

Trabalho de Conclusão de Curso

DIAGNÓSTICO DE REABSORÇÕES RADICULARES APICAIS POR MEIO DE RADIOGRAFIA PANORÂMICA DIGITAL, PERIAPICAL DIGITAL E TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO: ESTUDO *EX VIVO*

Francieli Regina Bortoli



**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**

Francieli Regina Bortoli

**DIAGNÓSTICO DE REABSORÇÕES RADICULARES APICAIS
POR MEIO DE RADIOGRAFIA PANORÂMICA DIGITAL,
PERIAPICAL DIGITAL E TOMOGRAFIA
COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO: ESTUDO *EX VIVO***

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

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Cleonice da Silveira Teixeira

Florianópolis

2014

Francieli Regina Bortoli

**DIAGNÓSTICO DE REABSORÇÕES RADICULARES APICAIS
POR MEIO DE RADIOGRAFIA PANORÂMICA DIGITAL,
PERIAPICAL DIGITAL E TOMOGRAFIA
COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO: ESTUDO *EX VIVO***

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

Florianópolis, 24 de julho de 2014.

Banca Examinadora:

Prof.^a Dr.^a Cleonice da Silveira Teixeira, UFSC
Orientadora

Prof. Dr. Márcio Corrêa, UFSC
Membro

Prof. Dr. Roberto Rocha, UFSC
Membro

Aos Meus Pais Nilo e Marilete,

Que tanto se doaram por mim, sem nunca pedir nada em troca, dando-me o melhor de suas vidas, e ensinando-me que com honestidade, amor e dedicação, podemos alcançar todos os nossos sonhos, por mais que pareçam impossíveis. A vocês, que tanto amo, dedico esta conquista com a mais profunda admiração e respeito.

A Deus,

Por ter me dado forças nos momentos em que todos acharam que eu cairia, por ter estado sempre ao meu lado, ao enviar anjos em meu caminho e por me guiar sempre na direção certa, me fazendo chegar até aqui, na realização de mais um sonho.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais **Nilo e Marilete**,

São muitas as lembranças, imensas as saudades e infinitas as alegrias. Vocês são, com muito orgulho, os meus melhores exemplos de vida e determinação. Obrigada por serem de tantas maneiras a minha referência e estarem sempre presentes na minha vida de uma forma indispensável, mesmo distantes por tantos quilômetros. A vocês meus amados pais, deixo aqui registrada a minha eterna gratidão. Eu amo vocês!

Ao meu irmão **Felipe**,

Meu verdadeiro amigo e companheiro, pessoa em quem enxergo as mesmas raízes que me alimentam. A lembrança afetuosa de você e o abraço amoroso a cada reencontro fizeram com que eu chegasse até aqui.

Aos meus **familiares**,

Que sempre me trataram com carinho e atenção e souberam compreender as minhas ausências, nos melhores e piores momentos. Obrigada por torcerem sempre por mim e por acreditarem que, um dia, toda essa jornada terminaria bem.

Ao meu namorado **Marcelo**,

Que tanto me ajudou, com suas palavras doces, presença e firmeza, nunca deixando de me oferecer seu ombro para que eu pudesse consolar minhas mágoas e frustrações; seu riso, no intuito de contagiar o meu; sua compreensão; e seu amor.

Aos meus **amigos**,

Que acreditaram em mim e no meu sucesso e que estiveram presentes nesta jornada, contribuindo através de gestos e palavras de incentivo.

À minha amiga e eterna dupla **Patrícia Raitz**,

Pessoa que admiro muito, por sua determinação e coragem. Obrigada pelo companheirismo, pelo sorriso, pelo abraço e pela mão que sempre se estendeu quando precisei. Deus na sua infinita sabedoria cruzou nossos caminhos e eu sou muito grata por tê-la presente em minha vida.

A todos os **professores da UFSC**,

Que fizeram parte da minha trajetória acadêmica e transmitiram seus conhecimentos, experiências profissionais e de vida, com toda dedicação e carinho. A vocês, que me guiaram para além das teorias, das filosofias e das técnicas, expresso os meus maiores agradecimentos e respeito.

Meu especial agradecimento à minha orientadora Profa. Dra. **Cleonice da Silveira Teixeira**,

Pela confiança que depositou em mim, por ouvir pacientemente as minhas considerações, partilhando comigo as suas ideias, conhecimento e experiências. Quero expressar o meu reconhecimento e admiração, pela sua competência profissional e minha gratidão pela sua amizade, por ser uma profissional extremamente qualificada e pela forma humana que conduziu minha orientação. Eu a tenho como exemplo de uma grande mestre.

Ao Prof. Dr. **Márcio Corrêa**,

Por sempre ter se disposto a me ajudar nos momentos em que o procurei, sempre tendo explicações para tudo, com uma mente brilhante e iluminada por Deus.

Ao Prof. Dr. **Roberto Rocha**,

Pela disponibilidade em ajudar na realização deste trabalho sempre de maneira muito receptiva e aberta, pelos ensinamentos transmitidos e pela valiosa contribuição em minha formação profissional.

À aluna da pós-graduação **Leticia Haas**,

Que colaborou de forma fundamental neste trabalho e sempre que precisei foi muito solícita.

Ao Prof. Dr. **Fabício Augusto Menegon**,

Pela inestimável ajuda com a análise estatística deste estudo e pelos conhecimentos transmitidos.

Ao técnico em radiologia **Bruno**,

Pela ajuda constante e atenção com a qual sempre me recebeu.

A **todos**,

Que ouviram os meus desabafos; que presenciaram e respeitaram o meu silêncio; que compartilharam este longo passar de anos, de páginas, de livros e cadernos; que fizeram meu mundo um mundo melhor; que me acompanharam, choraram, riram, sentiram, participaram, aconselharam, dividiram; as suas companhias, os seus sorrisos, as suas palavras e mesmo as ausências foram expressões de amor profundo. As alegrias de hoje também são suas, pois seus amores, estímulos e carinhos foram armas para essa minha vitória. Peço a Deus que os recompense à altura.

E é a Ele que dirijo minha maior gratidão. **Deus**, mais do que me criar, deu propósito à minha vida. Vem dele tudo o que eu sou, o que eu tenho e o que eu espero.

“Hoje levantei cedo pensando no que tenho a fazer antes que o relógio marque meia noite. É minha função escolher que tipo de dia vou ter hoje. Posso reclamar porque está chovendo ou agradecer às águas por lavarem a poluição. Posso ficar triste por não ter dinheiro ou me sentir encorajado para administrar minhas finanças, evitando o desperdício. Posso reclamar sobre minha saúde ou dar graças por estar vivo. Posso me queixar dos meus pais por não terem me dado tudo o que eu queria ou posso ser grato por ter nascido. Posso reclamar por ter que ir trabalhar ou agradecer por ter trabalho. Posso sentir tédio com o trabalho doméstico ou agradecer a Deus. Posso lamentar decepções com amigos ou me entusiasmar com a possibilidade de fazer novas amizades. Se as coisas não saíram como planejei posso ficar feliz por ter hoje para recomeçar. O dia está na minha frente esperando para ser o que eu quiser. E aqui estou eu, o escultor que pode dar forma. Tudo depende só de mim.”

(Charles Chaplin)

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar e comparar as imagens obtidas por meio de radiografia panorâmica digital, radiografia periapical digital e tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), no diagnóstico da reabsorção radicular apical (RRA) induzida artificialmente. A amostra do estudo foi composta por 85 dentes de 05 crânios e 05 mandíbulas humanas secas. As reabsorções radiculares foram simuladas e classificadas de acordo com o nível de RRA (0, ausência de reabsorção; 1, leve; 2, moderada; 3, severa; 4, extrema). Radiografia panorâmica digital, radiografia periapical digital e TCFC foram realizadas antes e depois da simulação das reabsorções. Três examinadores calibrados avaliaram individualmente todas as imagens para a ausência (score 0) ou presença (scores de 1 a 4) de RRA de acordo com o grau de perda tecidual observado. Os dados foram analisados estatisticamente utilizando o teste de Análise de Variância com dois fatores ($\alpha = 5\%$). Os índices de concordância inter e intraexaminadores foram determinados pelo teste Kappa de Cohen. A sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo e valor preditivo negativo foram determinados para a verificação da acurácia de cada exame. Verificou-se que a avaliação por radiografia panorâmica foi significativamente diferente ($p = 0,0165$) da radiografia periapical e TCFC, com menores índices de concordância interexaminadores em relação ao nível real de reabsorção. Os níveis 1 e 2 da RRA tiveram os menores índices de concordância interexaminador. A acurácia foi de 88,2% para a radiografia panorâmica, 91,3% para a radiografia periapical e 90,2% para a tomografia computadorizada de feixe cônico. Conclui-se que o diagnóstico da RRA mostrou menor concordância entre os examinadores com o uso da radiografia panorâmica. Quanto maior o nível de reabsorção, mais fácil o diagnóstico. Apesar do uso da TCFC ter apresentado concordância intraexaminador entre ótima e perfeita, a sensibilidade, especificidade e acurácia deste exame foram semelhantes àsquelas obtidas pela radiografia panorâmica digital e periapical digital.

