



Mestrado Integrado em Medicina Dentária  
Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra

**Análise da reabsorção radicular apical externa:  
radiografia periapical vs tomografia computadorizada de  
feixe cónico**

Linda Inês Guerreiro Magalhães

**Orientadora:** Professora Doutora Sónia Margarida Alves Pereira

**Coorientadora:** Professora Doutora Ana Teresa Corte-Real Gonçalves

**Coimbra, 2017**

Mestrado Integrado em Medicina Dentária  
Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra

## **Análise da reabsorção radicular apical externa: radiografia periapical vs tomografia computadorizada de feixe cónico**

**Magalhães L<sup>1</sup>, Corte-Real A<sup>2</sup>, Alves S<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Aluna do 5º ano do Mestrado Integrado em Medicina Dentária, Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra

<sup>2</sup> Professora Auxiliar, Departamento de Ciências Forenses, Área de Medicina Dentária, Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra

<sup>3</sup> Professora Auxiliar, Departamento de Ortodontia, Área de Medicina Dentária, Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra

Endereço: Área de Medicina Dentária, FMUC, Coimbra - Portugal

Avenida Bissaya Barreto, Blocos de Celas CHUC

3000-075 Coimbra, Portugal

Tel.: +351 239484183

Fax: +351 239402910

Endereço eletrónico: [linda\\_guerreiro@hotmail.com](mailto:linda_guerreiro@hotmail.com)

## **Sumário**

Lista de abreviaturas

Resumo

Abstract

1. Introdução
2. Materiais e Métodos
3. Resultados
4. Discussão
5. Conclusão
6. Bibliografia

Anexos

Agradecimentos

Índice

Índice de Figuras

Índice de Tabelas

## **Lista de abreviaturas**

**RR:** Reabsorção Radicular

**TO:** Tratamento Ortodôntico

**RRAE:** Reabsorção Radicular Apical Externa

**RP:** Radiografia Periapical

**TCFC:** Tomografia Computorizada de Feixe Cônico

**TC:** Tomografia Computorizada

**FOV:** Field of View

**mA:** Miliamperes

**kV:** Kilovoltagem

**CHUC:** Centro Hospitalar da Universidade de Coimbra

**V:** Voltagem

**Hz:** Hertz

**PL/mm:** Pares de linhas por milímetro

**A:** Ampere

**DICOM:** Digital Imaging and Communications in Medicine

**EUA:** Estados Unidos da América

**ROC:** Receiver Operating Characteristic

## Resumo

**Introdução:** A reabsorção radicular apical externa é uma sequela iatrogénica do tratamento ortodôntico. A realização de um correto e precoce diagnóstico imagiológico é fundamental para prevenir sequelas irreversíveis que comprometem o sucesso do tratamento. A identificação de reabsorção radicular de dimensão considerável durante o tratamento ortodôntico torna possível uma alteração do plano de tratamento ortodôntico, de modo a minimizar a contínua perda de estrutura dentária radicular.

**Objetivo:** Avaliar e comparar a precisão de diagnóstico da radiografia periapical e da tomografia computadorizada de feixe cónico na deteção da reabsorção radicular apical externa associada ao tratamento ortodôntico.

**Materiais e Métodos:** A amostra do estudo foi composta por 41 pacientes em fase de contenção ortodôntica, que frequentavam as consultas de pós-graduação de Ortodontia da Área de Medicina Dentária da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra.

Foram efetuados, a cada paciente, três exames radiográficos intraorais periapicais digitais e um exame de tomografia computadorizada de feixe cónico, com o intuito de avaliar os incisivos maxilares e mandibulares. A análise das imagens obtidas pela tomografia de feixe cónico foi efetuada com o *Software OnDemand3DApp*. O diagnóstico de reabsorção radicular apical externa (presente ou ausente) foi realizado por duas Médicas Dentistas experientes e utilizado como “padrão de referência” para posterior avaliação de cada dente. Seguidamente as imagens foram analisadas por dois examinadores pós-graduados em Ortodontia.

A análise da curva ROC foi utilizada para avaliar a precisão diagnóstica de cada examinador e de cada tipo de exame imagiológico. Foram calculados os seguintes valores de *performance* do diagnóstico: acurácia, sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo e valor preditivo negativo.

A concordância inter e intraexaminadores foi avaliada através da estatística *Kappa*.

**Resultados:** Os valores da área abaixo da curva ROC foram aproximadamente os mesmos para ambos os métodos imagiológicos na precisão de deteção da reabsorção radicular apical externa, não sendo as diferenças estatisticamente significativas ( $p > 0.05$ ). Na amostra da fase 1, com todos os incisivos, 79% dos dentes apresentaram reabsorção radicular. Contudo, na fase 2, a presença de reabsorção esteve entre os 67% (incisivos inferiores e centrais) e os 75% (incisivos laterais).

**Conclusão:** Este estudo sugere não existirem diferenças significativas na precisão entre a radiografia periapical e a tomografia computadorizada de feixe cônico para a detecção da reabsorção radicular apical externa associada ao tratamento ortodôntico. A radiografia periapical continua a ser o exame primário de diagnóstico desta lesão. Contudo, caso se justifique, pode complementar-se com a tomografia de feixe cônico.

**Palavras-Chave:** “Ortodontia”, “Tomografia Computorizada de Feixe Cônico”, “Radiografia Periapical”, “Reabsorção Radicular Apical Externa”

## Abstract

**Introduction:** External apical root resorption is an iatrogenic sequel of orthodontic treatment. The achievement of a correct and early imaging diagnosis is essential to prevent irreversible sequelae that may compromise the success of the treatment. The identification of considerable root resorption during orthodontic treatment makes it possible to alter the orthodontic treatment plan in order to minimize the continuous loss of tooth structure.

**Objective:** To evaluate and compare the diagnostic accuracy of periapical radiography and cone beam computed tomography in the detection of external apical root resorption associated with orthodontic treatment.

**Materials and Methods:** The study sample consisted of 41 patients in the orthodontic retention phase who attended the Orthodontic post-graduation appointments of the Dentistry Medicine Area of the Faculty of Medicine of the University of Coimbra.

Three digital periapical intraoral x-ray examinations and a cone beam computed tomography scan were performed on each patient, with the purpose of evaluating maxillary and mandibular incisors. The analysis of the images obtained by CBCT was performed with OnDemand3DApp Software. The diagnosis of external apical root resorption (present or absent) was performed by two experienced Dentists and used as a "reference standard" for subsequent evaluation of each tooth. The images were then analyzed by two post-graduate examiners in Orthodontics.

The ROC curve analysis was used to evaluate the diagnostic accuracy of each examiner and each type of imaging examination. The following diagnostic performance values were calculated: accuracy, sensitivity, specificity, positive predictive value and negative predictive value.

Inter- and intra-examiner agreement was assessed using Kappa statistics.

**Results:** The values of the area below the ROC curve were approximately the same for both imaging methods in the accuracy of detection of external apical root resorption, and the differences were not statistically significant ( $p > 0.05$ ). In the sample from phase 1, with all the incisors, 79% of the teeth presented root resorption. However, in phase 2, the presence of resorption was between 67% (lower and central incisors) and 75% (lateral incisors).

**Conclusion:** This study suggests that there are no significant differences in the accuracy between periapical radiography and cone beam computed tomography for the detection of external apical root resorption associated with orthodontic treatment.

Periapical radiography remains the primary diagnostic examination of this lesion. However, if necessary, we can use cone beam tomography.

**Key-Words:** "Orthodontics", "Cone Beam Computed Tomography", "Periapical Radiography", "External Apical Root Resorption"

## 1. Introdução

A reabsorção radicular (RR) pode ocorrer por processos fisiológicos, que se manifestam durante a esfoliação da dentição decídua, ou patológicos, em casos de infecção, inflamação, ou pressão<sup>1,2</sup>. Fuss e col.<sup>3</sup> sugerem que a sua etiologia pode estar associada a: infecções pulpares, infecções periodontais, dentes inclusos, trauma dentário e tratamento ortodôntico (TO).

A reabsorção radicular pode ser classificada em externa ou interna<sup>4</sup>. A reabsorção externa, segundo Patel e col.<sup>5</sup>, divide-se em: inflamatória, de superfície, cervical ou por substituição. A reabsorção radicular externa de superfície ocorre devido a uma pressão, manifestando-se através de microdefeitos. Contudo, quando a causa é removida, geralmente há reparação do cemento<sup>5</sup>. Por sua vez, a reabsorção radicular externa inflamatória, envolve camadas de cemento mais profundas que leva à exposição dos túbulos dentinários e subsequente ação de células inflamatórias<sup>6</sup>. Estes dois tipos de reabsorção são os mais frequentemente associados ao TO<sup>7</sup>.

A reabsorção radicular apical externa (RRAE) é um risco frequente do tratamento ortodôntico<sup>8,9,10,11</sup>, sendo caracterizada pela perda permanente de tecido radicular apical (cemento e dentina), como consequência da ação das células clásticas<sup>12,13,14</sup>. Os dentes mais frequentemente afetados são os incisivos maxilares seguidos dos incisivos mandibulares e dos primeiros molares<sup>7,15</sup>.

O ligamento periodontal apresenta um papel crucial na resposta biológica às forças ortodônticas exercidas, independentemente do tipo de forças envolvidas<sup>6</sup>. Patofisiologicamente, a reabsorção radicular, que ocorre em resposta à aplicação da força ortodôntica, é induzida por processos de necrose assética, que se traduzem histologicamente pelo aparecimento de zonas de hialinização<sup>11</sup>. Neste contexto, a necrose do ligamento periodontal e do osso alveolar adjacente surgem devido a uma compressão localizada dos vasos sanguíneos induzida por cargas e subsequente isquemia<sup>16</sup>. Em resposta, deslocam-se ao local células imunoinflamatórias, fibroblastos e células com capacidade de diferenciação em células de remodelação da raiz e do periodonto<sup>11</sup>. Os tecidos necróticos são reabsorvidos por estas células e libertam mediadores que levam à remodelação das estruturas envolvidas, e subsequente progressão do movimento dentário<sup>16</sup>.

O processo de reabsorção pode ser inconsequente e estender-se apenas por 2 a 3 semanas<sup>3</sup>. No entanto, quando a raiz é comprimida contra o alvéolo dentário podem-se verificar lacunas de reabsorção ao nível do cemento e da dentina radicular, que face à aplicação contínua da força ortodôntica podem levar a um processo de reabsorção progressiva da superfície da raiz<sup>7,8</sup>. Quando este processo de reabsorção

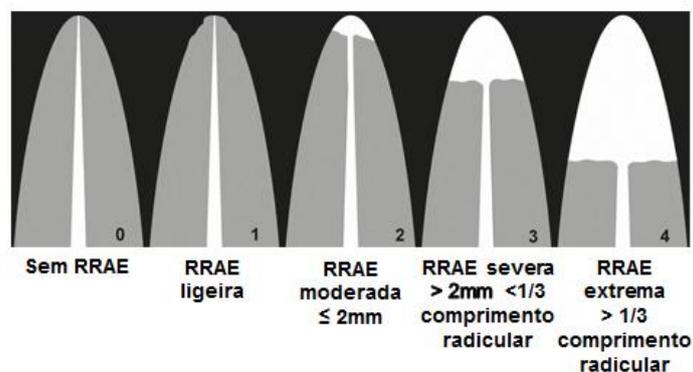
excede a capacidade de reparação, a dentina é submetida à ação dos odontoclastos/osteoclastos podendo ocorrer reabsorção apical irreversível<sup>16</sup>.

A remodelação do osso alveolar é fundamental para a integridade da raiz, pelo que, fatores que não assegurem uma remodelação óssea eficaz, também podem induzir à RRAE<sup>6</sup>.

