorção de superfície (um processo auto-limitante); a reabsorção inflamatória (quando a reabsorção atinge os túbulos dentinários; e a reabsorção por substituição (quando o osso substitui estruturas dento-alveolares e leva a anquilose). Ainda, a reabsorção radicular inflamatória pode ser transiente, a qual é radiograficamente indetectável e é reparada por material cementoide (TRONSTAD, 1988) ou progressiva (quando o estímulo persiste por um longo período).

Levander e Malmgren (1988) classificaram a RRAE de acordo com o nível de reabsorção através de um sistema de pontuação (Figura 1). Sendo grau 0, ausência de reabsorção; grau 1, raiz com tamanho normal e contorno apical irregular; grau 2, reabsorção moderada; grau 3, reabsorção acentuada, com diminuição de aproximadamente 1/3 do comprimento radicular; e grau 4, reabsorção severa.

Figura 1 – Classificação da RRAE através do sistema de pontuação de Levander e Malmgren (1988).



O desenvolvimento dessas lesões envolve uma complexa interação entre células inflamatórias e de reabsorção, tecidos duros, citocinas e enzimas como colagenases, metaloproteinases e cisteíno proteases. (BERNARDES *et al.* 2012)

A RRAE pode ocorrer como complicação pós-tratamento ortodôntico, trauma dentoalveolar, infecção pulpar ou procedimentos clareadores e periodontais; assim como pode também estar associada à dentes impactados, cistos, tumores ou ainda à pressão de dentes em erupção (NEVES *et al.*, 2012b).

As reabsorções associadas às forças ortodônticas são geralmente de superfície, sendo reparadas com a remoção do fator causal por novo cemento e fibras periodontais. Porém em alguns pacientes a reabsorção pode ser mais extensa, com uma imprevisível e irreversível perda de estrutura dental. Estima-se que evidências macroscópicas de reabsorção pós-tratamento sejam encontradas em aproximadamente 40% dos pacientes adultos e em 16.5% dos pacientes em fase de crescimento (LEACH; IRELAND; WHAITES, 2001).

Uma substancial variabilidade nas respostas da RRAE pós-tratamento ortodôntico é observada entre pacientes com protocolos clínicos de tratamento similares. Essa observação sugere que fatores ambientais e/ou genéticos conferem susceptibilidade ou resistência ao desenvolvimento da RRAE (IGLESIAS-LINARES *et al.*, 2014).

Newman (1975) realizou um dos primeiros estudos correlacionando a influência genética à reabsorção radicular, porém não havia evidência direta que associasse a predisposição genética à RRAE, até o final da década de 90, quando o estudo de HARRIS, KINERET e TOLLEY (1997) explorou a hipótese de influência genética utilizando estudo de pares, reportando alta herdabilidade ($h^2=70\%$).

Outros estudos (FUJIHARA *et al.*, 2006; CHUNG *et al.*, 2008) têm demonstrado o crítico papel de mediadores (como a osteopontina) em induzir odontoclastos a se aderirem à superfície radicular, facilitando, portanto, o início do processo da RRAE.

Al-Qawasmi *et al.* (2003) concluíram que é provável que os fatores genéticos que influenciam a RRAE sejam heterogêneos, com diferentes mecanismos em pessoas afetadas ou até mesmo respostas sítio-específicas em um mesmo indivíduo.

3.2 Diagnóstico por radiografia periapical

Existem duas técnicas para a tomada radiográfica periapical: paralelismo e bissetriz. Apesar do arranjo geométrico da técnica da bissetriz possibilitar a projeção do tamanho real do dente no filme, muitas variáveis que podem alongar ou encurtar a imagem estão envolvidas, o que dificulta a reprodução da radiografia ao longo do tempo. Pela técnica do paralelismo, a utilização do posicionador minimiza esses contratemplos, sendo portanto mais facilmente reproduzível. Considerando que tomadas radiográficas sequenciais para avaliar a progressão da RRAE se mostram necessárias, a técnica do paralelismo é, portanto, mais adequada para esse propósito (LEACH; IRELAND; WHAITES, 2001).