Palavras-chave: Reabsorção da raiz, Diagnóstico, Radiografia dental.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate and to compare the images obtained by digital panoramic radiography, digital periapical radiography and cone beam computed tomography (CBCT), in the diagnosis of artificially induced apical root resorption (ARR). The study sample comprised 85 teeth in 5 dry human skulls and mandibles. The root resorptions were simulated and was classified according to the level of ARR (0, none; 1, mild; 2, moderate; 3, severe; and 4, extreme). Digital panoramic radiography, digital periapical radiography and CBCT were generated before and after the simulation of resorption. Three calibrated examiners individually assessed all images for the absence (score 0) or presence (scores 1-4) of ARR according to the degree of tissue loss observed. Data were statistically analyzed using 2-way analysis of variance ($\alpha = 5\%$). The indices of agreement inter-examiner and intra-examiner were determined by Cohen's kappa test. Sensitivity, specificity, positive predictive value and negative predictive value were determined for checking the accuracy of each exam. It was found that the evaluation by panoramic radiography was significantly different ($p = 0.0165$) of periapical radiography and CBCT, with lower levels of inter-examiners agreement in relation to the real level of resorption. Levels 1 and 2 of the ARR had the lowest rates of inter-examiner agreement. The accuracy was 88.2% for panoramic radiography, 91.3% for periapical radiography and 90.2% for CBCT. It was concluded that the diagnosis of ARR showed less agreement between the examiners with the use of panoramic radiography. The higher levels of resorption had easier diagnosis. Despite the use of CBCT to have shown intra-examiner agreement from great to perfect, the sensitivity, specificity and accuracy of this exam were similar to those obtained by digital panoramic and digital periapical radiography.

Keywords: Root resorption, Diagnosis, Dental radiography.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Classificação de Levander e Malmgren (1988)- Índice de reabsorção radicular para avaliação quantitativa da reabsorção radicular. **NÍVEL 1-** Contorno irregular da raiz. **Reabsorção leve.** **NÍVEL 2-** RRA atingindo menos de 2mm. **Reabsorção moderada.** **NÍVEL 3-** RRA de 2mm a 1/3 do comprimento original da raiz. **Reabsorção severa.** **NÍVEL 4-** Reabsorção radicular superior a 1/3 do comprimento original da raiz. **Reabsorção extrema** 44

Figura 2- Imagens ilustrativas dos níveis de RRA obtidos após desgaste apical radicular, de acordo com os critérios de Levander e Malmgren: (a) **Nível 0**, (b) **Nível 1**, (c) **Nível 2**, (d) **Nível 3** e (e) **Nível**45

Figura 3- Comparações entre a avaliação das imagens obtidas pela panorâmica, periapical e TCFC, por examinador, em relação ao nível real de reabsorção..... 50

Figura 4- Imagens representativas dos exames realizados antes e após a simulação da RRA extrema (nível 4) no dente 34 e severa (nível 3) no dente 35. Imagens iniciais (T1) da radiografia panorâmica (a), periapical (b) dos dentes 34 e 35, e TCFC inicial (c) do dente 35. Imagens finais (T2) da radiografia panorâmica (d), periapical (e) dos dentes 34 e 35, e TCFC final (f) do dente 35..... 51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Interpretação do índice kappa de acordo com Landis e Koch, 1977.....	46
Tabela 2- Valores Kappa para a concordância intraexaminador e intervalo de confiança (IC) de 95% para radiografia panorâmica digital, radiografia periapical digital e TCFC.....	47
Tabela 3- Valores Kappa para a concordância interexaminador de acordo com o método radiográfico e os níveis de reabsorção.....	48
Tabela 4- Média e intervalo de confiança (IC) de 95% da sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo (VPP), independentemente do nível de reabsorção, e valor preditivo negativo (VPN), na ausência de reabsorção, para panorâmica, periapical e TCFC.....	48
Tabela 5- Distribuição dos casos identificados como falso-positivos (FP) e falso-negativos (FN) de acordo com cada grupo dentário e métodos radiográficos.....	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

RRA – Reabsorção Radicular Apical

TCFC – Tomografia Computadoriza de Feixe Cônico

TC – Tomografia Computadorizada

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

T1 – Avaliação Radiográfica Inicial

T2 – Avaliação Radiográfica Final

VPP – Valor Preditivo Positivo

VPN – Valor Preditivo Negativo

IC – Intervalo de Confiança

FP – Falso Positivo

FN – Falso Negativo

3D – Três Dimensões

LISTA DE SÍMBOLOS

% - Porcentagem

mm – Milímetro

s – Segundo

kV – Quilovoltagem

kVp – Quilovoltagem Pico

mA – Miliamperagem

α – Nível de significância estatística

p – Significância estatística

Sumário

1	INTRODUÇÃO GERAL	27
2	OBJETIVOS.....	33
2.1	Objetivo Geral	33
2.2	Objetivos Específicos.....	33
3	ARTIGO.....	35
	Introdução.....	41
	Materiais e Métodos	42
	<i>Seleção da amostra.....</i>	<i>42</i>
	<i>Obtenção das imagens iniciais (T1).....</i>	<i>42</i>
	<i>Simulação das reabsorções apicais</i>	<i>43</i>
	<i>Obtenção das imagens finais (T2)</i>	<i>45</i>
	<i>Avaliação das imagens (panorâmicas, periapicais e TCFC).....</i>	<i>45</i>
	<i>Análise Estatística</i>	<i>46</i>
	Resultados	47
	Discussão	51
	Conclusão	55
	Referências.....	55
	REFERÊNCIAS.....	61

1 INTRODUÇÃO GERAL

A reabsorção dentária pode ser definida como um evento fisiológico ou patológico decorrente, principalmente, da ação de clastos ativados, sendo caracterizada pela perda progressiva ou transitória de cimento, ou, quando mais avançada, de cimento e dentina (LOPES; SIQUEIRA JÚNIOR, 2010).

Quanto ao mecanismo de ocorrência do processo, as reabsorções são classificadas em reabsorção inflamatória ou reabsorção por substituição (NEVILLE *et al.*, 2004; CONSOLARO, 2011). Em geral, as reabsorções radiculares patológicas decorrem de processos inflamatórios instalados numa área do periodonto ou do tecido pulpar, que tenha sido previamente danificada ou alterada (NEVILLE *et al.*, 2004).

Quanto ao local de origem, as reabsorções radiculares podem ocorrer interna ou externamente (FREITAS; ROSA; SOUZA, 2004; NEVILLE *et al.*, 2004), na dependência do processo reabsortivo iniciar-se a partir das paredes internas do canal radicular ou a partir da superfície externa da raiz, respectivamente (NEVILLE *et al.*, 2004; MOTTA; CIPELLI; MOURA, 1995).

A reabsorção radicular externa pode ocorrer na superfície lateral, apical ou cervical da raiz, tendo maior eletividade pela porção apical. As causas deste tipo de reabsorção são as mais variadas, tais como: traumas, dentes reimplantados, pressão excessiva durante tratamentos ortodônticos, neoplasias de natureza expansiva, bem como algumas lesões de desenvolvimento lento, como os odontomas e ameloblastomas (FREITAS; ROSA; SOUZA; 2004). A reabsorção radicular externa é geralmente diagnosticada em consultas de rotina, quando realizadas tomadas radiográficas do paciente. Normalmente é assintomática; apenas quando a perda de estrutura radicular por reabsorção for severa é que o funcionamento e a retenção dos dentes afetados podem estar comprometidos (DUDIC *et al.*, 2009).

O aspecto radiográfico da reabsorção radicular apical (RRA) externa é a diminuição do tamanho da raiz, ficando o ápice arredondado e, em grande parte dos casos, com lâmina dura intacta e espaço pericementário normal (FREITAS; ROSA; SOUZA; 2004).

O encurtamento da raiz como resultado da RRA é uma consequência indesejável do tratamento ortodôntico (APAJALAHTI; PELTOLA, 2007). Dessa maneira, a avaliação radiográfica pelo ortodontista é um passo decisivo no processo inicial de diagnóstico

(SAMESHIMA; ASGARIFAR, 2001). O acompanhamento radiográfico permite detectar o início ou o desenvolvimento do processo de reabsorção radicular, possibilitando, dessa maneira, que sejam tomadas providências necessárias para reverter esse quadro, conduzindo ao correto tratamento odontológico e, conseqüentemente, a um prognóstico de maior sucesso (SELOW *et al.*, 2006).

Atualmente, a radiografia panorâmica, radiografia periapical e a tomografia computadorizada são os métodos de obtenção de imagens, comumente disponíveis para o diagnóstico da RRA externa, sendo que cada método possui suas vantagens e limitações.

Freitas e Torres (1998) afirmam que a radiografia panorâmica é uma técnica baseada no princípio da tomografia e apresenta, como característica inerente, um exame radiográfico com excessiva sobreposição de imagens. Além disso, apresenta diferentes graus de detalhes, o que exige um exame cuidadoso da radiografia obtida a fim de possibilitar interpretação confiável. Embora a radiografia panorâmica apresente vantagens como: menor dose de radiação, melhor cooperação do paciente e menor tempo para sua obtenção, a forma radicular é mais difícil de avaliar em filmes panorâmicos do que no levantamento radiográfico periapical (ABUABARA, 2007). Para Consolaro (2007), as radiografias panorâmicas não são indicadas no diagnóstico de reabsorções dentárias. Quando as reabsorções são detectadas nestas radiografias tratam-se de casos avançados, com grande perda de estrutura dentária. Segundo este autor, as reabsorções pequenas e médias não são detectáveis por este método radiográfico.

A literatura suporta a constatação de que a forma anormal da raiz está significativamente associada com a RRA. Neste sentido, os resultados do estudo de Sameshima e Asgarifar (2001) mostram que raízes com forma anormal em filmes periapicais foram classificadas como normais em radiografias panorâmicas em um grande número de casos, e concluíram que é muito mais difícil avaliar corretamente a forma da raiz em radiografias panorâmicas. No mesmo estudo, os autores observaram que a quantidade da RRA, calculada a partir de radiografias panorâmicas, foi significativamente maior do que quando calculada com radiografias periapicais. Isto pode ser explicado pelas diferenças inerentes à ampliação nos dois tipos de radiografias. No entanto, mesmo quando ajustado para um fator de ampliação de 20%, a reabsorção total medida em radiografias panorâmicas foi maior. A radiografia periapical mostra imagens mais refinadas, permitindo a visualização de detalhes anatômicos, como a junção cimento-esmalte, e apresenta menos distorções e sobreposições, quando comparada às

radiografias panorâmicas e telerradiografias. Todavia, os autores alegam que uma radiografia panorâmica bem realizada pode servir de base para o diagnóstico, do mesmo modo que o conjunto de filmes periapicais.