Assim, na maioria dos pacientes, a reabsorção é mínima, com uma média de redução do comprimento total da raiz de 0,4 a 1,5 mm<sup>17</sup>. Considera-se que a reabsorção radicular é extrema, quando é superior a um terço do comprimento original radicular (cerca de 1 a 5% dos casos)<sup>18</sup>. Este processo pode levar ao comprometimento da viabilidade dentária com a diminuição da proporção raiz/coroa, aumento da mobilidade e eventual diminuição da sua longevidade<sup>17,18</sup>. Sabe-se, contudo, que quando a força ortodôntica é suspensa, a RRAE cessa, ocorrendo ainda alguma reparação do cimento<sup>7,11</sup>.

A RRAE é de etiologia multifatorial podendo estar associada a lesões traumáticas dentárias prévias ao TO, bem como a diversos fatores biológicos e mecânicos<sup>2,8,19</sup>. Os fatores mecânicos compreendem a magnitude, tipo (contínuo ou intermitente), direção e duração da força ortodôntica aplicada, tipo de aparelho, técnica do tratamento, natureza do movimento dentário (intrusão, extrusão, *tipping*, translação ou torque), quantidade de deslocamento apical, distância do movimento dentário e duração total do TO<sup>7,11,18</sup>. Assim, uma força superior, de maior duração e com direções desfavoráveis, pode proporcionar um aumento da reabsorção radicular<sup>19</sup>. Jacobs e col.<sup>20</sup>, constataram a inexistência de diferenças significativas no grau de RRAE decorrente do uso de aparelhos fixos com *brackets* convencionais ou autoligáveis. Relativamente aos fatores biológicos que têm vindo a ser estudados, por se considerarem relevantes para a RRAE, é de referir a predisposição genética, história prévia de reabsorção radicular, morfologia radicular, morfologia do osso alveolar, proximidade radicular do osso cortical, densidade óssea alveolar, severidade e tipo de má oclusão, medicação, doenças sistémicas, idade e sexo do paciente<sup>6,7,11</sup>. Alguns dos fatores apresentados como relevantes são corroborados por Pereira e col.<sup>21</sup>, que afirmam que o sexo masculino, a elevada duração do tratamento, a utilização do aparelho de expansão tipo *Hyrax*, a extração de pré-molares e o polimorfismo rs1718119 do gene *P2RX7* são fatores que contribuem para a ocorrência de RRAE. No entanto, existe ainda alguma controvérsia em diversos estudos, no que respeita aos fatores de risco, resultado da inexistência de precisão nos métodos de medição e da natureza multifatorial da RRAE<sup>22</sup>.

Levander e Malmgren desenvolveram um índice de avaliação da severidade de RRAE que teve grande aceitabilidade e que respeita os seguintes níveis representados na figura 1<sup>23</sup>.



**Figura 1.** Classificação dos níveis da RRAE desenvolvida por Levander e Malmgren<sup>23</sup>.

Devido à impossibilidade da total prevenção da ocorrência de RRAE, é fundamental a realização de um diagnóstico preciso e uma intervenção precoce<sup>2,8</sup>. O diagnóstico clínico da RRAE é dificultado pela ausência de sinais patognomônicos, pelo que pode ser diagnosticada por diferentes exames imagiológicos, como a ortopantomografia, radiografia periapical (RP), telerradiografia de perfil da face, e recentemente, a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC)<sup>6,24</sup>.

A compreensão dos mecanismos patológicos e um correto diagnóstico imagiológico da RRAE são essenciais para evitar a ocorrência de reabsorção radicular severa ou mesmo de perda dentária a longo prazo<sup>6,8</sup>.

Radiograficamente, a RRAE associada ao tratamento ortodôntico apresenta-se como uma lesão assimétrica da raiz, geralmente com encurtamento do ápex<sup>5</sup>. Fuss e col.<sup>3</sup> constatam que as lesões não apresentam sinais de radiolucência no terço apical radicular.

As radiografias periapicais podem ser realizadas recorrendo a uma película convencional, ou a uma placa de fósforo fotoestimulável ou ainda a um sensor digital, com o objetivo de examinar as estruturas dentárias e os tecidos de suporte<sup>10</sup>. Num estudo conduzido por Mesgarani e col.<sup>25</sup> foi comparada a precisão de duas técnicas radiográficas na deteção de RRAE - radiografia convencional intraoral e radiografia digital - tendo sido concluído não haver diferenças estatisticamente significativas.

A obtenção de uma RP pode ser realizada através da técnica da bisettriz ou da técnica do paralelismo<sup>10</sup>, mas esta apresenta menor distorção dimensional ou erro de angulação de imagem em relação à técnica da bisettriz<sup>6</sup>. A obtenção de imagens precisas e reproduzíveis através da técnica do paralelismo, com recurso a um posicionador, faz com que esta seja a técnica sugerida como a de eleição para a

realização da RP<sup>26</sup>. Há, contudo, limitações inerentes à sua utilização como meio de diagnóstico da RRAE, nomeadamente a não determinação das verdadeiras dimensões das lesões, dado que a estrutura anatómica tridimensional é comprimida numa imagem bidimensional, ocorrendo assim a sobreposição das faces vestibular e lingual/palatina da superfície radicular<sup>9,12,27</sup>. Esta limitação radiográfica influencia negativamente a deteção com precisão da extensão da lesão de reabsorção apical<sup>27</sup>. Andreasen e col.<sup>28</sup> e Goldberg e col.<sup>29</sup> referem que as lesões de reabsorção com menos de 0.3 mm de profundidade e de 0.6 mm de diâmetro não são detetadas pela radiografia periapical.

A RP, quando comparada com a ortopantomografia ou com a telerradiografia de perfil da face, é preferível para a avaliação da RRAE dado que permite uma redução da distorção da imagem, bem como por ser de simples execução e rápida aquisição de imagem e apresentar um baixo custo<sup>4</sup>.

Atualmente, a tomografia computadorizada de feixe cónico tem ganho algum destaque no âmbito da ortodontia<sup>8</sup>. Trata-se de um método radiológico com aplicação também em diversas outras áreas, como a implantologia, a cirurgia oral, a endodontia e na área da articulação temporomandibular<sup>30</sup>.

Nos últimos anos, a TCFC tem-se revelado promissora no controlo de pacientes que apresentam reabsorção radicular e em particular RRAE associada ao movimento dentário ortodôntico<sup>9,22</sup>. Além disto, este exame tem sido usado com sucesso na avaliação da severidade de lesões de reabsorção em casos clínicos isolados, sugerindo ao clínico que a TCFC tem fiabilidade para diagnosticar estas lesões<sup>31</sup>. Esta ferramenta de diagnóstico permite a visualização de imagens tridimensionalmente, com elevada precisão das estruturas maxilofaciais e uma avaliação quantitativa da reabsorção radicular nas diferentes superfícies radiculares<sup>21,32</sup>. Apresenta ainda como vantagens, a baixa distorção da imagem<sup>32</sup>, a eliminação da sobreposição de estruturas anatómicas<sup>8</sup>, a possibilidade de visualização de diferentes níveis de reabsorção nas superfícies radiculares vestibular e lingual/palatina<sup>9</sup>, a dose de radiação e custo mais baixos quando comparada com a tomografia computadorizada (TC) convencional<sup>10,13</sup>, a rápida obtenção da imagem<sup>13,21</sup>, e a existência de poucas imagens de artefactos<sup>21</sup>. No entanto, a TCFC requer a aplicação de uma dose de radiação superior e custos muito mais elevados relativamente aos equipamentos convencionais de raio X<sup>8</sup>. Para além disto, um movimento indesejado do paciente pode levar a um distúrbio da imagem, a baixa resolução de contraste dos tecidos moles e os objetos metálicos podem produzir artefactos<sup>26</sup>.

A TCFC é realizada através de um dispositivo que gira em torno da cabeça do paciente e captura um volume total de imagem<sup>33</sup>. Assim, é capaz de fornecer imagens nos três planos ortogonais (axial, coronal e sagital)<sup>4</sup>. A dose de radiação emitida depende do tipo de equipamento e das configurações de exposição, como do *FOV* (*Field of View*), do tamanho do *voxel* (cubo), do tempo de exposição, da corrente do tubo (mA) e da energia (kV)<sup>34</sup>. Quanto menor é o tamanho do *voxel*, maior é o contraste de resolução<sup>27</sup>. Neves e col<sup>35</sup>, avaliaram imagens com diferentes tamanhos de *voxel* no diagnóstico de RRAE e verificaram que o sistema *i-CAT* de TCFC com imagens adquiridas de *voxel* 0.3 apresentam o melhor protocolo com baixa dose de radiação. A dose de radiação deve ser o mais baixa quanto possível e com uma qualidade de imagem que permita a realização de um diagnóstico correto<sup>27</sup>. Comparativamente à tomografia computadorizada convencional, a TCFC apresenta uma dose de radiação cerca de 15 vezes menor durante a exposição<sup>34</sup>. A radiação de uma TCFC pode corresponder a aproximadamente 4 a 15 vezes a dose de uma ortopantomografia<sup>34</sup>.

Patel e col.<sup>12</sup>, compararam a capacidade de detecção da reabsorção radicular interna e RR externa cervical através da RP e da TCFC, tendo concluído que o último exame tem uma precisão superior e é fiável na detecção de lesões de reabsorção. Referem contudo, que apesar da RP ser insuficiente na detecção de lesões de pequenas cavidades, apresenta um nível de precisão satisfatório.

Numa revisão sistemática e metanálise realizada com base em estudos *in vitro*, concluiu-se que a TCFC é superior à RP na precisão de diagnóstico da RRAE, no entanto, a eficácia de diagnóstico da RP é razoável<sup>8</sup>. Relativamente a estudos clínicos existentes até à data, apenas foram comparados estes métodos imagiológicos (TCFC e RP) na detecção de reabsorção radicular interna e RR externa cervical<sup>12</sup> e em dentes anteriores com história prévia de lesão traumática<sup>27</sup>.

Até à data, desconhecem-se estudos clínicos que confirmem qual o método imagiológico, RP ou TCFC, mais adequado para o diagnóstico de RRAE associada ao tratamento ortodôntico.

O objetivo deste estudo foi avaliar e comparar a precisão da RP e da TCFC no diagnóstico da RRAE associada ao tratamento ortodôntico.

## **2. Materiais e Métodos**

### **2.1.Recolha de dados**

A amostra de pacientes foi construída a partir do arquivo da consulta da Pós-graduação de Ortodontia da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra. Deste universo, foram aleatoriamente selecionados pacientes que cumpriam os critérios de inclusão definidos para este estudo, tendo sido reunidos 41 pacientes. Devido à maior incidência de RRAE em incisivos foram avaliados os quatro incisivos do maxilar superior e os quatro incisivos do maxilar inferior, obtendo um total de 328 dentes.

Foram efetuadas a cada paciente, três radiografias intraorais periapicais digitais e um exame de tomografia computadorizada de feixe cónico bimaxilar. As radiografias periapicais foram realizadas pela autora do trabalho e o exame de TCFC por técnicas de radiologia do Centro Hospitalar da Universidade de Coimbra (CHUC). Este processo decorreu entre outubro de 2016 e abril de 2017. Os 41 pacientes da amostra final incluíram 14 homens e 27 mulheres, com uma idade média de 24.37 anos e um desvio padrão de 5.9 anos.

Os critérios de inclusão dos pacientes neste estudo foram os seguintes: ser de raça caucasiana e de origem portuguesa (até à segunda geração de ascendentes); ter concluído o tratamento ortodôntico com aparatologia fixa multibrackets e estar em fase de contenção há pelo menos 6 meses; não apresentar, no início do tratamento, malformações craniofaciais; não apresentar dentes endodonciados, no setor anterior; ausência de doença periodontal.