Todas as reabsorções radiculares ocorrem tridimensionalmente, porém as imagens bidimensionais não são precisas geometricamente, sendo questionável a extensão real das lesões. Quando a reabsorção é avaliada pela radiografia periapical ou panorâmica, ocorre sobreposição de todas as estruturas radiculares no sentido bucolingual, o que leva a uma determinação imprecisa da extensão da lesão, ocultando desse modo as áreas mais reabsorvidas da raiz (CAMPOS *et al.*, 2013).

Utilizando radiografias intraorais, alterações na angulação horizontal do feixe de raio-X (método de Clark) aumentam a chance de diagnóstico da RRAE. As radiografias digitais atualmente são a escolha de vários clínicos devido à sua sensibilidade em detectar essas lesões utilizando menores doses de radiação (BERNARDES *et al.*, 2012).

A acurácia do diagnóstico de lesões radiculares baseadas em imagens bidimensionais pode ser melhorada de 73% a 87% quando são obtidas radiografias de diferentes ângulos. Porém mesmo nesses casos, a informação obtida pela alteração da angulação ainda é incompleta, visto que as estruturas tridimensionais continuam a se sobrepor (KUMAR *et al.*, 2011).

Radiografias periapicais não são capazes de detectar a reabsorção no primeiro mês de tratamento ortodôntico, sendo possível o diagnóstico da RRAE apenas após a perda de 60% a 70% de tecido mineralizado (NEVES *et al.*, 2012a).

Alguns autores (BORG; KALLQVIST; GRÖNDAL, 1998; GUNRAJ, 1999) reportaram que o diagnóstico da RRAE baseado nas radiografias convencionais apresenta resultados falsos-negativos em 51.9% dos casos e falsos-positivos em 15.3%.

Considerando as limitações, Ren *et al.* (2012) concluíram que a radiografia periapical continua sendo a principal modalidade de imagem para o diagnóstico da RRAE. Contudo, em alguns casos mais complexos, os exames de imagem em 3D podem ser mais apropriados que as radiografias convencionais.

3.3 Diagnóstico por radiografia panorâmica

A imagem panorâmica tornou-se uma importante ferramenta de diagnóstico desde sua introdução na década de 1950. É uma técnica tomográfica especializada, utilizada para produzir uma representação plana de superfícies curvas dos maxilares. A radiografia panorâmica visualiza em um único filme toda a maxila, mandíbula, articulação temporomandibular e estruturas associadas. É usada preliminarmente para avaliar a dentição e suporte ósseo, identificar dentes impactados, visualizar implantes dentários, diagnosticar fraturas maxilares e mandibulares, entre outros. Contudo, a radiografia panorâmica está sujeita a uma considerável e imprevisível distorção geométrica e possui uma resolução espacial relativamente baixa quando comparada às radiografias intraorais (SHAH; BANSAL; LOGANI, 2014).

De acordo com o estudo de Moze *et al.* (2013), a acurácia de imagens de radiografias panorâmicas para a avaliação da RRAE é controversa. Comparações entre radiografias periapicais, panorâmicas, planigrafia e imagens de TC revelaram que o método mais confiável para avaliação de comprimento radicular foi a radiografia periapical pela técnica do cone longo. Radiografias panorâmicas superestimaram o comprimento real da raiz em mais de 2 mm (1.4-3.3 mm).

Em pacientes ortodônticos, são comuns as má oclusões esqueléticas, sendo que nos indivíduos portadores de classe II ou III, pode não ser possível posicionar simultaneamente os segmentos radiculares superiores e inferiores dentro da região focal do aparelho, o que também pode ocorrer se houver dentes excessivamente reclinados ou protruídos. Nessas circunstâncias, a projeção dos dentes pode resultar em imagens encurtadas, ampliadas ou fora de foco. Radiografias intraorais complementares estão indicadas para uma melhor avaliação nesses casos (LEACH; IRELAND; WHAITES, 2001).

Apesar das vantagens da radiografia panorâmica, como: menor exposição à radiação, menor tempo do paciente na cadeira, menor tempo para o operador e melhor cooperação do paciente, o formato da raiz é mais difícil de se avaliar. Em casos onde há dificuldade de visualização do ápice radicular ou outros fatores que demonstrem um alto risco para RRAE, radiografias periapicais devem ser solicitadas (ABUABARA, 2007).