O estudo de Almeida *et al.* (2001) comparou três métodos radiográficos: radiografia periapical convencional, radiografia periapical digital (placa de fósforo) e radiografia panorâmica, com a finalidade de observar qual método detecta mais precocemente lesões periapicais produzidas artificialmente e se o tamanho da lesão interfere no diagnóstico radiográfico. Os três métodos radiográficos avaliados demonstraram resultados muito próximos no diagnóstico de lesões apicais.

O propósito da pesquisa *in vitro* de Goldber, De Silvio e Dreyer (1998 apud LA FUENTE CHÁVEZ, 2009) foi analisar a capacidade de detectar, nas radiografias periapicais, as reabsorções externas de diferentes tamanhos e profundidades em incisivos centrais e laterais de crânios humanos secos. Os resultados mostraram que as cavidades mais detectadas foram as cervicais, seguidas das localizadas no terço médio e, por último, as apicais. Os autores concluíram que o exame radiográfico convencional não é o melhor método para diagnosticar reabsorções externas precoces; e por ser o exame complementar mais utilizado na prática clínica, é importante definir seus limites para adquirir o máximo de informações.

Kamburoğlu *et al.* (2008) realizaram uma pesquisa com o intuito de comparar o diagnóstico de cavidades de reabsorção radicular externa induzidas artificialmente, a partir de filme radiográfico intraoral convencional (Kodak introspecção), sensor CCD (Sopix wireless) e sensor de PSP (Orex Digident). Como resultado, os autores também classificaram a região apical como a região mais difícil de diagnosticar reabsorção radicular externa, enquanto as reabsorções que ocorreram próximo da região cervical foram as mais fáceis de diagnosticar. A capacidade de detecção aumentou de acordo com o tamanho do defeito, independente do método radiográfico.

Avaliar a capacidade de diagnóstico das reabsorções radiculares simuladas, com o uso de radiografias periapicais, foi o propósito do estudo de Andreasen *et al.* (1987). Para este estudo, os autores criaram cavidades na superfície das raízes de 10 pré-molares inferiores, nos terços cervical, médio e apical. Posteriormente, foram realizadas tomadas radiográficas ortorradial, mesiorradial e distorradial. As radiografias foram analisadas por três examinadores. Os resultados mostraram que metade das cavidades médias não foi detectada no exame das radiografias; cavidades pequenas não foram visualizadas,

enquanto uma, de um total de treze cavidades grandes, não foi observada. Observaram também que cavidades localizadas em faces proximais foram mais bem detectadas que as localizadas nas faces vestibulares. Os autores concluíram que é importante realizar exames radiográficos em períodos de tempos pré-determinados, e em várias angulações horizontais, a fim de aumentar a possibilidade de diagnóstico de possíveis reabsorções radiculares.

Westphalen *et al.* (2004) compararam a eficácia de radiografias periapicais convencionais e radiografias periapicais digitais no diagnóstico de cavidades simulando reabsorções radiculares externas. O resultado mostrou que o número total de cavidades observadas com o método digital foi maior do que com o método convencional, para as cavidades pequenas e médias; e utilizando o método convencional, o radiologista apresentou maior capacidade de observação, seguido pelo clínico geral e o endodontista.

Para Consolaro (2007), a realização de radiografias periapicais de todos os dentes antes do tratamento ortodôntico representa, em seu conjunto, uma das formas mais eficientes de acompanhar e prevenir problemas associados às reabsorções dentárias durante o tratamento ortodôntico. Gadben *et al.* (2006) sugerem que os profissionais da área devem fazer radiografias periapicais no início do tratamento ortodôntico, e com intervalos de 6 a 9 meses durante o tratamento, além de anamnese inicial detalhada. Estas abordagens são muito importantes para evitar perdas dentárias durante e após o tratamento ortodôntico, decorrentes de reabsorções internas, reabsorções por substituição, reabsorções cervicais externas e outras que já pré-existiam (CONSOLARO, 2007).

Todavia, mesmo com a correta execução da técnica, as imagens obtidas por meio de radiografias intraorais convencionais e digitais revelam imagens bidimensionais (altura e largura), enquanto informações importantes na terceira dimensão (profundidade) ficam limitadas. Nos casos de lesões de reabsorção, a visualização tridimensional mostra-se útil no diagnóstico. Nestas circunstâncias, a imagem em três dimensões (3D) fornecida pela tomografia computadorizada (TC), representada atualmente pela tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), é extremamente necessária (PATEL *et al.*, 2009a).

Nakata *et al.* (2009) compararam os dados obtidos pela TC odontológica com as radiografias periapicais de uma reabsorção externa, em um pré-molar inferior. Observaram que as imagens obtidas pela TC mostraram com precisão a condição da reabsorção e concluíram que

essa tecnologia foi decisiva na escolha do plano de tratamento, pois forneceram informações não alcançadas pelas radiografias convencionais.

D'Addazio *et al.* (2011), destacaram a eficácia da TCFC para o diagnóstico e avaliação da reabsorção radicular externa. Os resultados mostraram que a TCFC permitiu a correta identificação de um maior percentual de complicações endodônticas, quando comparada com as radiografias periapicais. Os autores concluíram que a TCFC pode ser uma alternativa, especialmente na detecção precisa e avaliação de reabsorção radicular externa.

Ponder *et al.* (2013), ao comparar a TCFC com radiografias periapicais no diagnóstico de reabsorção radicular, observaram que as imagens da TCFC de baixa e de alta resolução foram superiores à radiografia periapical, na determinação do grau de RRA externa.

Outro estudo recente comparou a acurácia diagnóstica entre TCFC e radiografia periapical para a detecção de RRA externa em 160 pré-molares unirradiculares. Os autores concluíram que TCFC é uma ferramenta de diagnóstico confiável na detecção da RRA, enquanto a radiografia periapical pode subestimar os resultados. No entanto, se uma radiografia periapical já estiver disponível para o diagnóstico de RRA, a TCFC deve ser usada com extremo cuidado para evitar a exposição do paciente à radiação adicional (REN *et al.*, 2013).

Com o intuito de avaliar as correlações entre a reabsorção radicular e a quantidade de movimentação dentária durante o tratamento ortodôntico, Yu *et al.* (2013) relataram que a TCFC é uma abordagem útil para avaliar a RRA após o tratamento ortodôntico.

A TC fornece maior precisão no diagnóstico de reabsorções radiculares, especialmente as apicais associadas ao tratamento ortodôntico, porém o alto custo deste equipamento dificulta a sua utilização como rotina (LA FUENTE CHÁVEZ, 2009).

Até o momento, a capacidade de diagnóstico da TCFC para a detecção de RRA associada ao tratamento ortodôntico não foi suficientemente estudada (DUDIC *et al.*, 2009) e um padrão-ouro para a detecção de RRA externa ainda não foi encontrado (REN *et al.*, 2013).

Mesmo tendo conhecimento das informações acima citadas, a radiografia panorâmica tem sido rotineiramente utilizada por muitos profissionais, dentre eles a grande maioria dos ortodontistas, como método radiográfico para avaliar as estruturas dentais e ósseas antes de iniciar o tratamento clínico e ortodôntico. Entretanto, a não utilização de radiografias periapicais para todos os elementos dentais, ou TC antes do tratamento ortodôntico, pode prejudicar uma avaliação detalhada da

região perirradicular e comprometer o diagnóstico precoce das reabsorções radiculares.

Diante do exposto, novos estudos são necessários para avaliar o diagnóstico da RRA, em suas diversas fases, e comparar o uso de radiografia panorâmica digital, periapical digital e TCFC para esse fim.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar e comparar, ex vivo, a capacidade diagnóstica da radiografia panorâmica digital, periapical digital e da TCFC no diagnóstico da RRA externa induzida artificialmente.

2.2 Objetivos Específicos

- Verificar a concordância inter e intraexaminadores da avaliação da RRA externa (simulada de acordo com diferentes níveis de reabsorção), com o uso de radiografia panorâmica digital, radiografia periapical digital e da TCFC.
- Calcular a sensibilidade, especificidade e acurácia da radiografia panorâmica digital, da periapical digital e da TCFC na detecção da RRA externa.

3 ARTIGO

Diagnóstico de reabsorções radiculares apicais por meio de radiografia panorâmica digital, periapical digital e tomografia computadorizada de feixe cônico: estudo *ex vivo*

Artigo a ser submetido à revista:

International Endodontic Journal

Diagnóstico de reabsorções radiculares apicais por meio de radiografia panorâmica digital, periapical digital e tomografia computadorizada de feixe cônico: estudo *ex vivo*

Título curto: Diagnóstico de reabsorções apicais.

BORTOLI¹, FR; TEIXEIRA², CS.

¹ Francieli Regina Bortoli. Graduate student of Dental School, Federal University of Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, SC, Brazil

² Cleonice da Silveira Teixeira, DDS, MSc, PhD. Dental School, Federal University of Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, SC, Brazil.

RESUMO

Objetivo: Avaliar e comparar as imagens obtidas por meio de radiografia panorâmica digital, radiografia periapical digital e tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), no diagnóstico da reabsorção radicular apical (RRA) induzida artificialmente.