O objetivo deste trabalho foi informado e esclarecido aos pacientes, que deram o consentimento informado por escrito (Anexo I), de acordo com os princípios éticos da investigação médica e dos direitos humanos, referidos na declaração de Helsínquia (versão 2002, [www.wma.net/e/policy/b3.htm](http://www.wma.net/e/policy/b3.htm)). Após este consentimento escrito, foi realizado um exame clínico a cada participante.

### **2.2.Técnica radiográfica**

As radiografias periapicais digitais foram obtidas por intermédio de um dispositivo com uma fonte de raios X (*Siemens®*, *Heliodont EC*, *Dentotime 70*, 220V, 60kV, 7 mA, 50/60 Hz, Alemanha) (Figura 2) e de uma placa de fósforo fotoestimulável (*Carestream Dental*, CS 7600, tamanho 2 – 31 mm x 41 mm). Os filmes expostos foram revelados num sistema automático de placas de imagens digitais (*Carestream Dental*, CS 7600, alta resolução 14 PL/mm, alta velocidade 8 PL/mm, 100–240 V,

50/60 Hz, 1.5 A, dimensões do sistema: 266.5 mm (altura), 236.6 mm (largura), 259.4 mm (profundidade)) (Figura 4). A energia/potencial do dispositivo de fonte de raios X, é de 60 kV e a corrente do tubo de 7 mA. Todas as radiografias periapicais foram adquiridas recorrendo à técnica de paralelismo e a um posicionador intraoral *Rinn XCP* (*Dentsply Sirona™*) (Figura 3), tendo sido efetuadas duas no maxilar superior (uma aos dentes 11 e 12 e outra aos dentes 21 e 22) e uma no maxilar inferior (incluindo os dentes 42,41,31 e 32), resultando num total de 123 radiografias. Após obtenção, algumas imagens foram ajustadas com alterações de brilho e contraste de modo a possibilitar uma melhor visualização da RRAE.

As imagens DICOM de TCFC foram obtidas pelo equipamento de *Cone Beam* 3D, *i-CAT®* (*Imaging Sciences International, Hatfield, PA, EUA*) (Figura 5). A aquisição de imagem cumpriu os seguintes parâmetros: 16 cm de diâmetro e 10 cm por altura, resolução de 0.3 voxel e tempo de aquisição de 8.9 segundos.



**Figura 2.** Equipamento de raio X.



**Figura 3.** Posicionador intraoral para dentes anteriores.



**Figura 4.** Aparelho de revelação automática das placas de fósforo fotoestimuláveis digitais.



**Figura 5.** Aparelho de tomografia computadorizada de feixe cônico.

([https://www.google.pt/search?q=CBCT+i-CAT&client=firefox-b-ab&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKewi6mNab7uzUAhXHtBoKHaLTCNwQ\\_AUICigB#imgrc=M4abhS\\_Q6Dtu6M:](https://www.google.pt/search?q=CBCT+i-CAT&client=firefox-b-ab&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKewi6mNab7uzUAhXHtBoKHaLTCNwQ_AUICigB#imgrc=M4abhS_Q6Dtu6M:))

### **2.3.Avaliação radiológica**

Inicialmente, a avaliação dos exames imagiológicos foi efetuada por um grupo de peritos, constituído por duas Médicas Dentistas experientes, cada uma delas com mais de 20 anos de prática clínica. Os dois membros confirmaram o diagnóstico de cada caso, dando indicação de presença ou ausência de RRAE, utilizando em simultâneo a RP e a TCFC. A unanimidade na avaliação verificou-se entre o grupo de peritos (nos casos em não ocorreu consenso inicialmente, foram efetuadas novas avaliações até se apurar um acordo para a avaliação final). Numa 2ª fase de análise

imagiológica o grupo de peritos excluiu 104 dentes, por haver dúvidas sobre a presença ou ausência de RRAE. Ficaram assim 224 dentes para esta 2ª fase.

Foram selecionados dois examinadores, pós-graduados em ortodontia para avaliarem todas as imagens do estudo. Inicialmente só tiveram acesso às radiografias periapicais, em que avaliaram a eventual presença/ausência de RRAE e só posteriormente lhes foram cedidos os exames tomográficos com o mesmo objetivo (Figura 6).

Os examinadores foram lembrados das principais características da reabsorção radicular e treinados com exemplos de RRAE em TCFC e RP, de modo a solidificar o conhecimento da interpretação imagiológica das características da RRAE, numa sessão de treino conjunta, entre os 2 examinadores e o grupo de peritos. Cada examinador só foi incluído neste estudo após ter demonstrado capacidade de avaliar as imagens antes do início do estudo.

A análise das imagens DICOM, obtidas por TCFC, foi efetuada com o *Software OnDemand3DApp*. Foi selecionada a ferramenta de avaliação tridimensional com orientação dos três planos: horizontal, coronal e sagital. Para cada plano e em cada dente anterior (superior e inferior), foram analisados cortes ajustados à inclinação do dente. Foi escolhida, para análise dentária, a imagem do plano sagital coincidente ao eixo longitudinal corono-radicular, para cada um dos dentes, com intervalos de corte de 0,125 mm e espessura de 1 mm.

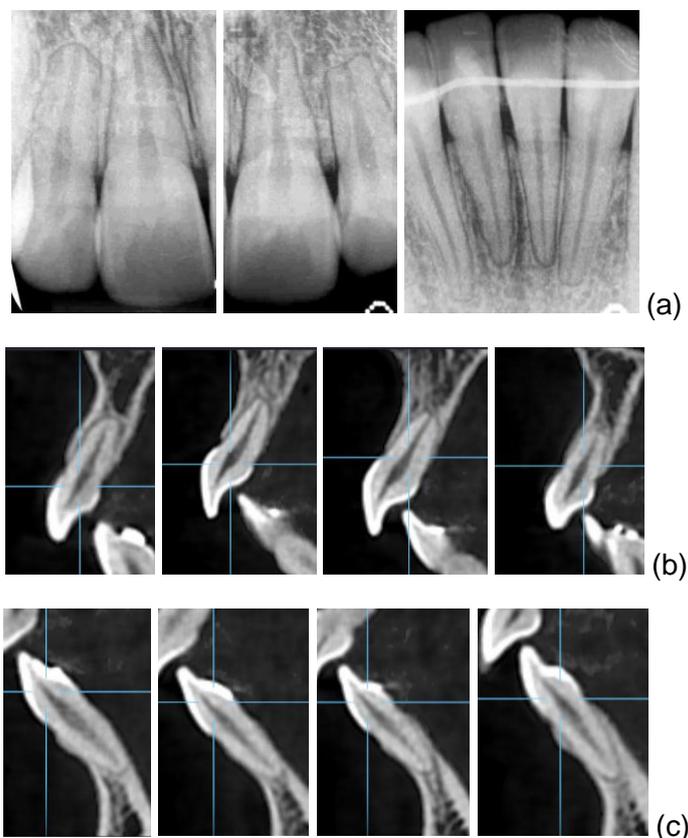
As imagens de RP foram organizadas em pastas, entregues e visualizadas por cada examinador. Toda a avaliação foi efetuada num computador portátil, sala escura e silenciosa e sem limite de tempo.

Os examinadores registaram o diagnóstico dos oito dentes de cada paciente em folhas de *Excel*, tendo estas sido previamente definidas pelo grupo de peritos.

A RRAE foi avaliada pelos examinadores após estabelecimento de 4 níveis: 1- definitivamente presente; 2- provavelmente presente; 3- provavelmente ausente; 4- definitivamente ausente.

A avaliação das radiografias periapicais e das tomografias de feixe cónico foi sequencial e realizada da seguinte forma: uma 1ª sessão de análise de radiografias periapicais, com duração de uma semana - 6 pacientes analisados por dia; uma 2ª sessão de análise de imagens de TCFC, com duração de uma semana - 6 pacientes analisados por dia (após a 1ª sessão terminar); uma 3ª sessão de análise intraexaminador (para cada examinador) em que foram avaliados aleatoriamente os TCFCs e as RPs de 3 pacientes (24 dentes nas imagens de TCFC e 24 dentes na RP), após uma semana da 2ª sessão terminar.

Esta sequência foi efetuada de modo a analisar o número total de amostra selecionada para este projeto. A duração desta avaliação foi de 4 semanas.



**Figura 6.** Radiografias visualizadas nas sessões de análise para diagnóstico da precisão das radiografias intraorais digitais (a). Vista sagital da TCFC para avaliação da precisão do diagnóstico deste exame nos incisivos, superiores e inferiores, respetivamente (b,c). Verificam-se diferentes níveis de severidade da RRAE.

## 2.4. Análise de dados

A escala usada pelos examinadores permite escolher três critérios para definir um teste positivo para a presença de RRAE: “definitivamente presente”; “definitivamente presente” ou “provavelmente presente”; “definitivamente presente”, “provavelmente presente” ou “provavelmente ausente”. Assim, existem 3 pares de sensibilidade e especificidade, um par para cada critério, sendo a curva ROC definida por 3 pontos em que as ordenadas são as sensibilidades e as abcissas 1-especificidades. Tendo em conta estes 3 critérios, para analisar a *performance* global da RP e da TCFC, foi usada a área abaixo da curva ROC. Esta pode assumir valores entre 0 e 1, sendo os valores mais próximos de 1 correspondentes a melhores *performances* globais do teste diagnóstico. Um valor de 0.5 para a área abaixo da

curva ROC corresponde a um teste diagnóstico de fraca *performance*, sendo equivalente ao acaso.

Usando o critério para teste positivo para a presença de RRAE, a interpretação imagiológica dos examinadores “definitivamente presente”, foram calculados os seguintes valores de *performance* do diagnóstico: acurácia, sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo e valor preditivo negativo.

Para além da comparação usando todos os incisivos (amostra global da fase 1 e amostra global da fase 2), os testes de diagnóstico RP e TCFC foram também comparados usando as seguintes subamostras (da amostra global, fase 2): incisivos superiores, incisivos inferiores, incisivos centrais e incisivos laterais.

Toda a computação estatística foi efetuada recorrendo ao *software* estatístico R (versão 3.4.0)<sup>36</sup>. O pacote de algoritmos, implementado em R, designado *pROC*<sup>37</sup> foi usado para calcular a área abaixo da curva ROC de forma não paramétrica e também para a comparação entre as áreas associadas à RP e à TCFC, usando o teste de *DeLong*. A concordância inter e intraexaminadores foi avaliada através da estatística *Kappa* para a RP e a TCFC, através do pacote de algoritmos, implementado em R, designado *psych*<sup>38</sup>.

### 3. Resultados

Os valores de *Kappa* para a concordância interexaminadores no diagnóstico da RRAE foram 0.70 e 0.67 para a RP e TCFC, respetivamente. A concordância intraexaminador foi de 0.84 para a RP e de 0,80 para a TCFC num dos examinadores e de 0.92 para a RP e de 0.97 para a TCFC no outro examinador.

Nesta secção apresenta-se a frequência dos dentes com RRAE segundo o grupo de peritos (Tabela 1) e duas tabelas resumo (Tabelas 2 e 3), recorrendo à média e ao coeficiente de variação dos resultados por examinador, da *performance* de diagnóstico por RP e TCFC.

Uma das tabelas (Tabela 2) é relativa à acurácia, sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo, valor preditivo negativo para o diagnóstico de RRAE usando como critério para presença de RRAE a interpretação “definitivamente presente”. A outra (Tabela 3) tem a informação sobre a área abaixo da curva ROC para a RP e TCFC e respetivos testes à diferença das áreas.