3.4 Diagnóstico por tomografia computadorizada de feixe cônico

Segundo a *American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology*, na última década houve um aumento significativo do uso da TCFC na Odontologia. Essa tecnologia possui várias aplicações, particularmente na Ortodontia para diagnóstico e planejamento em pacientes adultos e pediátricos. Contudo, exames por TCFC não estão indicados como rotina para diagnóstico, tendo em vista as elevadas doses de radiação ionizante, principalmente em pacientes em fase de crescimento.

Na prática ortodôntica, a maioria das reabsorções decorrentes do tratamento geralmente são pequenas, em média de 0.4 a 1.5 mm de redução do tamanho total da raiz. Porém, reabsorções severas têm consequências clínicas significativas, como proporção reduzida da raiz-coroa e perda prematura dos dentes. Notavelmente, há relatos de que sinais precoces de reabsorção durante o tratamento ortodôntico são preditivos de uma reabsorção severa. Portanto, é importante identificar reabsorções leves a moderadas em estágios iniciais do tratamento ortodôntico, visando prevenir reabsorções severas em pacientes susceptíveis (PONDER *et al.*, 2013).

O prognóstico da reabsorção radicular é mais favorável quando a detecção ocorre em estágios precoces do seu desenvolvimento. Contudo, nas fases iniciais, as reabsorções são geralmente assintomáticas e podem não ser detectadas pelas radiografias de rotina. O tratamento consiste na remoção do estímulo e, em reabsorções mais severas, a terapia endodôntica. (BERNARDES *et al.*, 2011).

A TCFC permite a visualização de imagens axiais, coronais, sagitais e oblíquas, além da reconstrução tridimensional. Ainda, a TCFC possui grande poder de contraste, podendo diferenciar densidades teciduais menores que 0,5%, enquanto que técnicas radiográficas convencionais detectam desigualdades mínimas de 10% (GARIB *et al.* 2007).

Campos *et al.* (2012), demonstraram que a TCFC permite a diferenciação das superfícies radiculares, especialmente no plano bucolingual, onde nos exames de imagem 2D, a sobreposição de estruturas leva a uma determinação imprecisa da extensão real da reabsorção.

Nakata *et al.* (2009) realizaram um estudo de caso onde a TCFC forneceu informações não disponíveis pelas radiografias convencionais e que foram decisivas para o plano de tratamento. Os resultados demonstraram áreas de RRAE em três superfícies radiculares distintas, ao passo que as imagens bidimensionais forneceram imagens que levaram a suspeita de fratura radicular. Devido a dificuldade de diagnóstico pelos exames convencionais, houve indicação justificável para o exame por TCFC.

Em outro estudo, de Bjerklin e Ericson (2006), foram avaliados 80 pacientes pediátricos com caninos impactados ou ectópicos, sendo que em 39 dessas crianças a raiz dos incisivos laterais adjacentes apresentava algum grau de reabsorção. O diagnóstico inicial e plano de tratamento foram baseados em exame clínico, radiografias extraorais e intraorais, sendo reavaliados através de TCFC após o período de um ano. Os planos de tratamento foram alterados em 35 pacientes (43.7%) devido às informações adicionais fornecidas pelo novo exame. Notavelmente, as alterações foram mais significativas nos planos de pacientes com algum grau inicial de reabsorção (53%) em comparação com aqueles que não demonstraram sinais de RRAE inicialmente.

Apesar da superioridade diagnóstica da TCFC sobre os exames de imagem convencionais para avaliação de RRAE simulada em estudos *ex vivo*, a metodologia utilizada pode não simular a real condição clínica, portanto, são necessários maiores investigações tendo em vista sua aplicabilidade para o diagnóstico dessas lesões. Além disso, o princípio de que os níveis de radiação devem ser tão baixo quanto razoavelmente exequíveis (do inglês: *as low as reasonably achievable* - ALARA) deve ser sempre levado em consideração. Logo, exames por TCFC não devem ser utilizados como método de rotina para diagnóstico de RRAE, porém devem ser recomendados quando há suspeita de reabsorção nas radiografias convencionais, especialmente nos casos susceptíveis, como: raízes com formatos anormais ou curtas, traumas dentários e dentes tratados endodonticamente (NEVES *et al.*, 2012b).

