UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus São José dos Campos

ELIANE MARIA KREICH

AVALIAÇÃO DE REABSORÇÕES RADICULARES APICAIS EXTERNAS DECORRENTES DE MOVIMENTAÇÃO ORTODÔNTICA EM RADIOGRAFIAS PERIAPICAIS COM REGISTRO *A POSTERIORI*

2012

ELIANE MARIA KREICH

AVALIAÇÃO DE REABSORÇÕES RADICULARES APICAIS EXTERNAS DECORRENTES DE MOVIMENTAÇÃO ORTODÔNTICA EM RADIOGRAFIAS PERIAPICAIS COM REGISTRO *A POSTERIORI*

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia, Campus de São José dos Campos, UNESP - Univ Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de DOUTOR, pelo Programa de Pós-Graduação em BIOPATOLOGIA BUCAL, Área Radiologia Odontológica.

Orientador: Prof. Tit. Luiz Cesar de Moraes

São José dos Campos

2012

Apresentação gráfica e normalização de acordo com:
Alvarez S, Coelho DCAG, Couto RAO, Durante APM. Guia prático para Normalização de Trabalhos Acadêmicos da FOSJC. São José dos Campos: FOSJC/UNESP; 2010.

K873a Kreich, Eliane Maria
Avaliação de reabsorções radiculares apicais externas decorrentes de movimentação ortodôntica em radiografias periapicais com registro a posteriori / Eliane Maria Kreich. - São José dos Campos : [s.n.], 2011.
67 .f. : il.

Tese (Doutorado em Biopatologia Bucal) – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, UNESP - Univ Estadual Paulista, 2011.
Orientador: Prof. Titular Luiz Cesar de Moraes.

1. Reabsorção da raiz. 2. Movimentação dentária. 3. Ortodontia. 4. Exodontia dentária. 5. Diagnóstico precoce. I. Moraes, Luiz Cesar de . II. Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, UNESP - Univ Estadual Paulista. III. Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho". IV. UNESP – Univ Estadual Paulista. V. Título

tD4

Ficha catalográfica elaborada pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP

AUTORIZAÇÃO

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

São José dos Campos, 8 de Dezembro de 2011.
Assinatura: _____
E-mail: elianekreich@uol.com.br

BANCA EXAMINADORA

Prof. Tit. Luiz Cesar De Moraes (Orientador)
Faculdade de Odontologia de São José Dos Campos
UNESP - Univ Estadual Paulista

Profa. Adj. Juliana Campos Junqueira
Faculdade de Odontologia de São José Dos Campos
UNESP - Univ Estadual Paulista

Prof. Dr. Jefferson Luis Oshiro Tanaka
Faculdade de Odontologia de Londrina
UEL - Universidade Estadual de Londrina

Prof. Assoc. Ulisses Coelho
Faculdade de Odontologia de Ponta Grossa
UEPG - Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profa. Adj. Maria Aparecida Neves Jardini
Faculdade de Odontologia de São José Dos Campos
UNESP - Univ Estadual Paulista

São José dos Campos, 30 de janeiro de 2012.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho:

À minha **mãe Lori**, que sempre me apoiou, incentivou e cuidou de mim. Que mesmo dispensando atenção no cuidado com a saúde de minha avó (*in memorian*) e de meu pai, ainda conseguia tempo para investir em mim. Sem ela certamente teria grandes dificuldades na conclusão desse trabalho.

Sou grata ao meu **pai Pedro,** que sempre esteve ao meu lado e que durante a produção desse trabalho, enquanto ainda consciente, sempre me deu palavras de apoio e estímulo que me ajudaram a persistir.

Louvo a Deus pela pessoa maravilhosa que foi minha **avó Leonida** e agora, mesmo não estando mais entre nós, não poderia deixar de mencioná-la. A perdi durante a elaboração desse trabalho e ainda lembro os dias que juntas cantávamos e eu a auxiliava a bater palmas. Mesmo em meio ao sofrimento ainda sorria me motivando a continuar.

"A todos que participaram direta ou indiretamente me incentivando, oferecendo palavras encorajadoras, acreditando em mim, oferecendo apoio, cuidando de mim, me escutando, me exortando, me amando".

AGRADECIMENTO ESPECIAL

À **Deus, meu pai eterno,** por tudo que Ele é em minha vida. Por me sustentar em momentos difíceis, nunca me deixando só. Por mostrar como posso ter minhas forças renovadas Nele e que posso descansar em seus braços. Por me capacitar, me motivar e sempre se lembrar de mim. Palavras não podem expressar minha gratidão Àquele que me fez, me amou e tem grandes propósitos para minha vida.

"Tudo posso naquele que me fortalece".

Filipenses 4:13

AGRADECIMENTOS

Em todas as ocasiões temos motivos de gratidão. Mas ao produzir um trabalho como este há a oportunidade de reconhecer aqueles que estão mais próximos e que sempre estão dispostos a estender a mão para ajuda, socorro e apoio.