Em anexo (anexo II) estão disponíveis 30 tabelas com os resultados detalhados, ao nível dos examinadores, tendo por base a amostra da fase 2. Estas encontram-se agrupadas em 5 secções: avaliação global que inclui todos os dentes na comparação; quatro avaliações parciais que incluem apenas os incisivos superiores, inferiores, centrais e laterais, respetivamente. Cada secção contém 6 tabelas: quatro tabelas com os resultados da interpretação imagiológica dos examinadores para a RP e TCFC, sendo apresentada a distribuição destas pelos 4 níveis da escala; uma tabela com acurácia, sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo, valor preditivo negativo para o diagnóstico de RRAE usando como critério para presença de RRAE a interpretação “definitivamente presente” (RP e TCFC); uma tabela com a área abaixo da curva ROC para a RP e TCFC e respetivos *p-values*.

**Tabela 1.** Frequência de dentes com RRAE segundo o grupo de peritos.

	RRAE presente	RRAE ausente	Total
Global (fase1)	258 (79%)	70 (21%)	328
Global (fase2)	159 (71%)	65 (29%)	224
Superiores (fase2)	89 (74%)	31 (26%)	120
Inferiores (fase2)	70 (67%)	34 (33%)	104
Centrais (fase2)	72 (67%)	36 (33%)	108
Laterais (fase2)	87 (75%)	29 (25%)	116

Na tabela 1 é apresentada a frequência de dentes com RRAE, conforme definido pelo grupo de peritos, na amostra com todos os incisivos da fase 1 e fase 2 e nas várias subamostras da amostra da fase 2. Para estas últimas, a presença de RRAE esteve entre os 67% (incisivos inferiores e centrais) e os 75% (incisivos laterais), e para a amostra com todos os incisivos da fase 1, 79% dos dentes apresentaram RRAE.

Na tabela 2 apresentam-se os resultados relativos à *performance* dos testes de diagnóstico usando como critério para teste positivo para a presença de RRAE a interpretação imagiológica “definitivamente presente”. O refinamento da amostra inicial (Global fase 1) pela exclusão dos dentes para os quais o grupo de peritos tinha dúvidas sobre a presença ou ausência de RRAE (Global fase 2), eliminou como pretendido esse ruído, como se pode verificar nas duas primeiras linhas da tabela 2, no incremento geral em todas as medidas de *performance* dos testes de diagnóstico, tendo as relações de grandeza entre a RP e a TCFC sido mantidas.

Para qualquer medida de *performance* e para qualquer tipo de amostra, os resultados médios para a RP e para a TCFC foram aproximadamente os mesmos, estando a RP associada, em todos os cenários exceto no VPP, a uma maior variabilidade das métricas de *performance* do que a TCFC.

**Tabela 2.** Média (coeficiente de variação) da acurácia, sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo (VPP), valor preditivo negativo (VPN) para o diagnóstico de RRAE usando como critério para presença de RRAE a interpretação “definitivamente presente”.

Amostra	Meio Diagnóstico	Acurácia	Sensibilidade	Especificidade	VPP	VPN
Global (fase1)	RP	0.44 (16%)	0.31 (35%)	0.92 (7%)	0.95 (3%)	0.27 (7%)
	TCFC	0.41 (2%)	0.27 (7%)	0.94 (2%)	0.94 (2%)	0.26 (0%)
Global (fase2)	RP	0.63 (17%)	0.49 (33%)	0.99 (2%)	0.99 (1%)	0.45 (18%)
	TCFC	0.59 (5%)	0.44 (7%)	0.98 (1%)	0.98 (1%)	0.46 (4%)
Superiores (fase2)	RP	0.72 (13%)	0.62 (23%)	0.97 (3%)	0.99 (2%)	0.49 (18%)
	TCFC	0.68 (9%)	0.57 (14%)	0.97 (3%)	0.98 (2%)	0.45 (13%)
Inferiores (fase2)	RP	0.54 (24%)	0.32 (59%)	1 (0%)	1 (0%)	0.43 (16%)
	TCFC	0.50 (4%)	0.27 (7%)	0.99 (2%)	0.97 (3%)	0.39 (3%)
Centrais (fase2)	RP	0.67 (16%)	0.51 (35%)	0.97 (3%)	0.98 (2%)	0.52 (17%)
	TCFC	0.65 (5%)	0.49 (6%)	0.97 (3%)	0.97 (3%)	0.49 (4%)
Laterais (fase2)	RP	0.60(18%)	0.47 (32%)	1.00 (0%)	1.00 (0%)	0.40 (15%)
	TCFC	0.55 (5%)	0.40 (10%)	0.99 (2%)	0.99 (2%)	0.35 (3%)

A especificidade e valor preditivo positivo são na generalidade bastante elevados (Tabela 2).

O diagnóstico de RRAE nos dentes incisivos inferiores foi o que se revelou mais complexo para os examinadores, tanto para a RP como para a TCFC, não tendo nesta última sequer sido melhor que os diagnósticos provenientes do acaso.

A tabela 3 apresenta a *performance* global para os vários critérios para teste positivo para a presença de RRAE da RP e da TCFC, medida através da área abaixo da curva ROC. Novamente, o refinamento da amostra inicial (Global fase 1 vs Global fase 2), resultou numa melhoria da *performance* global, como se pode verificar nas duas primeiras linhas da tabela 3, passando de valores de aproximadamente 0.7 para 0.9 tanto na RP como na TCFC.

Os valores da área abaixo da curva ROC foram aproximadamente os mesmos para a RP e para a TCFC, não sendo as diferenças estatisticamente significativas ( $p > 0.05$ ) para todas as amostras exceto a dos dentes incisivos inferiores e apenas num dos examinadores ( $p=0.012$ ).

**Tabela 3.** Média (desvio-padrão) da área abaixo da curva ROC para a RP e TCFC.

Amostra	RP	TCFC	<i>p-value</i> <sup>a</sup>
Global (fase1)	0.69 (0.00)	0.72 (0.01)	0.525, 0.196
Global (fase2)	0.88 (0.01)	0.91 (0.00)	0.294, 0.228
Superiores (fase2)	0.91 (0.00)	0.92 (0.04)	0.072, 0.523
Inferiores (fase2)	0.84 (0.02)	0.88 (0.04)	0.747, <b>0.012</b>
Centrais (fase2)	0.85 (0.02)	0.91 (0.02)	0.074, 0.281
Laterais (fase2)	0.91 (0.00)	0.92 (0.02)	0.745, 0.430

<sup>a</sup>Teste de *DeLong* para comparação áreas abaixo de curvas ROC. *p-value* para cada examinador.

#### 4. Discussão

A detecção precoce de RRAE induzida por tratamento ortodôntico em exames de rotina (ortopantomografia, radiografia periapical) é desafiante, dada a habitual ausência de sinais clínicos associados a esta lesão<sup>2,8</sup>. Assim, durante o TO, os métodos radiológicos são cruciais para identificar e monitorizar a RRAE<sup>30</sup>.

Deste modo, optamos por realizar aquele que pensamos ser o primeiro estudo clínico de RRAE associado ao tratamento ortodôntico, com o intuito de comparar e avaliar a precisão de diagnóstico da RP e TCFC na detecção de RRAE. Idealmente, um teste de diagnóstico para a reabsorção radicular deve ter validade, ou seja, ser capaz de detetar corretamente a presença ou ausência desta reabsorção e deve ter fiabilidade, isto é, ser repetitivo e gerar o mesmo resultado.

A dimensão inicial da amostra mostrou-se muito ambiciosa e houve necessidade de refinamento da amostra inicial (Global fase 1, com 328 dentes) pela exclusão dos dentes para os quais o grupo de peritos tinha dúvidas sobre a presença ou ausência de RRAE (Global fase 2, com 224 dentes). Isto obrigou a uma segunda análise de todos os dentes e imagens, pelo grupo de peritos. Este refinamento eliminou, como pretendido, o ruído anatómico existente, como se verificou pelo incremento geral em todas as medidas de performance dos testes de diagnóstico, tendo as relações de grandeza entre a RP e a TCFC sido mantidas.

Os valores de *Kappa* para a concordância interexaminadores no diagnóstico da RRAE foram 0.70 e 0.67 para a RP e TCFC, respetivamente, o que revela um nível de concordância substancial. Patel e col.<sup>11</sup> referem valores de 0.365 e 0.925 para a RP e TCFC, respetivamente, em que a diferença é significativa, e com valores elevados para a TCFC. A concordância interexaminadores do presente estudo não apresenta diferenças tão significativas entre a avaliação de RP e de TCFC, o que pode ser devido ao facto de só terem existido dois examinadores. A concordância intraexaminador revelou-se quase perfeita em qualquer um dos examinadores (examinador 1: RP 0.84; TCFC 0.80; examinador 2: RP 0.92; TCFC 0.97). Para Patel e col<sup>11</sup>, o acordo médio intraexaminador foi de 0.657 e 1.000 para a RP e TCFC, respetivamente, mas para diagnóstico de reabsorção cervical externa, dado que estes autores não avaliaram a RRAE.

Os resultados obtidos, para a acurácia, sensibilidade, especificidade, valores preditivos positivos e valores preditivos negativos (para qualquer tipo de amostra), na detecção da presença da RRAE através da RP, foram ligeiramente superiores aos obtidos pela TCFC, mas sem diferenças estatisticamente significativas. Os resultados mais favoráveis obtidos pelas radiografias intraorais podem ser justificados pelo facto

de esta ser mais recorrente na prática clínica e consequentemente os examinadores estarem mais aptos a avaliar estas imagens.

Creanga e col.<sup>1</sup> apresentam valores de sensibilidade de 51.85% e 69.44% para RP e TCFC, respetivamente, e valores de especificidade de 83.65% e 91.35%. Os resultados do presente estudo são semelhantes para a especificidade (RP:0.99 e TCFC:0.98) e ligeiramente inferiores para a sensibilidade (RP:0.49 e TCFC:0.44). Ren e col.<sup>10</sup> encontraram valores de sensibilidade (RP:67.5% e TCFC:75.8%) superiores ao deste estudo mas resultados inferiores de especificidade (RP:82.5% e TCFC:96.3%). A alta especificidade e valor preditivo positivo poderão ser consequência do critério para presença de RRAE ter sido o mais exigente, ou seja, interpretação imagiológica “definitivamente presente” (certeza de um resultado positivo).

Segundo Metz<sup>39</sup> um valor de 0.75-0.80 para área abaixo da curva ROC indica que o método imagiológico é aceitável. No nosso estudo, a precisão diagnóstica da RP para a deteção de RRAE (0.88) e da TCFC (0.91) confirmou que estes dois exames são ferramentas de diagnóstico bastante precisas. Creanga e col.<sup>1</sup> apresentam resultados mais baixos que os deste estudo, com valores de 0.71 e 0.81 para a RP e TCFC, respetivamente. Aliás, os valores destes dois trabalhos são consonantes. Durack e col.<sup>14</sup>, sugeriram valores de 0.584 para a RP e valores muito próximos de 1 para a TCFC, na deteção de cavidades pequenas. Patel e col.<sup>11</sup> encontraram valores de 0.83 e 1, respetivamente, concluindo que a TCFC apresenta uma precisão de diagnóstico perfeita e a RP bastante razoável. Contudo, neste último trabalho foram avaliadas lesões de reabsorção radicular interna e cervical externa, enquanto no presente estudo avaliou-se a reabsorção radicular apical externa. O nosso valor alto de precisão da RP (0.88) para a deteção de RRAE pode ser devido ao facto das margens irregulares poderem ser patognomónicas desse tipo de lesão de reabsorção.

Deste modo, verificou-se que nos valores de *performance* global que obtivemos para cada método imagiológico, medido através da área abaixo da curva ROC, a TCFC apresentou sempre valores ligeiramente superiores relativamente às radiografias intraorais, mas também sem diferenças estatisticamente significativas. A precisão, ligeiramente superior, de diagnóstico da TCFC é, certamente, resultado da avaliação tridimensional dessas lesões de RRAE.