4 DISCUSSÃO

O diagnóstico precoce e preciso da RRAE é um desafio para a prática ortodôntica. A detecção de reabsorções leves a moderadas é importante, pois sinais iniciais de reabsorção podem ser indicativos de que essa lesão pode se tornar mais severa com a continuação do tratamento ortodôntico (PONDER *et al.*, 2012).

As radiografias periapicais podem ser usadas para detecção de reabsorções radiculares, porém estão sujeitas a erros de posicionamento em relação a anatomia local e variações na angulação do filme e do tubo. A radiografia panorâmica expõe o paciente a uma dose de radiação significativamente menor comparada às outras técnicas radiográficas quando se avalia toda a dentição, porém tem suas limitações, como distorção e sobreposição de estruturas anatômicas, o que pode levar a interpretações incorretas do comprimento radicular (MOZE *et al.*, 2013).

De acordo com Shah; Bansal e Logani (2014), imagens bidimensionais não avaliam com acurácia estruturas no plano bucolingual, o que limita o diagnóstico preciso das reabsorções.

Imagens tridimensionais podem identificar lesões não observadas por meio de exames convencionais (em função de suas limitações) e são capazes de redirecionar o tratamento ortodôntico. Porém, o uso rotineiro da TCFC não é recomendado, somente como uma ferramenta complementar quando dúvidas surgirem após exames clínicos e radiográficos convencionais (CASTRO; ESTRELA; VALLADARES-NETO, 2011).

Liedke *et al.* (2009) demonstraram que três resoluções de voxel (0.4 mm, 0.3 mm e 0.2 mm) apresentaram resultados similares para o diagnóstico de cavidades simuladas de RRAE. Contudo, o diagnóstico era facilitado quando utilizada uma resolução de 0.3 mm ou 0.2 mm.

Neves *et al.* (2012a), constataram que a localização da RRAE afeta o diagnóstico utilizando-se TCFC, sendo mais fácil a detecção de reabsorções no terço médio e apical da raiz, independentemente do voxel utilizado. Esses resultados contrapõe o estudo de Silveira *et al.* (2007), que demonstrou que os melhores resultados foram encontrados no terço médio e cervical da raiz, com sensibilidade de 98%, enquanto que para o terço apical, a sensibilidade foi de 73%.

De acordo com resultados apresentados por Wang *et al.* (2013), a acurácia da TCFC é aceitável para detectar cavidades simuladas de reabsorções radiculares maiores que 3.47 mm³, porém é insuficiente para cavidades menores que 1.07 mm³.

No estudo de Ren *et al.* (2012), os autores demonstraram que a sensibilidade da TCFC em comparação com a radiografia periapical para detecção de todas as reabsorções foi de 75.8% e 67.5%, respectivamente, enquanto que a especificidade foi de 96.3% e 82.5%, respectivamente ($p < 0.001$).

Ainda sobre o mesmo estudo, ao avaliar reabsorções leves (1.0mm de diâmetro/profundidade), os autores constataram que as radiografias periapicais apresentaram taxas de correta detecção de 70% para superfícies proximais e de 12,5% no sentido bucolingual. A TCFC, por sua vez, demonstrou resultados significativamente melhores quando comparados às radiografias periapicais, com taxas de 80.9% e 71.3% respectivamente ($p < 0.001$). Para reabsorções moderadas (0.4mm, 0.8mm, 1.2mm e 1.6mm de diminuição do tamanho total da raiz), a sensibilidade da radiografia periapical superou a da TCFC, com 68.8% e 41.3% respectivamente ($p < 0.001$), contrapondo, portando, um estudo de Sherrard *et al.* (2010), onde os resultados da TCFC eram similares aos da periapical.

As limitações da TCFC quando comparadas às radiografias convencionais são: a maior dose de radiação e energia, custo mais elevado e a necessidade de um espaço maior para o escâner (MELO *et al.*, 2010).