Metodologia: A amostra do estudo foi composta por 85 dentes de 05 crânios e mandíbulas humanas secas. As reabsorções radiculares foram simuladas e classificadas de acordo com o nível de RRA (0, ausência de reabsorção; 1, leve; 2, moderada; 3, severa; 4, extrema). Radiografia panorâmica digital, radiografia periapical digital e TCFC foram realizadas antes e depois da simulação das reabsorções. Três examinadores calibrados avaliaram individualmente todas as imagens para a ausência (escore 0) ou presença (escores de 1 a 4) de RRA de acordo com o grau de perda tecidual observado. Os dados foram analisados estatisticamente utilizando o teste de Análise de Variância com dois fatores ($\alpha = 5\%$). Os índices de concordância inter e intraexaminadores foram determinados pelo teste Kappa de Cohen. A sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo e valor preditivo negativo foram determinados para a verificação da acurácia de cada exame.

Resultados: A avaliação por radiografia panorâmica foi significativamente diferente ($p = 0,0165$) da radiografia periapical e TCFC, com menores índices de concordância interexaminadores em relação ao nível real de reabsorção. Os níveis 1 e 2 da RRA tiveram os menores índices de concordância interexaminador. A acurácia foi de 88,2% para a radiografia panorâmica, 91,3% para a radiografia periapical e 90,2% para a tomografia computadorizada de feixe cônico.

Conclusão: O diagnóstico da RRA mostrou menor concordância entre os examinadores com o uso da radiografia panorâmica. Quanto maior o nível de reabsorção, mais fácil o diagnóstico. Apesar do uso da TCFC ter apresentado concordância intraexaminador entre ótima e perfeita, a sensibilidade, especificidade e acurácia deste exame foram semelhantes às obtidas pela radiografia panorâmica digital e periapical digital. Desta forma, conclui-se que se o paciente já tiver radiografia periapical o diagnóstico de RRA é confiável.

Palavras chave: reabsorção da raiz, diagnóstico, radiografia dental.

Introdução

O diagnóstico precoce de reabsorções radiculares é um dos problemas clínicos de maior complexidade, pois esta patologia é frequentemente assintomática (Westphalen *et al.* 2004, Dudic *et al.* 2009). Na maioria dos casos, a reabsorção é constatada quando radiografias de rotina são realizadas, o que significa que esta já pode estar bastante avançada (Andreasen *et al.* 1987, Westphalen *et al.* 2004, Dudic *et al.* 2009).

O aspecto radiográfico da reabsorção radicular apical (RRA) externa é a diminuição do tamanho da raiz, ficando o ápice arredondado e, em grande parte dos casos, com a lâmina dura intacta e o espaço pericementário normal (Freitas *et al.* 2004).

Embora indesejável, a RRA é considerada uma seqüela comum após o tratamento ortodôntico (Brezniak & Wasserstein 1993, Gadben *et al.* 2006, Apajalahti & Peltola 2007, Abuabara, 2007, Mohandesan *et al.* 2007, Dudic *et al.* 2008, Ren *et al.* 2013). Diante desse fato, o acompanhamento radiográfico dos elementos dentais é importante, pois permite detectar o início ou o desenvolvimento do processo de reabsorção radicular. O diagnóstico precoce possibilita que sejam tomadas as providências necessárias a fim de reverter ou estabilizar a reabsorção, conduzindo ao correto tratamento e, conseqüentemente, a um prognóstico de maior sucesso (Selow *et al.* 2006).

O diagnóstico clínico da RRA na prática ortodôntica é comumente baseado em imagens obtidas em radiografias de rotina, tais como radiografias panorâmicas, periapicais (Ren *et al.* 2013), ou cefalometrias laterais (Sameshima & Asgarifar 2001, Ponder *et al.* 2013, Yu *et al.* 2013). Todavia, mesmo com a perfeita execução da técnica, as imagens obtidas por meio de radiografias intraorais convencionais são bidimensionais (altura e largura), e não contemplam a obtenção de informações importantes na terceira dimensão (profundidade) (Patel *et al.* 2009a). Além disso, diversos estudos mostram que o uso de radiografias convencionais na detecção da RRA pode subestimar ou superestimar a quantidade de estrutura radicular perdida (Sameshima & Asgarifar 2001, Dudic *et al.* 2008, Dudic *et al.* 2009, Durack *et al.* 2011).

A visualização tridimensional (3D) fornecida pela tomografia computadorizada tem possibilitado maior precisão no diagnóstico das reabsorções radiculares apicais (Patel *et al.* 2009a). A tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) tem sido muito útil na avaliação das reabsorções radiculares (Nakata *et al.* 2009, D'Addazio *et*

al. 2011, Castro *et al.* 2013), especialmente na detecção de cavidades localizadas no terço apical da raiz, em comparação com outros métodos convencionais ou digitais (Shorki *et al.* 2013). Quando comparada com a tomografia computadorizada convencional, a TCFC tem importantes vantagens na prática clínica, tais como: redução da dose de radiação; precisão de imagem; rápido tempo de digitalização; menos artefatos de imagem e análise em tempo real (Scarfe *et al.* 2006, Patel 2009). Entretanto, até o momento, a capacidade de diagnóstico da TCFC para detecção de RRA associada ao tratamento ortodôntico não foi suficientemente estudada (Dudic *et al.* 2009) e um padrão-ouro para o diagnóstico deste tipo de reabsorção ainda não foi encontrado (Ren *et al.* 2013).

Tendo em vista a importância do diagnóstico precoce das reabsorções radiculares apicais e a potencial diferença em desempenho diagnóstico de técnicas de imagem bidimensionais e tridimensionais digitais, o objetivo deste estudo foi avaliar e comparar, *ex vivo*, as imagens obtidas por meio de radiografia panorâmica digital, radiografia periapical digital e tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), no diagnóstico da RRA externa induzida artificialmente.

Materiais e Métodos

Seleção da amostra

Oitenta e cinco dentes de humanos, compreendendo 19 incisivos, 14 caninos, 28 pré-molares e 24 molares, de cinco crânios e cinco mandíbulas humanas secas, foram submetidos ao preparo de reabsorções radiculares simuladas. A quantidade de dentes selecionados variou por crânio/mandíbula. A primeira tomada de imagens foi realizada a fim de selecionar os dentes para o estudo. Dentes com tratamento endodôntico, reabsorção radicular, periodontite excessiva e patologia periapical foram excluídos do estudo.

Obtenção das imagens iniciais (T1)

Previamente à simulação das reabsorções radiculares apicais, os crânios e mandíbulas (com os dentes posicionados em seus respectivos alvéolos) foram submetidos à tomada de imagens iniciais (T1), que incluiu a realização de radiografia panorâmica, radiografias periapicais e TCFC de toda amostra.

As radiografias panorâmicas foram obtidas com o aparelho de raios X CRANEX D (SOREDEX, Tuusula, Finlândia) com os parâmetros de exposição de 57 kV, 10 mA (fixo) e 11 s. As radiografias periapicais foram realizadas com o aparelho de raios X Spectro 70X Selectronic (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil) usando um sensor digital tamanho 2 (STD 900201, IMAGING PLATES, SOREDEX, Tuusula, Finlândia). Os parâmetros de exposição foram de 70 kV, 0,8 mA e 0,25 s. Os exames de TCFC foram realizados por meio do tomógrafo i-CAT (Imaging Sciences International, Hatfield, PA, USA) com tamanho de voxel de 0,2 mm e com as seguintes especificações: 120 Kvp, 37,07 mA e tempo de exposição de 26,9 s. As imagens obtidas por TCFC foram formatadas no *software* Xoran® (versão Xoran 3.1.62, Xoran Technologies, Ann Arbor, Michigan).

As radiografias periapicais foram executadas pela técnica do paralelismo, com o auxílio dos posicionadores de filme radiográfico Rinn XCP (DENTSPLY Rinn, Elgin, IL, EUA). Os posicionadores foram mantidos em posição pela interposição de material de moldagem (godiva de alta fusão, LYSANDA, São Paulo, Brasil) entre os dentes e o suporte, e fita adesiva. As incidências radiográficas foram realizadas com os crânios e mandíbulas apoiados sobre uma superfície plana. Nas radiografias panorâmicas e TCFC os crânios e mandíbulas permaneceram na posição com o auxílio de fita adesiva.

Simulação das reabsorções apicais

Após a obtenção das imagens iniciais (T1), os dentes selecionados foram cuidadosamente extraídos dos seus alvéolos. Foram excluídos do estudo os dentes que durante a extração tiveram fraturas ou ocasionaram danos excessivos ao osso alveolar. As reabsorções foram simuladas de acordo com os níveis de reabsorção radicular propostos por Levander & Malmgren (1988), (Fig. 1).

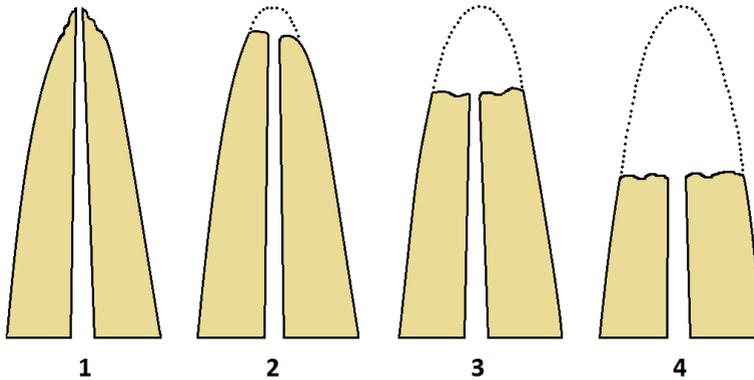


Figura 1- Classificação de Levander e Malmgren (1988) - Índice de reabsorção radicular para avaliação quantitativa da reabsorção radicular. **NÍVEL 1-** Contorno irregular da raiz. **Reabsorção leve.** **NÍVEL 2-** RRA atingindo menos de 2mm. **Reabsorção moderada.** **NÍVEL 3-** RRA de 2mm a 1/3 do comprimento original da raiz. **Reabsorção severa.** **NÍVEL 4-** Reabsorção radicular superior a 1/3 do comprimento original da raiz. **Reabsorção extrema.**

Sessenta dentes tiveram a raiz desgastada a fim de simular um dos quatro níveis de reabsorção (níveis 1-4) e 25 dentes não foram reabsorvidos, permanecendo como controle (nível 0) (Fig. 2).