No presente estudo, a deteção de RRAE foi superior nos incisivos superiores e nos incisivos laterais. Freitas e col.<sup>40</sup> concluíram que os incisivos laterais superiores foram os dentes mais afetados pela RRAE, seguidos pelos incisivos centrais mandibulares. Outros estudos também referem que a RRAE é mais frequente e mais severa nos incisivos laterais do que nos incisivos centrais maxilares<sup>19,41</sup>. Isto pode

dever-se ao facto dos incisivos laterais apresentarem frequentemente raízes mais estreitas que os incisivos centrais.

Verificaram-se diferenças estatisticamente significativas entre as *performances* globais da TCFC e RP nos incisivos inferiores e apenas num dos examinadores ( $p=0.012$ ). Isto pode estar relacionado com o facto dos incisivos inferiores serem, dentro dos dentes estudados, os de maior dificuldade na análise e para os quais há mais dúvidas na deteção de pequenas lesões, além de apresentarem menor frequência de RRAE em relação aos superiores. No entanto, este resultado deverá ser validado em trabalhos futuros, recorrendo a mais examinadores.

No presente estudo clínico, a dimensão da amostra foi superior à de Patel e col.<sup>12</sup> (RR interna e RR externa cervical) mas semelhante ao de Lima e col.<sup>27</sup> (RR interna e RR externa em dentes anteriores sujeitos a trauma). Relativamente ao número de examinadores, este estudo incluiu dois, enquanto Patel e col.<sup>12</sup> e Lima e col.<sup>27</sup> envolveram seis e quatro examinadores, respetivamente.

O método escolhido para a exposição das radiografias periapicais foi o digital e não o convencional. Num estudo conduzido por Shokri e col.<sup>13</sup> verificou-se não haverem diferenças estatisticamente significativas entre os dois métodos. Assim, no presente, recorreu-se a radiografias digitais por permitirem um maior nível de sensibilidade na deteção das lesões com menores doses de radiação e ainda por ser possível a sua manipulação no sentido de melhorar a sua interpretação<sup>4</sup>. Em ambos os métodos imagiológicos houve um cuidado extra para garantir um bom ambiente de interpretação e foi permitido aos examinadores ajustar o brilho e o contraste das imagens radiográficas<sup>12</sup>.

As imagens foram avaliadas por médicos dentistas pós-graduados em Ortodontia visto que estes clínicos são dos mais confrontados com a RRAE na prática clínica e por isso com grande capacidade de identificarem estas lesões. Outros estudos que compararam a RP com a TCFC no diagnóstico da RR, recorreram a especialistas em radiologia e a clínicos com elevada prática em endodontia, como examinadores<sup>27</sup>.

Os resultados dos examinadores foram comparados com os do "padrão de referência" do grupo de peritos. O ideal para o teste de referência seria a extração de todos os dentes avaliados. Desta forma, para certificar os resultados da análise das radiografias e da TCFC, estes seriam correlacionados com os achados macroscópicos e histológicos dos dentes extraídos. Evidentemente, isso não é aceitável em dentes hígidos e/ou dentes com bom prognóstico<sup>12</sup>.

Os examinadores receberam inicialmente as radiografias periapicais e posteriormente as imagens de TCFC (identificadas com outra numeração), para que o

diagnóstico da RP não influenciasse a análise da TCFC. Do mesmo modo, a avaliação intraexaminador foi realizada uma semana após a avaliação de todas as imagens, para reduzir a probabilidade de se lembrarem dos casos.

Na prática clínica, a RP é uma ferramenta pouco dispendiosa, simples e de rápida aquisição de imagem<sup>4</sup>. Contudo, para a detecção de RRAE apresenta algumas limitações que justificam um acréscimo de acuidade na interpretação dos resultados<sup>30</sup>. Essas limitações são mais evidentes em estádios de desenvolvimento da RR mais precoces e localizadas em áreas de superfície radicular específicas<sup>4</sup>.

Em relação à ortopantomografia e à telerradiografia de perfil da face, Nanekrunsan e col.<sup>41</sup>, referiram que a RP apresenta menos erros de sobreposição, menos distorção e fornece informação adequada com a menor dose de radiação para o paciente.

Neste estudo, a realização das radiografias periapicais permitiu a visualização imediata da imagem, pelo que, no caso de algum erro de angulação, distorção ou sobreposição, a RP era facilmente repetida, continuando o paciente a ser submetido a uma dose de radiação muito inferior à da TCFC. No entanto, se a TCFC apresentasse alguma distorção por movimentos inadequados do paciente, uma segunda exposição não seria tão aceitável. As radiografias periapicais foram efetuadas pela técnica do paralelismo com uma só projeção, neste caso ortogonal. Nesta técnica, o filme (placa de fósforo) é colocado na cavidade oral paralelo ao longo eixo do dente e o feixe central é direcionado perpendicularmente ao filme<sup>26</sup>. O posicionador intraoral, fundamental para manter o filme paralelo ao longo eixo do dente e minimizar a distorção, estabiliza o filme em direção vertical na região anterior e ao longo de toda a exposição. A aquisição de imagens radiográficas de diferentes angulações permite a obtenção de mais informação mas não é o mais recorrente na prática clínica em exames de rotina<sup>2,10</sup>. Contudo, para aumentar a acurácia de diagnóstico do nosso estudo poderiam ter sido realizadas diferentes angulações horizontais.

A TCFC apresenta imagens tridimensionais de todos os ângulos da superfície radicular, com boa qualidade de visualização e eliminação de sobreposições<sup>30</sup>. Os seus sofisticados programas permitem ao clínico selecionar os planos ortogonais mais favoráveis para cada caso específico<sup>12,13</sup>. As suas grandes limitações são os custos muito superiores à RP e a dose de radiação. Contudo, esta é muito inferior à tomografia computadorizada convencional<sup>1</sup>. A resolução de voxel 0.3 é considerada das melhores configurações e a utilizada neste estudo. Associou-se uma boa resolução de imagem com uma menor exposição de radiação do paciente<sup>2,27</sup>.

Os resultados deste estudo são semelhantes aos do estudo de Kumar e col.<sup>2</sup> e Lima e col.<sup>27</sup> que comparam a acurácia de diagnóstico da RP com a TCFC na

avaliação de lesões de reabsorção radicular. No estudo, *in vitro*, realizado por Kumar e col.<sup>2</sup> apenas em incisivos centrais superiores, concluem que não existem diferenças na precisão entre a RP e a TCFC, para a detecção de defeitos radiculares. Lima e col.<sup>27</sup>, num estudo clínico na área de endodontia, também não constataram diferenças estatisticamente significativas na precisão de detecção entre a RP e a TCFC, nos dentes sem tratamento endodôntico, previamente sujeitos a lesão de trauma dentário.

Pelo invés, há outros estudos que não corroboram os nossos resultados. Bernardes e col.<sup>4</sup>, num estudo *in vitro*, em pré-molares e molares, verificaram que a TCFC apresenta uma precisão superior à RP. Patel e col.<sup>12</sup>, no estudo clínico da área de endodontia, revelam que a TCFC é mais precisa que a RP.

Estudos anteriormente realizados, indicam que a natureza bidimensional das imagens torna a radiografia periapical menos precisa na determinação da localização e gravidade/dimensão das lesões de reabsorção<sup>1,17</sup>. Ren e col.<sup>10</sup>, num estudo *in vitro*, obtiveram resultados de detecção de RR de 70% em mesio-distal, e de 12.5% nas superfícies vestibulo-linguais, ou seja, foi mais difícil detetar a RR em zonas vestibulo-linguais do que nas interproximais. Os resultados obtidos para um grau ligeiro de RRAE com TCFC e RP foram de 98.8% e 41.3%, respetivamente. Estes valores concluem que a TCFC foi superior na detecção de RRAE ligeira em relação à RP, mas na determinação de RRAE moderada e severa não houve diferenças significativas entre os dois métodos<sup>10</sup>. Shokri e col.<sup>13</sup>, num estudo *in vitro*, também apresentaram resultados superiores de sensibilidade para a TCFC na detecção de cavidades pequenas localizadas no terço apical radicular relativamente à RP (no terço médio e cervical não houve diferenças entre os dois métodos). Perante estes resultados, pode-se considerar que a RRAE moderada e severa não é um desafio diagnóstico, pelo que a utilização da RP parece ser suficiente. No entanto, nos casos de RRAE ligeira ou para a sua identificação em vestibular ou palatino, a TCFC é mais sensível.

É difícil efetuar comparações consistentes com outros estudos devido às diferentes tipologias de estudo, clínico ou *in vitro*, dimensão da amostra, tipo de dentes envolvidos, local e dimensão das lesões, doentes com ou sem TO, doses de radiação e até o sistema de classificação da RRAE utilizado.

Este estudo apresenta algumas limitações, nomeadamente, no que respeita à inexistência de radiografias periapicais e imagens de TCFC antes do TO, que permitisse uma comparação do comprimento radicular após o tratamento. Não foi possível aplicar uma metodologia de quantificação de RRAE dado que só foram aplicados estes métodos imagiológicos numa fase de contenção ortodôntica. É um estudo retrospectivo, pelo que o ideal seria a realização dos exames numa fase inicial antes do TO, após um ano e no final do tratamento, de forma a acompanhar a

evolução da eventual RRAE. Esta metodologia exigiria um tempo de trabalho de investigação de pelo menos 3 a 5 anos (dependendo da duração do TO e da dimensão da amostra) e a submissão dos pacientes a maiores doses de radiação, o que não seria exequível.

O nosso estudo supera algumas limitações inerentes a estudos anteriores. Em Ortodontia, os estudos *in vitro*, embora padronizados, apresentam limitações, pois as lesões que são criadas na superfície radicular com instrumentos mecânicos não correspondem à verdadeira natureza da lesão, visto que a RRAE não apresenta cavidades semiesféricas regulares perfeitas<sup>1,2,9</sup>. Para além disto, nesse tipo de estudo, não há movimentos/dinamismo por parte de um paciente, nem diferentes angulações das peças dentárias que possam provocar distorções imagiológicas<sup>2</sup>.

São várias as sugestões e recomendações clínicas de diversos autores no sentido de controlar e minimizar a problemática da RRAE, dado que em situações extremas a RRAE pode comprometer o prognóstico do TO e dos dentes envolvidos. Deste modo, o mais correto e prudente passa por realizar controlos radiográficos antes e durante o TO com vista à deteção de eventual RRAE. Esta monitorização é sugerida antes do começo do TO e logo após 6 a 9 meses do início do tratamento, de modo a detetar uma possível reabsorção em estádios precoces. Caso sejam detetadas irregularidades nestes primeiros meses, o risco de ocorrer reabsorção radicular é elevado<sup>8</sup>. Na tentativa de reduzir a ocorrência de RRAE podem seguir-se algumas estratégias, tais como, a avaliação e identificação de fatores de risco na fase de planeamento do TO, a utilização de forças intermitentes, o controlo da duração do tratamento e a monitorização radiográfica anual<sup>8</sup>.

Se for detetada RRAE durante o TO, vários autores sugerem que se deve conceder uma pausa de 2 a 3 meses, para que, ocorra alguma reparação do cimento e se previna a ocorrência de mais RRAE<sup>11</sup>. Pode ainda ser considerada uma alteração do plano de tratamento<sup>18,42</sup>. As opções de tratamento alternativas podem ser: soluções protéticas (por exemplo, implantes) para encerrar espaços; a realização de desgastes interdentários ou pró-inclinação dos dentes em substituição à extração e ainda a contenção fixa precoce dos dentes reabsorvidos<sup>7</sup>.

No caso de só após o TO se verificar RRAE severa/extrema, devem ser efetuados exames radiográficos de monitorização até e depois da sua estabilização. Deve ainda colocar-se uma contenção fixa, retificar-se a oclusão de modo a evitar o trauma oclusal, que pode maximizar a RRAE, e realizar controlos periodontais regulares. O resultado de uma proporção coroa-raiz desfavorável desses dentes pode tornar a situação prejudicial em dentes pilares e de ancoragem para restaurações

protéticas<sup>7</sup>. No entanto, mesmo com RRAE extrema, usualmente a capacidade funcional dos dentes não é afetada.