Atualmente, o fator restritivo para o uso difundido da TCFC é a dose de radiação, especialmente em crianças (Kuijpers-Jagtman *et al.*, 2013). De acordo com o *SEDENTEXCT Guidelines*, a unidade utilizada para expressar a dose efetiva de radiação no corpo humano é o Sievert (Sv), medida em quantidade de energia absorvida por massa (joules/kilograma). O cálculo da dose é realizado multiplicando-se um fator de ponderação correspondente à radiosensibilidade de órgãos ou tecidos chave. Segundo a *USNRC*, o limite anual de exposição para indivíduo comum não deve exceder de 2.000 μSv ¹, sendo 20.000 μSv o limite ocupacional.

A dose de radiação da TCFC pode variar de acordo com o tempo de exposição, fonte de radiação (pulsátil ou não pulsátil), tamanho do voxel, campo de visão (FOV), voltagem e corrente do tubo (KIM *et al.*, 2010). Depende também do modelo do aparelho e do protocolo adotado devido a variações no tempo de escaneamento (MELO *et al.*, 2010).

¹ Considerando procedimentos médicos, exceto radioterapia.

Tabela 1. Comparação da dose efetiva de radiação dos exames de imagem convencionais.

	Dose Efetiva (μSv)	Referências
Radiografia intraoral *Uma tomada radiográfica	<1.5*	Ludlow et al 2008
Radiografia panorâmica	2.7-24.3	Ludlow et al 2008 Okano et al 2009 Palomo et al 2008 Garcia Silva et al 2008b
Tomografia Computadorizada Convencional (maxilo-mandibular)	280-1410	Okano et al 2009 Garcia Silva et al 2008a Loubele et al 2005 Faccioli et al 2009 Suomalainen et al 2009

SEDENTEXCT Guidelines

Tabela 2. Comparação da dose efetiva de radiação da Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico para a região dentoalveolar e craniofacial.

	Dose Efetiva (μSv)	Referências
Dentoalveolar (FOV<10cm)	11-674	Ludlow et al 2003 Ludlow and Ivanovic 2008 Lofhag-Hansen et al 2008 Hirsch et al 2008 Okano et al 2008 Loubele et al 2009 Roberts et al 2009 Suomalainen et al 2009 Qu et al 2010 Pauwels et al, in press
Craniofacial (FOV>10cm)	30-1073	Ludlow et al 2003 Tsilakis et al 2005 Ludlow et al 2006 Ludlow and Ivanovic 2008 Garcia Silva et al 2008a Okano et al 2009 Faccioli et al 2009 Loubele et al 2009 Roberts et al 2009 Pauwels et al, in press

SEDENTEXCT Guidelines

Apesar de serem encontrados diversos estudos suportando o uso da TCFC, existem considerações éticas e legais como em qualquer outra tecnologia emergente e, como regra geral, há indicação para sua utilização se os benefícios sobrepujarem os riscos ao paciente. Considerando a evidência disponível na literatura até o presente momento, mais estudos devem ser conduzidos para promover avanços no campo da TCFC (ADIBI *et al.*, 2012).

5 CONCLUSÃO

De um modo geral, dentre os exames de imagem avaliados, a radiografia panorâmica é a modalidade que possui menor capacidade diagnóstica, enquanto que a radiografia periapical ainda é a mais indicada para exames de rotina no diagnóstico da RRAE. A TCFC demonstrou resultados consistentes sobre as limitações dos exames convencionais, porém seu maior entrave ainda é a elevada dose de radiação. Portanto, conclui-se que o exame deve ser escolhido de acordo com as indicações de cada caso.

REFERÊNCIAS

ABUABARA, A. Biomechanical aspects of external root resorption in orthodontic therapy. **Medicina Oral Patología Oral y Cirugía Bucal**, v. 12, no. 8, p. 610-613, Dez 2007.

ADIBI, S. et al. Cone beam computed tomography in dentistry: what dental educators and learners should know. **J Dent Educ**, v. 76, no. 11, p. 1437-1442, Nov 2012.

AL-QAWASMI, R. A. et al. Genetic predisposition to external apical root resorption. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 123, no. 3, p. 242-252, Mar 2003.