Para determinar a quantidade de desgaste, o comprimento radicular foi mensurado com compasso de ponta seca e régua milimetrada. Os desgastes apicais foram realizados com ponta diamantada nº 2200 (KG SORENSEN, São Paulo, Brasil) para o contorno irregular da raiz (nível 1 de reabsorção, Fig. 2), e ponta diamantada tronco cônica nº 4138 (KG SORENSEN, São Paulo, Brasil) para os demais desgastes (níveis 2, 3 e 4, Fig. 2). As pontas diamantadas foram utilizadas acopladas em um motor de alta rotação e sob “spray” ar/água. Os dados de cada dente foram anotados de acordo com o nível de reabsorção real, comprimento inicial e final da raiz. A determinação do grau de reabsorção a ser realizado foi feita de forma aleatória entre os elementos dentais selecionados em cada crânio/mandíbula, cuidando para que ficassem uniformemente distribuídos em cada grupo dentário.

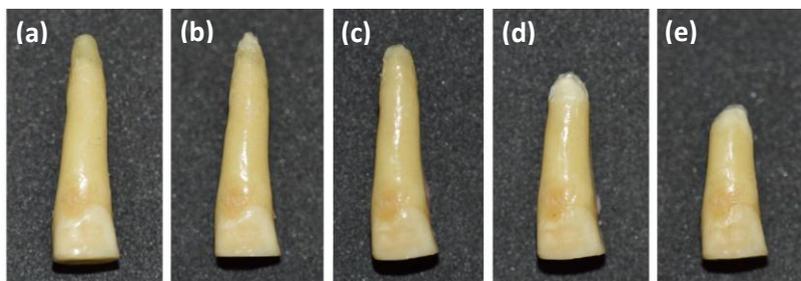


Figura 2: Imagens ilustrativas dos níveis de RRA obtidos após desgaste apical radicular, de acordo com os critérios de Levander e Malmgren: (a) Nível 0, (b) Nível 1, (c) Nível 2, (d) Nível 3 e (e) Nível 4.

Previamente ao reposicionamento dos elementos dentais em seus respectivos alvéolos, as regiões radiculares desgastadas receberam uma fina camada de cera 7 (LYSANDA, São Paulo, Brasil) para simular o espaço do ligamento periodontal, e a porção apical do alvéolo foi preenchida com osso triturado (removido do crânio com auxílio de um triturador de osso, THIMON, São Paulo, Brasil) a fim de simular o tecido ósseo.

Obtenção das imagens finais (T2)

Após o reposicionamento dos dentes nos alvéolos, tomadas radiográficas periapicais, panorâmicas e TCFC finais (T2) das amostras foram obtidas de modo similar ao descrito previamente.

Avaliação das imagens (panorâmicas, periapicais e TCFC)

Três examinadores previamente calibrados realizaram, individualmente, a avaliação das radiografias panorâmicas iniciais e finais dos dentes assinalados no estudo (experimentais e controle), determinando o escore relativo ao nível de reabsorção observado: 0, para ausência de reabsorção; e de 1 a 4, de acordo com os critérios descritos previamente (Figs. 1, 2). Num segundo momento, os mesmos examinadores avaliaram as radiografias periapicais iniciais e finais. E num terceiro momento, avaliaram as tomografias computadorizadas iniciais e finais, repetindo os procedimentos. Houve, pelo menos, uma semana de intervalo entre cada sessão. O recebimento do arquivo da

sessão seguinte estava sujeito ao envio prévio das planilhas com os resultados da avaliação anterior.

Para o registro dos resultados da avaliação, os números dos dentes a serem analisados em cada crânio foram ordenados numa planilha, de acordo com as imagens obtidas em cada método, dispostas aleatoriamente em uma apresentação de Powerpoint (Microsoft Office PowerPoint 2013, Microsoft Corporation, Albuquerque, EUA). A avaliação das imagens foi realizada diretamente na tela do laptop pessoal de cada examinador e sem limitação de tempo. O tamanho das imagens foi mantido na proporção de 1:1, todavia os examinadores foram autorizados a ampliar as imagens fornecidas em até no máximo 50%, a fim de padronizar o aumento. Para a avaliação das radiografias panorâmicas também foram fornecidas imagens com o brilho aumentado em 30% para a visualização dos dentes da região anterior.

Análise Estatística

Os dados obtidos foram analisados utilizando o software STATA/SE 13.1 (STATA Corp., Texas, USA).

A concordância entre os examinadores foi calculada usando o teste Kappa de Cohen. A interpretação do índice Kappa foi feita de acordo com os critérios de Landis & Koch (1977) (Tabela 1). Foram também analisadas a sensibilidade, especificidade e acurácia dos exames radiográficos e tomográfico realizados para a detecção de reabsorções apicais (panorâmica digital, periapical digital e TCFC). O teste de Análise de Variância com dois fatores foi utilizado para verificar possíveis diferenças na concordância entre os três exames com relação ao nível real de reabsorção. O nível de significância estabelecido foi de 5% ($\alpha = 0,05$).

Tabela 1- Interpretação do índice kappa (Landis & Koch 1977).

Kappa	Concordância
Menor que 0.0	Nenhuma
0.00 – 0.20	Fraca
0.21 – 0.40	Sofrível
0.41 – 0.60	Moderada
0.61 – 0.80	Ótima
0.81 – 1.00	Perfeita

Resultados

Os resultados da análise estatística (Kappa de Cohen, e ANOVA 2-fatores) dos dados obtidos após a avaliação das imagens pelos examinadores estão expostos nas Tabelas 2-5 e Figura 3. Os valores de Kappa da concordância interexaminadores foram de 0,57 (concordância moderada) para a radiografia panorâmica digital, 0,65 (concordância ótima) para a periapical digital e 0,75 (concordância ótima) para a TCFC. Os valores obtidos para a concordância intraexaminadores (comparando as avaliações de cada examinador em relação ao nível real de reabsorção) variaram entre 0,57 e 0,86, dependendo do método utilizado na obtenção das imagens, sendo que a TCFC apresentou os maiores índices (concordância ótima ou excelente, Tabela 2).

Tabela 2- Valores do teste de Kappa para a concordância intraexaminador e intervalo de confiança (IC) de 95% para radiografia panorâmica digital, radiografia periapical digital e TCFC.

Examinador	Panorâmica		Periapical		TCFC	
	K	IC	K	IC	K	IC
1	0.59	0.48- 0.70	0.66	0.55- 0.76	0.80	0.69- 0.91
2	0.64	0.53- 0.75	0.57	0.46- 0.67	0.68	0.57- 0.79
3	0.61	0.50- 0.72	0.76	0.65- 0.87	0.86	0.76- 0.97

O resultado do índice Kappa também mostra que a menor concordância entre os examinadores foi para o nível de reabsorção 1, para a panorâmica e TCFC, e nível 2, para a periapical (Tabela 3).

Tabela 3- Valores do teste de Kappa para a concordância interexaminador de acordo com o método de obtenção de imagem digital (panorâmica, periapical e TCFC) e os níveis de reabsorção.

Nível de Reabsorção	Panorâmica	Periapical	TCFC
0	0.68	0.78	0.76
1	0.35	0.54	0.41
2	0.42	0.42	0.70
3	0.55	0.60	0.86
4	0.75	0.80	0.91

Os percentuais de sensibilidade, especificidade e de avaliação de valor preditivo positivo (VPP) e valor preditivo negativo (VPN), para a panorâmica, periapical e TCFC estão apresentados na Tabela 4. O VPP mostra o percentual de casos em que os examinadores detectaram corretamente a ocorrência da reabsorção (independentemente do nível), e o VPN quando verificaram corretamente a não ocorrência da mesma.

Tabela 4- Média e intervalo de confiança (IC) de 95% da sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo (VPP), independentemente do nível de reabsorção, e valor preditivo negativo (VPN), na ausência de reabsorção, para panorâmica, periapical e TCFC.

Avaliação	Panorâmica		Periapical		TCFC	
	Média (%)	IC	Média (%)	IC	Média (%)	IC
Sensibilidade	87.8	82.1 92.2	93.3	88.6 96.5	89.4	84.0 93.5
Especificidade	89.3	80.1 95.3	86.7	76.8 93.4	92.0	83.4 97.0
VPP	95.2	90.7 97.9	94.4	89.9 97.3	96.4	92.3 98.7
VPN	75.3	65.0 83.8	84.4	74.4 91.7	78.4	68.4 86.5

Foram identificados 08 falso-positivos e 22 falso-negativos na radiografia panorâmica, 10 falso-positivos e 12 falso-negativos na radiografia periapical e 06 falso-positivos e 19 falso-negativos na TCFC (Tabela 5). A acurácia foi de 88,2% para a radiografia panorâmica, 91,3% para a radiografia periapical e 90,2% para a tomografia computadorizada de feixe cônico.

Tabela 5- Distribuição dos casos identificados como falso-positivos (FP) e falso-negativos (FN) de acordo com cada grupo dentário e método de obtenção de imagem.

Grupo Dentário	Panorâmica		Periapical		TCFC	
	FP	FN	FP	FN	FP	FN
Incisivos	1	11	4	3	2	6
Caninos	1	2	1	0	0	0
Pré-molares	6	6	1	6	0	6
Molares	0	3	4	3	4	7
<i>TOTAL</i>	8	22	10	12	6	19

A Análise de Variância de 2 fatores ($\alpha = 0,05$) dos dados obtidos mostrou que a avaliação por radiografia panorâmica foi significativamente diferente ($p = 0,0165$) da radiografia periapical e TCFC, com menores índices de concordância dos examinadores em relação ao nível real de reabsorção (Fig. 3).