Dado que a TCFC não tem indicação como exame de rotina para o diagnóstico de RRAE associada ao TO, pode ser recomendável quando as lesões são suspeitas em radiografias convencionais de rotina (ortopantomografia e radiografia periapical) e há necessidade absoluta de confirmação do diagnóstico<sup>27</sup>. A RP deve manter-se como exame primário, embora a ortopantomografia usada na prática clínica também tenha grande valor diagnóstico. A TCFC pode ser um método relevante de avaliação do grau de severidade da RRAE, a que o clínico pode recorrer quando tem dúvidas sobre a possível manutenção ou alteração do plano de TO<sup>9,10</sup>.

Num estudo clínico futuro seria interessante efetuar este tipo de estudo, com a mesma amostra ou até melhorada mas, seguramente, envolvendo um maior número de examinadores para analisar a precisão da RP e da TCFC na detecção das lesões de RRAE associadas ao tratamento ortodôntico.

## 5. Conclusão

Não existem diferenças significativas na precisão de detecção da reabsorção radicular apical externa associada ao tratamento ortodôntico, entre a radiografia periapical e a tomografia de feixe cônico. Os ligeiros valores que as distinguem sugerem que tanto a RP como a TCFC podem ser utilizadas para identificar as lesões radiculares apicais.

A TCFC apesar de fornecer imagens tridimensionais e eliminar as sobreposições em relação à RP envolve doses de radiação e custos muito superiores, que podem ser evitados. Assim, avaliando as vantagens e desvantagens dos dois métodos, a RP revelou ser uma técnica radiográfica adequada para ser aplicada na prática clínica, na área de Ortodontia, para o diagnóstico da RRAE. No entanto, nos casos em que se pondere uma eventual alteração do plano de tratamento por suspeita de RRAE, a TCFC pode ser uma mais-valia como exame de diagnóstico complementar à RP.

## 6. Bibliografia

1. Creanga AG, Geha H, Sankar V, Teixeira FB, McMahan CA, Noujeim M. Accuracy of digital periapical radiography and cone-beam computed tomography in detecting external root resorption. *Imaging Sci Dent*. 2015;45(3):153–8.
2. Kumar V, Gossett L, Blattner A, Iwasaki LR, Williams K, Nickel JC. Comparison between cone-beam computed tomography and intraoral digital radiography for assessment of tooth root lesions. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2011;139(6):e533–41. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2010.11.018>
3. Fuss Z, Tsesis I, Lin S. Root resorption - diagnosis, classification and treatment choices based on stimulation factors. *Dent Traumatol* [Internet]. 2003;19(4):175–82. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1034/j.1600-9657.2003.00192.x>
4. Bernardes RA, de Paulo RS, Pereira LO, Duarte MAH, Ordinola-Zapata R, de Azevedo JR. Comparative study of cone beam computed tomography and intraoral periapical radiographs in diagnosis of lingual-simulated external root resorptions. *Dent Traumatol*. 2012;28(4):268–72.
5. Patel S. PFT. Is the resorption external or internal? *Dent Update*. 2007;(34):218–29.
6. Pereira S. Reabsorção Radicular Apical Externa Associada Ao Tratamento Ortodôntico: Fatores de Suscetibilidade Genéticos, Biológicos e Mecânicos. Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra; 2014.
7. Weltman B, Vig K, Fields H, Shanker S. Root resorption associated with orthodontic tooth movement: a systematic review. *J Orthod* ... [Internet]. 2010; Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0889540609012220>
8. Yi J, Sun Y, Li Y, Li C, Li X, Zhao Z. Cone-beam computed tomography versus periapical radiograph for diagnosing external root resorption: *A systematic review and meta-analysis*. *Angle Orthod* [Internet]. 2016;89(1):061916–481.1. Available from: <http://www.angle.org/doi/10.2319/061916-481.1>
9. Da Silva Campos MJ, Silva KS, Gravina MA, Fraga MR, Vitral RWF. Apical root resorption: The dark side of the root. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2013;143(4):492–8.
10. Ren H, Chen J, Deng F, Zheng L, Liu X, Dong Y. Comparison of cone-beam computed tomography and periapical radiography for detecting simulated apical root resorption. *Angle Orthod*. 2013;83(2):189–95.
11. Feller L, Khammissa RAG, Thomadakis G, Fourie J, Lemmer J. Apical External Root Resorption and Repair in Orthodontic Tooth Movement : Biological Events. 2016;2016.
12. Patel S, Dawood A, Wilson R, Horner K, Mannocci F. The detection and management of root resorption lesions using intraoral radiography and cone beam computed tomography - an in vivo investigation. *Int Endod J*. 2009;42(9):831–8.
13. Shokri A, Mortazavi H, Salemi F, Javadian A, Bakhtiari H, Matlabi H. Diagnosis of simulated external root resorption using conventional intraoral film radiography, CCD, PSP, and CBCT: a comparison study. *Biomed J*. 2013;36(1):18–22.
14. Durack C, Patel S, Davies J, Wilson R, Mannocci F. Diagnostic accuracy of small volume cone beam computed tomography and intraoral periapical radiography for the detection of simulated external inflammatory root resorption. *Int Endod J*. 2011;44(2):136–47.
15. Årtun J, Van 't Hullenaar R, Doppel D, Kuijpers-Jagtman AM. Identification of orthodontic patients at risk of severe apical root resorption. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2009;135(4):448–55.

16. Lopatiene K, Dumbravaite A. Risk factors of root resorption after orthodontic treatment. *Stomatologija*. 2008;10(3):89–95.
17. Ponder SN, Benavides E, Kapila S, Hatch NE. 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 Dentofac Orthop* [Internet]. 2013;143(1):77–91. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2012.08.023>
18. Roscoe MG, Meira JBC, Cattaneo PM. Association of orthodontic force system and root resorption: A systematic review. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2015;147(5):610–26. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2014.12.026>
19. Mohandesan H, Ravanmehr H, Valaei N. A radiographic analysis of external apical root resorption of maxillary incisors during active orthodontic treatment. *Eur J Orthod*. 2007;29(2):134–9.
20. Jacobs C, Gebhardt PF, Jacobs V, Hechtner M, Meila D, Wehrbein H. Root resorption, treatment time and extraction rate during orthodontic treatment with self-ligating and conventional brackets. *Head Face Med* [Internet]. 2014;10(1):2. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3922953&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
21. Pereira S, Lavado N, Nogueira L, Lopez M, Abreu J, Silva H. Polymorphisms of genes encoding P2X7R, IL-1B, OPG and RANK in orthodontic-induced apical root resorption. *Oral Dis*. 2014;20(7):659–67.
22. Guo Y, He S, Gu T, Liu Y, Chen S. Genetic and clinical risk factors of root resorption associated with orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2016;150(2):283–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2015.12.028>
23. Maués C, Nascimento R, Vilella O. Severe root resorption resulting from orthodontic treatment: Prevalence and risk factors. *Dent Press J Orthod Dent Press J Orthod Dent Press J Orthod* [Internet]. 2015;202020(111):52–852. Available from: <http://dx.doi.org/10.1590/2176-9451.20.1.052-058.oar>
24. Sharab LY, Morford LA, Dempsey J, Mason A, Jacobson E, Kluemper GT, et al. Genetic and treatment-related risk factors associated with external apical root resorption (EARR) concurrent with orthodontia. 2016;18(Suppl 1):71–82.
25. Mesgarani A, Haghanifar S, Ehsani M, Yaghub S BA. Accuracy of Conventional and Digital Radiography in Detecting External Root Resorption. 2014;9(Ccd):241–5.
26. Whaites E. *Princípios de Radiologia Odontológica*. 4<sup>a</sup>. Rio de Janeiro: Elsevier; 2009.
27. Lima TFR, Gamba TDO, Zaia AA, Soares ADJ. Evaluation of cone beam computed tomography and periapical radiography in the diagnosis of root resorption. *Aust Dent J* [Internet]. 2016;n/a-n/a. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/adj.12407>
28. Andreasen FM, Sewerin I, Mandel U AJ. Radiographic assessment of simulated root resorption cavities. *Endod Dent Traumatol*. 1987;3:21–7.
29. Goldberg F, De Silvio A DC. Radiographic assessment of simulated external root resorption cavities in maxillary incisors. *Endod Dent Traumatol*. 1998;14:133–6.
30. Dudic A, Giannopoulou C, Leuzinger M, Kiliaridis S. Detection of apical root resorption after orthodontic treatment by using panoramic radiography and cone-beam computed tomography of super-high resolution. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2009;135(4):434–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2008.10.014>
31. Cohenca N, Jh S, Mathur A, Jm M, Mathur A, Malfaz JM. Clinical indications for digital imaging in dento-alveolar trauma . Part 2 : root resorption. 2007;105–13.
32. Kapila SD, Nervina JM. CBCT in orthodontics: Assessment of treatment

- outcomes and indications for its use. *Dentomaxillofacial Radiol.* 2015;44(1).
33. Iannucci, Joen M.; Howerton LJ. *Radiografia Odontológica- Princípios e Técnicas.* 3<sup>a</sup>. São Paulo: Santos; 2010. 526 p.
  34. Garib DG, Raymundo Jr. R, Raymundo MV, Raymundo DV, Ferreira SN. Tomografia computadorizada de feixe cônico (Cone beam): entendendo este novo método de diagnóstico por imagem com promissora aplicabilidade na Ortodontia. *Rev Dent Press Ortod e Ortop Facial.* 2007;12(2):139–56.
  35. Neves FS, Vasconcelos T V., Vaz SLA, Freitas DQ, Haiter-Neto F. 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.* 2012;45(3):234–9.
  36. Team RC. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2017; Available from: <https://www.r-project.org/>.
  37. Robin, X., Turck, N., Hainard, A., Tiberti, N., Lisacek, F., Sanchez, J., Müller M. pROC: an open-source package for R and S+ to analyze and compare ROC curves. *BMC Bioinformatics.* 2011;(12):77.
  38. Revelle W. psych: Procedures for Psychological, Psychometric, and Personality Research. Northwest Univ Evanston, Illinois [Internet]. 2017; Available from: <https://cran.r-project.org/package=psych>
  39. Metz C. Some practical issues of experimental design and data analysis in radiological ROC studies. *Invest Radiol.* 1989;(24):234–45.
  40. Freitas JC De, César O, Lyra P, Helena A, Alencar G De, Estrela C. Long-term evaluation of apical root resorption after orthodontic treatment using periapical radiography and cone beam computed tomography. 2013;18(4):104–12.
  41. Nanekrungsan K, Patanaporn V, Janhom A, Korwanich N. External apical root resorption in maxillary incisors in orthodontic patients: associated factors and radiographic evaluation. 2012;
  42. Topkara A, Karaman AI, Kau CH. Apical root resorption caused by orthodontic forces: A brief review and a long-term observation. *Eur J Dent.* 2012;6(4):445–53.

## **Anexos**

### **Anexo I.**

#### **Consentimento Informado**

**Projeto:** Análise radiográfica da reabsorção radicular apical externa: tomografia computadorizada de feixe cônico vs radiografia periapical.

#### **Informação**

A reabsorção radicular consiste na redução do comprimento da raiz do dente. Há vários estudos a referir que os pacientes com tratamento ortodôntico (aparelho de correção dos dentes) estão sujeitos a sofrer reabsorção das raízes dos dentes, embora ela também possa ocorrer na ausência deste tratamento.

Os fatores envolvidos podem estar relacionados com características do próprio paciente como é o caso da influência genética.

Há conveniência na avaliação da estabilidade do tratamento ortodôntico em fase de contenção. Como tal, solicitamos a sua colaboração para a realização de um projeto de investigação que tem como objetivo avaliar radiograficamente a reabsorção radicular.