ALQERBAN A. et al. In-vitro comparison of 2 cone-beam computed tomography systems and panoramic imaging for detecting simulated canine impaction-induced external root resorption in maxillary lateral incisors. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 136, no. 6, p. 765.e1-764.e11, Dez 2009.

AMERICAN ACADEMY OF ORAL AND MAXILLOFACIAL RADIOLOGY. Clinical recommendations regarding use of cone beam computed tomography in orthodontics. Position statement by the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. **Oral and Maxillofacial Radiology**, v. 116, no. 2, p. 238-257, Jun 2013.

ANDREASEN J. O. External root resorption: its implications in dental traumatology paedodontics, periodontics, orthodontics and endodontics. **Int J Endodontics**, v. 18, no. 2, p. 109-118, Abr 1985.

BERNARDES, R. A. et al. Comparative study of cone beam computed tomography and intraoral periapical radiographs in diagnosis of lingual-simulated external root resorptions. **Dent Traumatol**, v. 28, no. 4, p. 268-272, Ago 2012.

BJERKLIN, K.; ERICSON, S. How a Computerized Tomography Examination Changed the Treatment Plans of 80 Children with Retained and Ectopically Positioned Maxillary Canines. **The Angle Orthod**, v. 76, no. 1. p. 43-51, Jan 2006.

BORG, E. et al. Film and digital radiography for detection of simulated root resorption cavities. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v. 86, no.1, p. 110-114, Jul 1998.

CAMPOS, M. J. et al. Apical root resorption: the dark side of the root. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 143, no. 4, p. 492-498, Abr 2013.

CASTRO, I. O.; ESTRELA, C.; VALLADARES-NETO, J. A influência de imagens tridimensionais no plano de tratamento ortodôntico. **Dental Press J. Orthod.**, v. 16, no. 1, p. 75-80, Fev 2011 .

CHUNG, C. J. et al. OPN Deficiency Suppresses Appearance of Odontoclastic Cells and Resorption of the Tooth Root Induced by Experimental Force Application. **Journal of Cellular Physiology**, v. 214, no. 3, p. 614-620, Mar 2008.

COSTA, C. C. A. et al. Aplicações clínicas da tomografia computadorizada cone beam na Endodontia. **Rev Inst Ciênc Saúde**, v. 27, no. 3, p. 279-286, Nov 2009.

SILVEIRA H. L. et al. Diagnostic ability of computed tomography to evaluate external root resorption in vitro. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 36, no. 7, p. 393–396, Nov 2007.

FORST, D. et al. Radiographic assessment of external root resorption associated with jackscrew-based maxillary expansion therapies: a systematic review. **Eur J Orthod**, v. 36, no. 5, p.576-585, Oct 2014.

FUJIHARA, S. et al. Function and Regulation of Osteopontin in Response to Mechanical Stress. **Journal of Bone and Mineral Research**, v. 21, no. 6, p. 956-964, Mai 2006.

GARIB, D. G. et al. Tomografia computadorizada de feixe cônico (Cone beam): entendendo este novo método de diagnóstico por imagem com promissora aplicabilidade na Ortodontia. **Rev. Dent. Press Ortodon. Ortop. Facial**, v. 12, no. 2, p. 139-156, Abr 2007 .

GUNRAD, M. N. Dental root resorption. **Oral Surg Oral Med Oral Phatol Oral Radiol Endod**, v. 88, no. 6, p. 647-653, Dez 1999.

HARRIS E. F.; KINERET S. E.; TOLLEY E. A. A heritable component for external apical root resorption in patients treated orthodontically. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 111, no. 3, p. 301-309, Mar 1997.

IGLESIAS-LINARES, A. et al. Osteopontin gene SNPs (rs9138, rs11730582) mediate susceptibility to external root resorption in orthodontic patients. **Oral Diseases**, v. 20, no. 3, p. 307-313, Abr 2014.

KUJIPERS-JAGTMAN, A. M. et al. The use of cone-beam computed tomography for orthodontic purposes. **Seminars in Orthodontics**, v. 19, no. 13, p. 196-203, Set 2013.

KIM, T. S. et al. A comparison of Cone-Beam Computed Tomography and direct measurement in the examination of the mandibular canal and adjacent structures. **J Endod**, v. 36, no. 7, Jul 2010.