Imagens representativas dos exames realizados no estudo (radiografia panorâmica digital, radiografia periapical digital e TCFC) podem ser observadas na Figura 4.

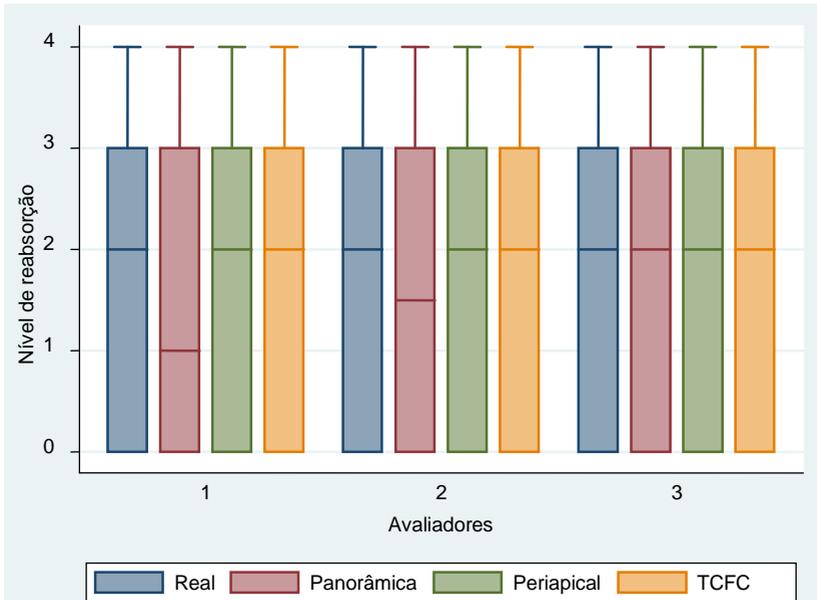


Figura 3 Comparações entre a avaliação das imagens obtidas pela panorâmica, periapical e TCFC, por examinador, em relação ao nível real de reabsorção.

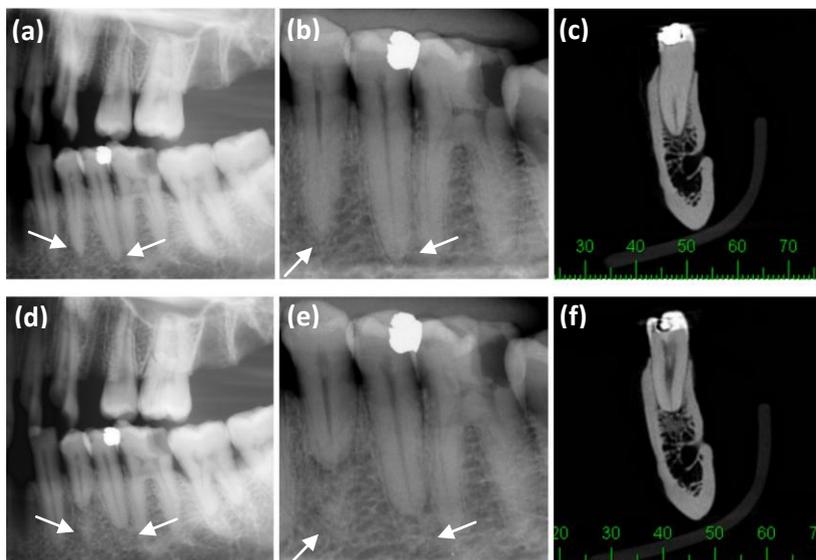


Figura 4 Imagens representativas dos exames realizados antes e após a simulação da RRA extrema (nível 4) no dente 34 e severa (nível 3) no dente 35. Imagens iniciais (T1) da radiografia panorâmica (a), periapical (b) dos dentes 34 e 35, e TCFC inicial (c) do dente 35. Imagens finais (T2) da radiografia panorâmica (d), periapical (e) dos dentes 34 e 35, e TCFC final (f) do dente 35.

Discussão

A eficácia do diagnóstico precoce da RRA é essencial para a definição da correta abordagem terapêutica e, conseqüentemente, para o sucesso do tratamento dessa patologia (Ren *et al.* 2013). Diante disso, a seleção de um método de obtenção de imagem que seja eficaz no diagnóstico das reabsorções merece ser amplamente avaliado.

No presente estudo buscou-se determinar a precisão da radiografia panorâmica digital, radiografia periapical digital e TCFC no diagnóstico da RRA. Os resultados obtidos a partir da avaliação das imagens foram comparados com os níveis reais de reabsorção. A concordância intraexaminador variou de moderada a ótima para as radiografias panorâmicas e periapicais, e de ótima a perfeita para a TCFC. Além disso, a concordância verificada entre os examinadores

variou de moderada, com o uso da radiografia panorâmica digital, a ótima, com o uso da radiografia periapical digital e da TCFC. Já a acurácia percebida foi de 88,2% para a radiografia panorâmica, 91,3% para a radiografia periapical e 90,2% para a tomografia computadorizada.

A radiografia panorâmica é normalmente utilizada na avaliação dentária prévia ao tratamento ortodôntico e ao final deste. Por este motivo, alguns autores consideram a radiografia panorâmica o método de escolha para avaliar as mudanças de comprimento das raízes na prática ortodôntica (Apajalahti & Peltola 2007). Quando comparado ao levantamento radiográfico periapical, este método apresenta vantagens tais como a menor dose de radiação, maior cooperação do paciente e menor tempo para sua obtenção (Abuabara 2007). Contudo, alguns autores apontam inconvenientes no uso da panorâmica, como superestimar a quantidade de perda radicular (Sameshima & Asgarifar 2001), ou subestimar a detecção da RRA durante o tratamento ortodôntico (Dudic *et al.* 2009). No presente estudo, o uso da radiografia panorâmica apresentou resultados inferiores ao uso da radiografia periapical e da TCFC, com relação à concordância intra e interexaminadores e, principalmente, com relação à detecção de RRA nos níveis iniciais (graus 1 e 2). Entretanto, a acurácia da panorâmica (diagnosticar a ausência ou presença da RRA, independentemente do grau da reabsorção) foi semelhante aos demais métodos utilizados.

A radiografia periapical pode ser realizada em diferentes angulações, melhorando a capacidade de visualização da reabsorção e aumentando as possibilidades de diagnóstico (Andreasen *et al.* 1987, Kamburoğlu *et al.* 2008, Bernardes *et al.* 2012). No entanto, de acordo com estudos prévios, a radiografia periapical realizada no presente experimento foi baseada em apenas uma projeção de raios-x, perpendicular a superfície dentária, de acordo com a técnica do paralelismo (Santos *et al.* 2007, Dudic *et al.* 2008, Kumar *et al.* 2011).

A radiografia periapical, embora comumente usada na detecção da RRA (Ren *et al.* 2013), também pode subestimar a reabsorção quando comparada com a microtomografia (Dudic *et al.* 2008). Por essa limitação, tem sido considerada por alguns autores como inadequada para a detecção de defeitos de RRA em um estágio inicial (Andreasen *et al.* 1987, Durack *et al.* 2011). Porém, sabe-se que o uso da radiografia periapical digital apresenta a vantagem de permitir a ampliação das imagens, o que proporciona superioridade na detecção de RRA externa (Andreasen *et al.* 1987, Westphalen *et al.* 2004). No presente estudo, os examinadores foram autorizados a realizar a avaliação das imagens com

até 50% de aumento, em relação ao tamanho original. Além da possibilidade de aumento, o uso de sensores digitais na detecção de RRA utiliza menor dose de radiação, permite imediata visualização (Kamburoğlu *et al.* 2008) e possibilita melhor qualidade da imagem (Sameshima & Asgarifar 2001). Em contrapartida, outros estudos tem observado que o uso de radiografias digitais não mostrou superioridade estatisticamente significativa, quando comparado com a radiografia convencional, na detecção de reabsorção radicular externa em diferentes tamanhos e localizações (Kamburoğlu *et al.* 2008, Shokri *et al.* 2013). Entretanto, é possível que, no presente estudo, o uso de imagens digitais com até 50% de aumento, tenha sido importante para o auxílio da detecção da RRA, resultando em nenhuma diferença estatística significativa entre radiografia periapical e TCFC.

A excelente precisão da TCFC em diagnosticar lesões de reabsorção resulta da possibilidade de visualização tridimensional dessas lesões, o que permite que o clínico selecione as vistas ortogonais mais favoráveis para cada problema a ser analisado (Patel *et al.* 2009b). De acordo com nossos resultados, a avaliação da capacidade de diagnóstico da TCFC mostrou alta sensibilidade e excelente especificidade, sendo superior a avaliação por meio de radiografia panorâmica. Estes achados confirmam os resultados de outros estudos laboratoriais (Da Silveira *et al.* 2007, Durack *et al.* 2011) e de um estudo *in vivo*, que utilizou o mesmo critério de avaliação de reabsorção, em comparação com a radiografia panorâmica (Dudic *et al.* 2009). Quando comparada com as radiografias periapicais, nossos resultados corroboram com os de outro estudo (Kumar *et al.* 2011), que também observou a não existência de diferenças significativas na precisão diagnóstica de reabsorção radicular entre radiografias periapicais digitais e TCFC. Contudo, este resultado é contrário aos obtidos em estudos anteriores (Patel *et al.* 2009b, D'Addazio *et al.* 2011, Ponder *et al.* 2013), que mostraram que a TCFC fornece maior precisão na detecção de reabsorção radicular externa, principalmente quando presentes no terço apical da raiz (Shokry *et al.* 2013). Diferenças metodológicas entre os estudos podem explicar, em parte, as discordâncias de resultados.