Se pretender colaborar, serão realizados dois tipos de exames imagiológicos, nomeadamente, uma tomografia computadorizada de feixe cônico e radiografias periapicais.

Os resultados deste estudo serão alvo de análise estatística e posterior inclusão em tese de Mestrado Integrado, podendo ainda ser divulgados e publicados cientificamente no futuro. No entanto, é salvaguardada a privacidade dos doentes participantes pois os dados destes de forma alguma serão divulgados.

Não haverá qualquer remuneração pela participação no projeto e em qualquer momento pode decidir suspender a sua colaboração.

**Projeto:** Análise radiográfica da reabsorção radicular apical externa: tomografia computadorizada de feixe cónico vs radiografia periapical.

### Consentimento

Conforme a “Declaração de Helsínquia” da Associação Médica Mundial (Helsínquia 1964 com actualizações de Tóquio, 1975; Veneza, 1983; Hong Kong, 1989; Sommerset West, 1996; Edimburgo, 2000).

Eu, abaixo assinado, \_\_\_\_\_  
entendi a explicação que me foi fornecida pelo  
\_\_\_\_\_ sobre o estudo que se  
pretende realizar, tendo-me sido dada a oportunidade de fazer as perguntas que  
julguei necessárias. Foi-me também prestada informação e explicados os objectivos  
deste estudo.

Além disso, foi-me comunicado que tenho direito de me recusar a participar ou  
desistir deste estudo, a qualquer momento.

Autorizo a realização dos exames imagiológicos para estudo.

Aceito participar neste estudo segundo as condições propostas e a minha  
participação é inteiramente voluntária.

Declaro que compreendi a informação prestada e que pretendo colaborar.

O Paciente:

\_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

O Médico/ Aluno:

\_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

## Anexo II.

### Avaliação global

Avaliação da RRAE através da RP e TCFC de 224 dentes. Segundo o comitê de peritos, que definiu o resultado de referência, 159 (71%) dentes estão identificados como tendo RRAE e 65 (29%) como não tendo.

### Resultados da interpretação dos examinadores – Radiografia periapical

**Tabela 4.** Resultados do examinador 1, interpretação por radiografia periapical

Resultado de referência	Interpretação do examinador				Total
	Definitivamente presente	Provavelmente presente	Provavelmente ausente	Definitivamente ausente	
Presente	103	43	12	1	159
Ausente	2	20	40	3	65
Total	105	63	52	4	224

**Tabela 5.** Resultados do examinador 2, interpretação por radiografia periapical

Resultado de referência	Interpretação do examinador				Total
	Definitivamente presente	Provavelmente presente	Provavelmente ausente	Definitivamente ausente	
Presente	52	87	20	0	159
Ausente	0	13	52	0	65
Total	52	100	72	0	224

### Resultados da interpretação dos examinadores – TCFC

**Tabela 6.** Resultados do examinador 1, interpretação por TCFC

Resultado de referência	Interpretação do examinador				Total
	Definitivamente presente	Provavelmente presente	Provavelmente ausente	Definitivamente ausente	
Presente	75	64	20	0	159
Ausente	1	7	41	16	65
Total	76	71	61	16	224

**Tabela 7.** Resultados do examinador 2, interpretação por TCFC

Resultado de referência	Interpretação do examinador				Total
	Definitivamente presente	Provavelmente presente	Provavelmente ausente	Definitivamente ausente	
Presente	64	84	11	0	159
Ausente	2	8	55	0	65
Total	66	92	66	0	224

## Acurácia, sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo, valor preditivo negativo

**Tabela 8.** Acurácia, sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo, valor preditivo negativo para o diagnóstico de RRAE usando como critério para presença de RRAE a interpretação “definitivamente presente”.

Examinador		Acurácia	Sensibilidade	Especificidade	VPP	VPN
1	RP	0.74	0.65	0.97	0.98	0.53
	TCFC	0.62	0.47	0.99	0.99	0.43
2	RP	0.52	0.33	1	1	0.38
	TCFC	0.57	0.40	0.97	0.97	0.40
Média(d.p.)	RP	0.63 (0.11)	0.49 (0.16)	0.99 (0.02)	0.99 (0.01)	0.45 (0.08)
	TCFC	0.59 (0.03)	0.44 (0.03)	0.98 (0.01)	0.98 (0.01)	0.46 (0.02)

**Tabela 9.** Área abaixo da curva da análise ROC de RP e TCFC

Examinador	RP	TCFC	p-value <sup>a</sup>
1	0.885	0.913	0.294
2	0.870	0.905	0.228
Média(d.p.)	0.88 (0.01)	0.91 (0.00)	

<sup>a</sup>Teste de DeLong para comparação áreas abaixo de curvas ROC

### Avaliação parcial: superiores

Avaliação da RRAE dos dentes superiores através de RP e TCFC de 120 dentes. Segundo o comitê de peritos, que definiu o resultado de referência, 89 (74%) dentes superiores estão identificados como tendo RRAE e 31 (26%) como não tendo.

### Resultados da interpretação dos examinadores – Radiografia periapical

**Tabela 10.** Resultados do examinador 1, interpretação por radiografia periapical

Resultado de referência	Interpretação do examinador				Total
	Definitivamente presente	Provavelmente presente	Provavelmente ausente	Definitivamente ausente	
Presente	68	20	1	0	89
Ausente	2	13	14	2	31
Total	70	33	15	2	120

**Tabela 11.** Resultados do examinador 2, interpretação por radiografia periapical

Resultado de referência	Interpretação do examinador				Total
	Definitivamente presente	Provavelmente presente	Provavelmente ausente	Definitivamente ausente	
Presente	43	38	8	0	89

Ausente	0	5	26	0	31
Total	43	43	34	0	120

## Resultados da interpretação dos examinadores – TCFC

**Tabela 12.** Resultados do examinador 1, interpretação por TCFC

Resultado de referência	Interpretação do examinador				Total
	Definitivamente presente	Provavelmente presente	Provavelmente ausente	Definitivamente ausente	
Presente	58	23	8	0	89
Ausente	0	1	22	8	31
Total	58	24	30	8	120

**Tabela 13.** Resultados do examinador 2, interpretação por TCFC

Resultado de referência	Interpretação do examinador				Total
	Definitivamente presente	Provavelmente presente	Provavelmente ausente	Definitivamente ausente	
Presente	44	42	3	0	89
Ausente	2	6	23	0	31
Total	46	48	26	0	120

## Acurácia, sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo, valor preditivo negativo

**Tabela 14.** Acurácia, sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo, valor preditivo negativo para o diagnóstico de RRAE usando como critério para presença de RRAE a interpretação “definitivamente presente”.

Examinador		Acurácia	Sensibilidade	Especificidade	VPP	VPN
1	RP	0.81	0.76	0.94	0.97	0.58
	TCFC	0.74	0.65	1	1	0.50
2	RP	0.62	0.48	1	1	0.40
	TCFC	0.61	0.49	0.94	0.96	0.39
Média(d.p.)	RP	0.72 (0.09)	0.62 (0.14)	0.97 (0.03)	0.99 (0.02)	0.49 (0.09)
	TCFC	0.68 (0.06)	0.57 (0.08)	0.97 (0.03)	0.98 (0.02)	0.45 (0.06)

**Tabela 15.** Área abaixo da curva da análise ROC de RP e TCFC.

Examinador	RP	TCFC	p-value <sup>a</sup>
1	0.906	0.961	0.072
2	0.913	0.887	0.523
Média(d.p.)	0.91 (0.00)	0.92 (0.04)	

<sup>a</sup>Teste de DeLong para comparação áreas abaixo de curvas ROC

### **Avaliação parcial: inferiores**

Avaliação da RRAE dos dentes superiores através de radiografia periapical e TCFC de 104 dentes. Segundo o comitê de peritos, que definiu o resultado de referência, 70 (67%) dentes superiores estão identificados como tendo RRAE e 34 (33%) como não tendo.

### **Resultados da interpretação dos examinadores – radiografia periapical**

**Tabela 16.** Resultados do examinador 1, interpretação por radiografia periapical

Resultado de referência	Interpretação do examinador				Total
	Definitivamente presente	Provavelmente presente	Provavelmente ausente	Definitivamente ausente	
Presente	35	23	11	1	70
Ausente	0	7	26	1	34
Total	35	30	37	2	104

**Tabela 17.** Resultados do examinador 2, interpretação por radiografia periapical

Resultado de referência	Interpretação do examinador				Total
	Definitivamente presente	Provavelmente presente	Provavelmente ausente	Definitivamente ausente	
Presente	9	49	12	0	70
Ausente	0	8	26	0	34
Total	9	57	38	0	104

### **Resultados da interpretação dos examinadores – TCFC**

**Tabela 18.** Resultados do examinador 1, interpretação por TCFC

Resultado de referência	Interpretação do examinador				Total
	Definitivamente presente	Provavelmente presente	Provavelmente ausente	Definitivamente ausente	
Presente	17	41	12	0	70
Ausente	1	6	19	8	34
Total	18	47	31	8	104

**Tabela 19.** Resultados do examinador 2, interpretação por TCFC

Resultado de referência	Interpretação do examinador				Total
	Definitivamente presente	Provavelmente presente	Provavelmente ausente	Definitivamente ausente	
Presente	20	42	8	0	70
Ausente	0	2	32	0	34
Total	20	44	40	0	104

## Acurácia, sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo, valor preditivo negativo

**Tabela 20.** Acurácia, sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo, valor preditivo negativo para o diagnóstico de RRAE usando como critério para presença de RRAE a interpretação “definitivamente presente”.

Examinador		Acurácia	Sensibilidade	Especificidade	VPP	VPN
1	RP	0.66	0.5	1	1	0.49
	TCFC	0.48	0.24	0.97	0.94	0.38
2	RP	0.41	0.13	1	1	0.36
	TCFC	0.52	0.29	1	1	0.40
Média(d.p.)	RP	0.54 (0.13)	0.32 (0.19)	1 (0.00)	1 (0.00)	0.43 (0.07)
	TCFC	0.50 (0.02)	0.27 (0.02)	0.99 (0.02)	0.97 (0.03)	0.39 (0.01)

**Tabela 21.** Área abaixo da curva da análise ROC de radiografia periapical e TCFC

Examinador	RP	TCFC	p-value <sup>a</sup>
1	0.860	0.844	0.747
2	0.812	0.922	0.012
Média(d.p.)	0.84 (0.02)	0.88 (0.04)	

<sup>a</sup>Teste de DeLong para comparação áreas abaixo de curvas ROC

### Avaliação parcial: centrais

Avaliação da RRAE dos dentes centrais através de radiografia periapical e TCFC de 108 dentes. Segundo o comitê de peritos, que definiu o resultado de referência, 72 (67%) dentes superiores estão identificados como tendo RRAE e 36 (33%) como não tendo.

### Resultados da interpretação dos examinadores – radiografia periapical

**Tabela 22.** Resultados do examinador 1, interpretação por radiografia periapical

Resultado de referência	Interpretação do examinador				Total
	Definitivamente presente	Provavelmente presente	Provavelmente ausente	Definitivamente ausente	
Presente	50	16	6	0	72
Ausente	2	13	20	1	36
Total	52	29	26	1	108

**Tabela 23.** Resultados do examinador 2, interpretação por radiografia periapical

Resultado de	Interpretação do examinador				Total
	Definitivamente	Provavelmente	Provavelmente	Definitivamente	

referência	presente	presente	ausente	ausente	
Presente	24	39	9	0	72
Ausente	0	11	25	0	36
Total	24	50	34	0	108

### Resultados da interpretação dos examinadores – TCFC

**Tabela 24.** Resultados do examinador 1, interpretação por TCFC

Resultado de referência	Interpretação do examinador				Total
	Definitivamente presente	Provavelmente presente	Provavelmente ausente	Definitivamente ausente	
Presente	37	29	6	0	72
Ausente	0	5	23	8	36
Total	37	34	29	8	108

**Tabela 25.** Resultados do examinador 2, interpretação por TCFC

Resultado de referência	Interpretação do examinador				Total
	Definitivamente presente	Provavelmente presente	Provavelmente ausente	Definitivamente ausente	
Presente	33	35	4	0	72
Ausente	2	6	28	0	36
Total	35	41	32	0	108

### Acurácia, sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo, valor preditivo negativo

**Tabela 26.** Acurácia, sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo, valor preditivo negativo para o diagnóstico de RRAE usando como critério para presença de RRAE a interpretação “definitivamente presente”.