KUMAR, V. et al. Comparison between cone-beam computed tomography and intraoral digital radiography for assessment of tooth root lesions. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 139, no. 6, p. e533-e541, Jun 2011.

LEACH, H. A.; IRELAND, A.J.; WHAITES, E. J. Radiographic diagnosis of root resorption in relation to orthodontics. **British Dental Journal**, v. 190, no. 1, p. 16-22, Jan 2001.

LEVANDER, E.; MALMGREN, O. Evaluation of the risk durint orthodontic treatment: a study of upper incisors. **Eur J Orthod**, v.10, no. 1, p. 30-38, Fev 1998.

LIEDKE G. S. et al. Influence of voxel size in the diagnostic ability of cone beam tomography to evaluate simulated external root resorption. **J Endod**, v. 35, no. 2, p. 233–235, Fev 2009.

MELO, S. L. et al. Diagnostic ability of a cone-beam computed tomography scan to assess longitudinal root fractures in prosthetically treated teeth. **J Endod**, v. 36, no. 11, p. 1879-1882, Nov 2010.

MESGARANI, A. Accuracy of Conventional and Digital Radiography in Detecting External Root Resorption. **Iranian Endodontic Journal**, v. 9, no. 4, p. 241-245, Oct 2014.

MOZE, G. et al. In vitro comparison of contemporary radiographic imaging techniques for measurement of tooth length: reliability and radiation dose. **Journal of Orthodontics**, v. 40, no. 3, p. 225-233, Set 2013.

MOZZO, P. et al. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. **Eur Radiol**, v. 8, no. 9, p. 1558-1564, 1998.

NAKATA, K. et al. Evaluation of correspondence of dental computed tomography imaging to anatomic observation of external root resorption. **Journal of Endodontics**, v. 35, no. 11, p. 1594-1597, Nov 2009.

NEVES, F. S. et al, Evaluation of reconstructed images with different voxel sizes of acquisition in the diagnosis of simulated external root resorption using cone beam computed tomography. **Int Endod J**, v. 45, no. 3, p. 234-239, Mar 2012a.

NEVES, F. S. et al. In vitro comparison of cone beam computed tomography with different voxel sizes for detection of simulated external root resorption. **J Oral Sci**, v. 54, no. 3, p. 219-225, Set 2012b.

NEWMAN, W. G. Possible etiologic factor in external root resorption. **Am J Orthod**, v. 67, no. 2, p. 522-539, Mai 1975.

PATEL, S. et al. Detection of periapical bone defects in human jaws using cone beam computed tomography and intraoral radiography. **Int Endod J**, v. 42, no. 6, p. 507-515, Jun 2009.

PONDER, S. N. et al. Quantification of external root resorption by low- vs high-resolution cone-beam computed tomography and periapical radiography: A volumetric and linear analysis. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 143, no. 1, p. 77-91, Jan 2013.

REN, H. et al. Comparison of cone-beam computed tomography and periapical radiography for detecting simulated apical root resorption. **Angle Orthod**, v. 83, no. 2, p. 189-195, Mar 2013.

SHAH, N.; BANSAL, N.; LOGANI, A. Recent advances in imaging technologies in dentistry. **World J Radiol**, v. 6, no. 10, p.794-807, Out 2014.

SHARAB, L. Y. et al. Genetic and treatment-related risk factors associated with external apical root resorption (EARR) concurrent with orthodontia. **Orthodontics & Craniofacial Res**, v. 18, no. 1, p. 71-82, Apr 2015.

SHERRARD, J. F. et al. Accuracy and reliability of tooth and root lengths measured on cone-beam computed tomographs. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.137, no. 4, p. S100-S108, Abr 2010.

TRONSTAD, L. Root resorption – etiology, terminology and clinical manifestations. **Endod Dent Traumatol**, v. 4, no. 6, p. 241-252, Dez 1988.

WANG, Y. et al. Accuracy of volumetric measurement of simulated root resorption lacunas based on cone beam computed tomography. **Orthod Craniofac Res**, v. 16, no. 3, p. 169-176, Ago 2013.