O presente estudo verificou que a capacidade de detecção de RRA aumentou de acordo com o nível de reabsorção para todos os métodos de imagem. Ou seja, quanto maior o nível de RRA, mais fácil sua detecção. Este achado corrobora com os resultados de estudos anteriores, que observaram que a proporção de interpretações corretas aumentou quando os dentes com maiores níveis de reabsorção foram

avaliados (Andreasen *et al.* 1987, Da Silveira *et al.* 2007, Kamburoğlu *et al.* 2008). No entanto, em desacordo com nossos resultados, Shokri e outros autores (2013) não observaram diferenças estatisticamente significativas na capacidade de detecção de reabsorção radicular externa, independentemente do tamanho do defeito.

A maioria das pesquisas tem se concentrado em avaliar incisivos superiores, pelo fato de serem os dentes mais suscetíveis à reabsorção radicular (Levander & Malmgren 1988, Gadben *et al.* 2006, Mohandesan *et al.* 2007, Santos *et al.* 2007). No entanto, nosso estudo incluiu a avaliação dos níveis de reabsorção em dentes de todos os grupos dentários, a exemplo do realizado por outros estudos (Sameshima & Asgarifar 2001, Apajalahti & Peltola 2007).

O preenchimento do alvéolo com osso triturado, após o desgaste apical para a criação da RRA, teve por objetivo simular a reabsorção por substituição que pode ocorrer devido ao tratamento ortodôntico. Apesar de não haver estudos comprovando a eficácia deste preenchimento, a partir da avaliação subjetiva das imagens obtidas percebe-se que esta prática simulou bem a presença do osso alveolar. Em outro estudo laboratorial, no qual a remoção da estrutura apical da raiz não foi acompanhada do preenchimento com osso alveolar triturado, os autores constataram a formação de um espaço entre o término do dente e o osso alveolar circundante, o que tornou os resultados obtidos menos aplicáveis clinicamente (Ponder *et al.* 2013), e a perdas teciduais mais facilmente detectáveis.

Com relação às avaliações realizadas pelos examinadores, houve pelo menos uma semana de intervalo entre cada sessão de visualização das imagens. O tempo entre as sessões serviu para reduzir a possibilidade dos examinadores recordarem os casos anteriormente avaliados (Patel *et al.* 2009b). Cada um dos exames teve suas imagens organizadas sequencialmente em uma apresentação do PowerPoint (Microsoft PowerPoint), a fim de facilitar o trabalho dos examinadores (Patel *et al.* 2009b, Durack *et al.* 2011). Todo cuidado foi tomado para minimizar eventuais alterações das imagens durante a preparação dos slides e, após rigorosa inspeção, nenhuma diferença subjetiva da qualidade das mesmas foi notada entre as imagens originais e as observadas na apresentação (Durack *et al.* 2011).

Apesar dos resultados do presente estudo mostrarem concordância intraexaminadores entre ótima e perfeita, bem como maior especificidade com o uso da TCFC, vale a pena lembrar que este exame acarreta em dose de radiação mais elevada para o paciente, maior despesa, bem como disponibilidade limitada na maioria das situações

clínicas (Kumar *et al.* 2011, Shemesh *et al.* 2011). Diante disso, torna-se evidente que a TCFC não pode substituir a radiografia periapical para a detecção de RRA em todos os casos, especialmente naqueles relacionados ao cotidiano do tratamento ortodôntico. No entanto, nos casos mais complexos, a imagem em 3D proporcionada pela TCFC pode ser mais adequada do que a radiografia convencional (Ren *et al.* 2013, Shokri *et al.* 2013), principalmente no que tange a detecção de RRA, onde a superposição de imagens pode comprometer a visualização pelos métodos radiográficos convencionais (periapical e panorâmica). A preservação radiográfica periapical deve ser um procedimento de rotina na clínica ortodôntica, tendo como objetivo prevenir e controlar a RRA. Os profissionais da área devem fazer radiografias periapicais ao início do tratamento ortodôntico, e com intervalos de 6 a 9 meses durante o tratamento, além de anamnese inicial detalhada (Gadben *et al.* 2006).

Conclusão

De acordo com os resultados obtidos pode-se concluir que o diagnóstico da RRA mostrou menor concordância entre os examinadores com o uso da radiografia panorâmica. De modo geral, quanto maior o nível de reabsorção, mais fácil o diagnóstico, independentemente do exame utilizado. Apesar do uso da TCFC ter apresentado concordância intraexaminador entre ótima e perfeita, a sensibilidade, especificidade e acurácia deste exame foram semelhantes às aquelas obtidas pela radiografia panorâmica digital e periapical digital. Desta forma, se o paciente já tiver radiografia periapical o diagnóstico de RRA é confiável.

Referências

Abuabara A (2007) Biomechanical aspects of external root resorption in orthodontic therapy. *Medicina Oral Patología Oral y Cirugía Bucal* **12**, E610-E613.

- Andreasen FM, Sewerin I, Mandel U, Andreasen JO (1987) Radiographic assessment of simulated root resorption cavities. *Endodontics & Dental Traumatology* **3**, 21-27.
- Apajalahti S, Peltola JS (2007) Apical root resorption after orthodontic treatment - a retrospective study. *European Journal of Orthodontics* **29**, 408-412.
- Bernardes RA, De Paulo RS, Pereira LO, Duarte MA, Ordinola-Zapata R, De Azevedo JR (2012) Comparative study of cone beam computed tomography and intraoral periapical radiographs in diagnosis of lingual-simulated external root resorptions. *Dental Traumatology* **28**, 268-272.
- Brezniak N, Wasserstein A (1993) Root resorption after orthodontic treatment: Part 1. Literature review. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* **103**, 62-66.
- Castro IO, Alencar AH, Valladares-Neto J, Estrela C (2013) Apical root resorption due to orthodontic treatment detected by cone beam computed tomography. *The Angle Orthodontist* **83**, 196-203
- D'Addazio PS, Campos CN, Özcan M, Teixeira HG, Passoni RM, Carvalho AC (2011) A comparative study between cone-beam computed tomography and periapical radiographs in the diagnosis of simulated endodontic complications. *International Endodontic Journal* **44**, 218-224.
- Da Silveira HL, Silveira HE, Liedke GS, Lermen CA, Dos Santos RB, De Figueiredo JA (2007) Diagnostic ability of computed tomography to evaluate external root resorption in vitro. *Dentomaxillofacial Radiology* **36**, 393-396.
- Dudic A, Giannopoulou C, Leuzinger M, Kiliaridis S (2009) Detection of apical root resorption after orthodontic treatment by using panoramic radiography and cone-beam computed tomography of super-high resolution. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* **135**, 434-437.
- Dudic A, Giannopoulou C, Martinez M, Montet X, Kiliaridis S (2008) Diagnostic accuracy of digitized periapical radiographs validated

against micro-computed tomography scanning in evaluating orthodontically induced apical root resorption. *European Journal of Oral Sciences* **116**, 467–472.

Durack C, Patel S, Davies J, Wilson R, Mannocci F (2011) Diagnostic accuracy of small volume cone beam computed tomography and intraoral periapical radiography for the detection of simulated external inflammatory root resorption. *International Endodontic Journal* **44**, 136-147.

Freitas A, Rosa JE, Souza IF (2004) *Radiologia odontológica*, 6^o ed São Paulo, SP, Brasil: Artes Médicas.

Gadben JMA, Ribeiro A, Generoso R, Armond MC, Marques LS (2006) Avaliação radiográfica periapical dos níveis de reabsorção radicular de incisivos superiores após tratamento ortodôntico. *Arquivos em Odontologia* **42**, 257-336.

Kamburoğlu K, Tsesis I, Kfir A, Kaffe I (2008) Diagnosis of artificially induced external root resorption using conventional intraoral film radiography, CCD, and PSP: an ex vivo study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology* **106**, 885–891.

Kumar V, Gossett L, Blattner A, Iwasaki LR, Williams K, Nickel JC (2011) Comparison between cone-beam computed tomography and intraoral digital radiography for assessment of tooth root lesions. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* **139**, e533-e541.

Landis JR, Koch GG (1977) The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* **33**, 159–174.

Levander E, Malmgren O (1988) Evaluation of the risk of root resorption during orthodontic treatment: a study of upper incisors. *European Journal of Orthodontics* **10**, 30-38.

Mohandesan H, Ravanmehr H, Valaei N (2007) A radiographic analysis of external apical root resorption of maxillary incisors during active orthodontic treatment. *European Journal of Orthodontics* **29**, 134–139.

- Nakata K, Naitoh M, Izumi M, Arijii E, Nakamura H (2009) Evaluation of correspondence of dental computed tomography imaging to anatomic observation of external root resorption. *Journal of Endodontics* **35**, 1594-1597.
- Patel S (2009) New dimensions in endodontic imaging: Part 2. Cone beam computed tomography. *International Endodontic Journal* **42**, 463-475.
- Patel S, Dawood A, Whaites E, Pitt Ford T (2009a) New dimensions in endodontic imaging: part 1. Conventional and alternative radiographic systems. *International Endodontic Journal*, **42**, 447-462.
- Patel S, Dawood A, Wilson R, Horner K, Mannocci F (2009b) The detection and management of root resorption lesions using intraoral radiography and cone beam computed tomography – an *in vivo* investigation. *International Endodontic Journal* **42**, 831–838.
- Ponder SN, Benavides E, Kapila S, Hatch NE (2013) Quantification of external root resorption by low- vs high-resolution cone-beam computed tomography and periapical radiography: A volumetric and linear analysis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* **143**, 77-91.
- Ren H, Chen J, Deng F, Zheng L, Liu X, Dong Y (2013) Comparison of cone-beam computed tomography and periapical radiography for detecting simulated apical root resorption. *The Angle Orthodontist* **83**, 189-195.
- Sameshima GT, Asgarifar KO (2001) Assessment of Root Resorption and Root Shape: Periapical vs Panoramic Films. *The Angle Orthodontist* **71**, 185-189.
- Santos ECA, Lara TS, Arantes FM, Coclete GA, Silva RS (2007) Análise radiográfica computadorizada da reabsorção radicular apical após a utilização de duas mecânicas ortodônticas. *Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial* **12**, 48-55.

- Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P (2006) Clinical applications of conebeam computed tomography in dental practice. *Journal of the Canadian Dental Association* **72**, 75-80.
- Selow MLC, Vieira I, Balluta A et al. (2006) Reabsorção radicular externa oriunda do tratamento ortodôntico. *Revista Dens* **14**, 1-5.
- Shemesh H, Cristescu RC, Wesselink PR, Wu M-K (2011) The use of cone-beam computed tomography and digital periapical radiographs to diagnose root perforations. *Journal of Endodontics* **37**, 513-516.
- Shokri A, Mortazavi H, Salemi F, Javadian A, Bakhtiari H, Matlabi H (2013) Diagnosis of simulated external root resorption using conventional intraoral film radiography, CCD, PSP, and CBCT: a comparison study. *Biomedical Journal* **36**, 18-22.
- Westphalen VP, Gomes de Moraes I, Westphalen FH, Martins WD, Souza PH (2004) Conventional and digital radiographic methods in the detection of simulated external root resorptions: a comparative study. *Dentomaxillofacial Radiology* **33**, 233-235.
- Yu J-H, Shu K-W, Tsai M-T, Hsu J-T, Chang H-W, Tung K-L (2013) A cone-beam computed tomography study of orthodontic apical root resorption. *Journal of Dental Sciences* **8**, 74-79.

REFERÊNCIAS

ABUABARA, A. Biomechanical aspects of external root resorption in orthodontic therapy. **Medicina Oral Patología Oral y Cirugía Bucal**, v. 12, n. 8, p. E610-E613, dez. 2007.

ALMEIDA, S. M. de et al. Avaliação de três métodos radiográficos (periapical convencional, periapical digital e panorâmico) no diagnóstico de lesões apicais produzidas artificialmente. **Pesquisa Odontológica Brasileira**, v. 15, n. 1, p. 56-63, jan/mar. 2001.

ANDREASEN, F. M. et al. Radiographic assessment of simulated root resorption cavities. **Endodontics & Dental Traumatology**, v. 3, n. 1, p. 21-27, fev. 1987.

APAJALAHTI, S.; PELTOLA J. S. Apical root resorption after orthodontic treatment - a retrospective study. **European Journal of Orthodontics**, v. 29, n. 4, p. 408-412, ago. 2007.

BERNARDES, R. A. et al. Comparative study of cone beam computed tomography and intraoral periapical radiographs in diagnosis of lingual-simulated external root resorptions. **Dental Traumatology**, v. 28, n. 4, p. 268-272, ago. 2012.

BREZNIAK, N.; WASSERSTEIN, A. Root resorption after orthodontic treatment: Part 1. Literature review. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 103, n. 1, p. 62-66, jan. 1993.

CASTRO, I. O. et al. Apical root resorption due to orthodontic treatment detected by cone beam computed tomography. **The Angle Orthodontist**, v. 83, n. 2, p. 196-203, mar. 2013.

CONSOLARO, A. Radiografias periapicais prévias ao tratamento ortodôntico. **Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial**, v. 12, n. 4, p. 14-16, jul./ago. 2007.

CONSOLARO, A. The concept of root resorptions or Root resorptions are not multifactorial, complex, controversial or polemical!. **Dental Press Journal of Orthodontics**, v. 16, n. 4, p.19-24, jul./ago. 2011.

D'ADDAZIO, P. S. et al. A comparative study between cone-beam computed tomography and periapical radiographs in the diagnosis of simulated endodontic complications. **International Endodontic Journal**, v. 44, n. 3, p. 218–224, mar. 2011.

DA SILVEIRA, H. L. *et al.* Diagnostic ability of computed tomography to evaluate external root resorption *in vitro*. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 36, n. 7, p. 393–396, out. 2007.

DUDIC, A. et al. Detection of apical root resorption after orthodontic treatment by using panoramic radiography and cone-beam computed tomography of super-high resolution. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 135, n. 4, p. 434-437, abr. 2009.

DUDIC, A. et al. Diagnostic accuracy of digitized periapical radiographs validated against micro-computed tomography scanning in evaluating orthodontically induced apical root resorption. **European Journal of Oral Sciences**, v. 116, n. 5, p. 467–472, out. 2008.

DURACK, C. et al. Diagnostic accuracy of small volume cone beam computed tomography and intraoral periapical radiography for the detection of simulated external inflammatory root resorption. **International Endodontic Journal**, v. 44, n. 2, p. 136-147, fev. 2011.

FREITAS, A.; ROSA, J. E.; SOUZA, I. F. e. **Radiologia odontológica**. 6. ed. São Paulo, SP: Artes Médicas, 2004.

FREITAS, A.; TORRES, F. Radiografias panorâmicas. In: FREITAS A.; ROSA J. E.; SOUZA J. F. **Radiologia Odontológica**. 4 ed. São Paulo, SP: Artes Médicas; 1998, p.211-36.

GADBEN, J. M. A. et al. Avaliação radiográfica periapical dos níveis de reabsorção radicular de incisivos superiores após tratamento ortodôntico. **Arquivos em Odontologia**, v. 42, n. 4, p. 257-336, out./dez. 2006.

KAMBUROĞLU, K. et al. Diagnosis of artificially induced external root resorption using conventional intraoral film radiography, CCD, and PSP: an ex vivo study. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology**, v. 106, n. 6, p. 885–891, dez. 2008.

KUMAR, V. et al. Comparison between cone-beam computed tomography and intraoral digital radiography for assessment of tooth root lesions. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 139, n. 6, p. e533-e541, jun. 2011.

LA FUENTE CHÁVEZ, J. E. R. **Avaliação da reabsorção radicular externa em dentes tratados endodonticamente após tratamento ortodôntico por meio de análise comparativa de métodos radiográficos**. 2009. 146 p. Dissertação (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009.

LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v. 33, n. 1, p. 159–174, mar. 1977.

LEVANDER, E.; MALMGREN, O. Evaluation of the risk of root resorption during orthodontic treatment: a study of upper incisors. **European Journal of Orthodontics**, v. 10, n. 1, p. 30-38, fev. 1988.

LOPES H. P.; SIQUEIRA JÚNIOR, J. F. **Endodontia: biologia e técnica**. 3 ed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 2010.

MOHANDESAN, H.; RAVANMEHR, H.; VALAEI, N. A radiographic analysis of external apical root resorption of maxillary incisors during active orthodontic treatment. **European Journal of Orthodontics**, v. 29, n. 2, p. 134–139, abr. 2007.

MOTTA, M. C.; CIPELLI, S. R.; MOURA, A. A. M. Reabsorção Radicular: Etiologia, Patogênese, Classificação e Manifestações Clínicas. **Revista do Instituto de Ciências da Saúde**, v. 13, n. 1, p. 23-28, jan./jun. 1995.

NAKATA, K. et al. Evaluation of correspondence of dental computed tomography imaging to anatomic observation of external root resorption. **Journal of Endodontics**, v. 35, n. 11, p. 1594-1597, nov. 2009.

NEVILLE, B. W. et al. **Patologia Oral e Maxilofacial**. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara koogan, 2004.

PATEL, S. New dimensions in endodontic imaging: Part 2. Cone beam computed tomography. **International Endodontic Journal**, v. 42, n. 6, p. 463-475, jun. 2009.

PATEL, S. et al. New dimensions in endodontic imaging: part 1. Conventional and alternative radiographic systems. **International Endodontic Journal**, v. 42, n. 6, p. 447-462, jun. 2009a.

PATEL, S. et al. The detection and management of root resorption lesions using intraoral radiography and cone beam computed tomography – an *in vivo* investigation. **International Endodontic Journal**, v. 42, n. 9, p. 831–838, set. 2009b.

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. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 143, n. 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. **The Angle Orthodontist**, v. 83, n. 2, p. 189-195, mar. 2013.

SAMESHIMA, G. T.; ASGARIFAR, K. O. Assessment of Root Resorption and Root Shape: Periapical vs Panoramic Films. **The Angle Orthodontist**, v. 71, n. 3, p. 185-189, jun. 2001.

SANTOS, E. C. A. *et al.* Análise radiográfica computadorizada da reabsorção radicular apical após a utilização de duas mecânicas ortodônticas. **Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial**, v. 12, n. 1, p. 48-55, jan./fev. 2007.

SCARFE, W. C.; FARMAN, A. G.; SUKOVIC, P. Clinical applications of conebeam computed tomography in dental practice. **Journal of the Canadian Dental Association**, v. 72, n. 1, p 75-80, fev. 2006.

SELOW, M. L. C. et al. Reabsorção radicular externa oriunda do tratamento ortodôntico. **Revista Dens**, v. 14, n. 2, p. 1-5, nov./abr. 2006.

SHEMESH, H. et al. The Use of Cone-beam Computed Tomography and Digital Periapical Radiographs to Diagnose Root Perforations. **Journal of Endodontics**, v. 37, n. 4, p. 513-516, abr. 2011.

SHOKRI, A. et al. Diagnosis of simulated external root resorption using conventional intraoral film radiography, CCD, PSP, and CBCT: a comparison study. **Biomedical Journal**, v. 36, n. 1, p. 18-22, jan./fev. 2013.

WESTPHALEN, V. P. et al. Conventional and digital radiographic methods in the detection of simulated external root resorptions: a comparative study. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 33, n. 4, p. 233–235, jul. 2004.

YU, J.-H. et al. A cone-beam computed tomography study of orthodontic apical root resorption. **Journal of Dental Sciences**, v. 8, n. 1, p. 74-79, mar. 2013.