Examinador		Acurácia	Sensibilidade	Especificidade	VPP	VPN
1	RP	0.78	0.69	0.94	0.96	0.61
	TCFC	0.68	0.51	1	1	0.51
2	RP	0.56	0.33	1	1	0.43
	TCFC	0.62	0.46	0.94	0.94	0.47
Média(d.p.)	RP	0.67 (0.11)	0.51 (0.18)	0.97 (0.03)	0.98 (0.02)	0.52 (0.09)
	TCFC	0.65 (0.03)	0.49 (0.03)	0.97 (0.03)	0.97 (0.03)	0.49 (0.02)

**Tabela 27.** Área abaixo da curva da análise ROC de radiografia periapical e TCFC

Examinador	RP	TCFC	p-value <sup>a</sup>
1	0.870	0.933	0.074
2	0.836	0.886	0.281
Média(d.p.)	0.85 (0.02)	0.91 (0.02)	

<sup>a</sup>Teste de DeLong para comparação áreas abaixo de curvas ROC

### **Avaliação parcial: laterais**

Avaliação da RRAE dos dentes laterais através de radiografia periapical e TCFC de 116 dentes. Segundo o comitê de peritos, que definiu o resultado de referência, 87 (75%) dentes superiores estão identificados como tendo RRAE e 29 (25%) como não tendo.

### **Resultados da interpretação dos examinadores – radiografia periapical**

**Tabela 28.** Resultados do examinador 1, interpretação por radiografia periapical

Resultado de referência	Interpretação do examinador				Total
	Definitivamente presente	Provavelmente presente	Provavelmente ausente	Definitivamente ausente	
Presente	53	27	6	1	87
Ausente	0	7	20	2	29
Total	53	34	26	3	116

**Tabela 29.** Resultados do examinador 2, interpretação por radiografia periapical

Resultado de referência	Interpretação do examinador				Total
	Definitivamente presente	Provavelmente presente	Provavelmente ausente	Definitivamente ausente	
Presente	28	48	11	0	87
Ausente	0	2	27	0	29
Total	28	50	38	0	116

### **Resultados da interpretação dos examinadores – TCFC**

**Tabela 30.** Resultados do examinador 1, interpretação por TCFC

Resultado de referência	Interpretação do examinador				Total
	Definitivamente presente	Provavelmente presente	Provavelmente ausente	Definitivamente ausente	
Presente	38	35	14	0	87
Ausente	1	2	18	8	29
Total	39	37	32	8	116

**Tabela 31.** Resultados do examinador 2, interpretação por TCFC

Resultado de referência	Interpretação do examinador				Total
	Definitivamente presente	Provavelmente presente	Provavelmente ausente	Definitivamente ausente	
Presente	31	49	7	0	87
Ausente	0	2	27	0	29
Total	31	51	34	0	116

**Acurácia, sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo, valor preditivo negativo**

**Tabela 32.** Acurácia, sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo, valor preditivo negativo para o diagnóstico de RRAE usando como critério para presença de RRAE a interpretação “definitivamente presente”.

Examinador		Acurácia	Sensibilidade	Especificidade	VPP	VPN
1	RP	0.71	0.61	1	1	0.46
	TCFC	0.57	0.44	0.97	0.97	0.36
2	RP	0.49	0.32	1	1	0.33
	TCFC	0.52	0.36	1	1	0.34
Média(d.p.)	RP	0.60 (0.11)	0.47 (0.15)	1.00 (0.00)	1.00 (0.00)	0.40 (0.06)
	TCFC	0.55 (0.03)	0.40 (0.04)	0.99 (0.02)	0.99 (0.02)	0.35 (0.01)

**Tabela 33.** Área abaixo da curva da análise ROC de radiografia periapical e TCFC

Examinador	RP	TCFC	p-value <sup>a</sup>
1	0.911	0.898	0.745
2	0.913	0.938	0.430
Média(d.p.)	0.91 (0.00)	0.92 (0.02)	

<sup>a</sup>Teste de DeLong para comparação áreas abaixo de curvas ROC

## **Agradecimentos**

Quero agradecer à minha orientadora, Professora Doutora Sónia Alves, pela total disponibilidade, conselhos, dedicação e ajuda prestada na elaboração deste trabalho. Foi fundamental o seu apoio, conhecimentos e motivação.

À minha coorientadora, Professora Doutora Ana Teresa Corte-Real, agradeço a disponibilidade e colaboração demonstrada ao longo do trabalho.

Às examinadoras, quero agradecer a cooperação e tempo despendido para a análise dos casos, determinantes para a concretização deste estudo.

Ao Professor Nuno Lavado, agradeço todos os ensinamentos partilhados e trabalho dedicado na componente da análise estatística, determinante para a interpretação e conclusão deste estudo.

A todos os participantes que aceitaram fazer parte deste trabalho, agradeço a receptividade e colaboração.

Às secretárias clínicas e técnicas de radiologia, quero agradecer a ajuda prestada na realização dos exames imagiológicos.

Aos meus colegas e amigos, quero agradecer o apoio, a motivação e paciência demonstrada constantemente.

Agradeço também à minha grande amiga e binómia, Inês Amaro, por toda a verdadeira amizade ao longo destes anos, por ter estado todos os dias ao meu lado, por me ajudar em tudo. Sem dúvida que sem ela nada teria sido a mesma coisa. Levo-a comigo no coração. Por tudo, muito obrigada.

Por fim, um agradecimento muito especial aos meus pais, por permitirem que isto fosse possível, por toda a entrega, carinho, amor, sacrifício, dedicação, fé, confiança, motivação, paciência, conselhos e apoio incondicional que demonstraram ao longo de todos estes anos e em toda a minha vida. Sem eles nada era possível e é uma gratidão inigualável. Estou de coração cheio.

## Índice

Sumário .....	iii
Lista de abreviaturas.....	iv
Resumo .....	v
Abstract .....	vii
1. Introdução.....	9
2. Materiais e Métodos .....	14
2.1. Recolha de dados.....	14
2.2. Técnica radiográfica .....	14
2.3. Avaliação radiológica.....	16
2.4. Análise de dados .....	18
3. Resultados.....	20
4. Discussão .....	23
5. Conclusão.....	30
6. Bibliografia.....	31
Anexos .....	34
Agradecimentos.....	44
Índice .....	45
Índice de Figuras .....	46
Índice de Tabelas .....	47

## Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Classificação dos níveis da RRAE desenvolvida por Levander e Malmgren <sup>23</sup> . .....	11
<b>Figura 2.</b> Equipamento de raio X.....	15
<b>Figura 3.</b> Posicionador intraoral para dentes anteriores. ....	15
<b>Figura 4.</b> Aparelho de revelação automática das placas de fósforo fotoestimuláveis digitais. ....	16
<b>Figura 5.</b> Aparelho de tomografia computadorizada de feixe cónico. ....	16
<b>Figura 6.</b> Radiografias visualizadas nas sessões de análise para diagnóstico da precisão das radiografias intraorais digitais (a). Vista sagital da TCFC para avaliação da precisão do diagnóstico deste exame nos incisivos, superiores e inferiores, respetivamente (b,c). Verificam-se diferentes níveis de severidade da RRAE. ....	18

## Índice de Tabelas

<b>Tabela 1.</b> Frequência de dentes com RRAE segundo o grupo de peritos.....	20
<b>Tabela 2.</b> Média (coeficiente de variação) da acurácia, sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo (VPP), valor preditivo negativo (VPN) para o diagnóstico de RRAE usando como critério para presença de RRAE a interpretação “definitivamente presente” .....	21
<b>Tabela 3.</b> Média (desvio-padrão) da área abaixo da curva ROC para a RP e TCFC..	22
<b>Tabela 4.</b> Resultados do examinador 1, interpretação por radiografia periapical .....	36
<b>Tabela 5.</b> Resultados do examinador 2, interpretação por radiografia periapical .....	36
<b>Tabela 6.</b> Resultados do examinador 1, interpretação por TCFC .....	36
<b>Tabela 7.</b> Resultados do examinador 2, interpretação por TCFC .....	36
<b>Tabela 8.</b> Acurácia, sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo, valor preditivo negativo para o diagnóstico de RRAE usando como critério para presença de RRAE a interpretação “definitivamente presente” .....	37
<b>Tabela 9.</b> Área abaixo da curva da análise ROC de RP e TCFC.....	37
<b>Tabela 10.</b> Resultados do examinador 1, interpretação por radiografia periapical .....	37
<b>Tabela 11.</b> Resultados do examinador 2, interpretação por radiografia periapical .....	37
<b>Tabela 12.</b> Resultados do examinador 1, interpretação por TCFC .....	38
<b>Tabela 13.</b> Resultados do examinador 2, interpretação por TCFC .....	38
<b>Tabela 14.</b> Acurácia, sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo, valor preditivo negativo para o diagnóstico de RRAE usando como critério para presença de RRAE a interpretação “definitivamente presente” .....	38
<b>Tabela 15.</b> Área abaixo da curva da análise ROC de RP e TCFC.....	38
<b>Tabela 16.</b> Resultados do examinador 1, interpretação por radiografia periapical .....	39
<b>Tabela 17.</b> Resultados do examinador 2, interpretação por radiografia periapical .....	39
<b>Tabela 18.</b> Resultados do examinador 1, interpretação por TCFC .....	39
<b>Tabela 19.</b> Resultados do examinador 2, interpretação por TCFC .....	39
<b>Tabela 20.</b> Acurácia, sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo, valor preditivo negativo para o diagnóstico de RRAE usando como critério para presença de RRAE a interpretação “definitivamente presente” .....	40
<b>Tabela 21.</b> Área abaixo da curva da análise ROC de radiografia periapical e TCFC ..	40
<b>Tabela 22.</b> Resultados do examinador 1, interpretação por radiografia periapical .....	40
<b>Tabela 23.</b> Resultados do examinador 2, interpretação por radiografia periapical .....	40
<b>Tabela 24.</b> Resultados do examinador 1, interpretação por TCFC .....	41
<b>Tabela 25.</b> Resultados do examinador 2, interpretação por TCFC .....	41

<b>Tabela 26.</b> Acurácia, sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo, valor preditivo negativo para o diagnóstico de RRAE usando como critério para presença de RRAE a interpretação “definitivamente presente”. .....	41
<b>Tabela 27.</b> Área abaixo da curva da análise ROC de radiografia periapical e TCFC ..	41
<b>Tabela 28.</b> Resultados do examinador 1, interpretação por radiografia periapical .....	42
<b>Tabela 29.</b> Resultados do examinador 2, interpretação por radiografia periapical .....	42
<b>Tabela 30.</b> Resultados do examinador 1, interpretação por TCFC .....	42
<b>Tabela 31.</b> Resultados do examinador 2, interpretação por TCFC .....	42
<b>Tabela 32.</b> Acurácia, sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo, valor preditivo negativo para o diagnóstico de RRAE usando como critério para presença de RRAE a interpretação “definitivamente presente”. .....	43
<b>Tabela 33.</b> Área abaixo da curva da análise ROC de radiografia periapical e TCFC ..	43