Ao meu orientador **Professor Titular Luiz Cesar de Moraes**, por sua orientação sensata e por seus ensinamentos, pela compreensão nos momentos em que mais precisei, obrigada pela preocupação com a qualidade da minha formação.

À Faculdade de Odontologia de São José dos Campos - UNESP, em especial ao **Diretor Professor Doutor Carlos Augusto Pavanelli,** pela oportunidade de utilizar toda a infra-estrutura e recursos dessa faculdade, obrigada pelo apoio.

À Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Biopatologia Bucal de São José dos Campos - UNESP, **Professora Doutora Cristiane Yumi Koga Ito,** pela competência, amizade, sempre disposta a atender nossas necessidades, o meu sincero reconhecimento e gratidão.

À **Faculdade de Odontologia da Universidade Estadual de Ponta Grossa,** origem de minha formação científica, pelo apoio e estímulo dados à qualificação do seu corpo docente.

Ao **Professor Emigdio Enrique Orellana Jimenez,** Coordenador do Curso de Especialização em Ortodontia da ABO-PG, por gentilmente me ceder os prontuários clínicos, sem os quais não seria possível a realização desta tese, pela amizade e pelo exemplo de profissionalismo à causa do ensino.

Ao **Professor Doutor Ulisses Coelho**, grande incentivador a realização deste Doutorado, pelos conselhos a mim dedicados e pela presença amiga em muitos momentos importantes, obrigada por tudo.

Aos **Professores do Curso de Radiologia Odontológica da FOSJC-UNESP:**
Professor Titular Luiz Cesar de Moraes, Professor Adjunto Julio Cezar de Melo Castilho, Professora Adjunta Mari Eli Leonelli de Moraes, Professor Titular Edmundo Medici Filho, Professor Assistente Doutor Luiz Roberto Coutinho Manhães Junior, Professor Assistente Doutor Sergio Lúcio Pereira de Castro Lopes, pela oportunidade de realizar o Curso de Doutorado e por todos os conhecimentos adquiridos, em especial agradeço.

Aos funcionários da FOSJC-UNESP:
Conceição e Eliana, obrigada pela convivência amigável e auxilio constantes, sempre dispostas a nos ajudar.

Aos **amigos e colegas do Mestrado e Doutorado** da FOSJC-UNESP, agradeço pelo convívio, pela troca de conhecimentos e principalmente pela amizade.

Rafaela Rangel Rosa pela presença amiga, pela disposição em ajudar nas horas mais difíceis, por todo carinho e dedicação, a você agradeço.

João César Guimarães Henriques obrigado pelo carinho, amizade, ajuda e confiança e pela oportunidade de realizar artigos juntos e dividirmos conhecimentos durante o Doutorado.

Jefferson Tanaka e Evelise Ono, por nossa amizade, pelo apoio e auxílio nas horas difíceis, vocês foram as pessoas certas para fazer parte desse desafio e dessa conquista, obrigada pela disposição em ajudar os amigos.

À secretária de Pós-Graduação **Rosemary de Fátima Salgado**, pelas orientações necessárias no decorrer do curso, obrigada pela amizade e auxílio constante, sempre disposta a ajudar.

À diretora técnica de Serviços de Biblioteca e Documentação **Silvana Alvarez**, pela amizade e pelas orientações necessárias para a realização deste trabalho e normalização do mesmo.

À funcionária da biblioteca **Renata Aparecida Couto**, pela colaboração, orientações e pelo excelente atendimento.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram na elaboração deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

Grande coisa é haver recebido do céu uma partícula da sabedoria, o dom de achar as relações das coisas, a faculdade de as comparar e o talento de concluir.

Machado de Assis

SUMÁRIO

RESUMO..... 10
ABSTRACT..... 11
1 INTRODUÇÃO..... 12
2 REVISÃO DA LITERATURA..... 15
2.1 Reabsorção radicular externa e tratamento ortodôntico..... 15
2.2 Registro de imagens radiográficas *a posteriori*...... 30
3 PROPOSIÇÃO..... 37
4 MATERIAL E MÉTODO..... 38
4.1 Seleção da amostra..... 38
4.2 Registro *a posteriori*..... 40
4.3 Mensuração dos dentes..... 42
4.4 Coleta de Dados Clínicos..... 43
4.5 Análise Estatística..... 44
5 RESULTADOS..... 45
6 DISCUSSÃO..... 49
7 CONCLUSÃO..... 58
8 REFERÊNCIAS..... 59
ANEXOS..... 64

Kreich EM. Avaliação de reabsorções radiculares apicais externas decorrentes de movimentação ortodôntica em radiografias periapicais com registro *a posteriori* [tese]. São José dos Campos: Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, UNESP - Univ Estadual Paulista; 2012.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi quantificar a reabsorção radicular apical externa em indivíduos submetidos a tratamento ortodôntico e correlacionar a reabsorção radicular com possíveis fatores predisponentes. A amostra incluiu 79 indivíduos, com idade média de 13,7 anos e dividida em 2 grupos, de indivíduos tratados sem e com exodontia dos primeiros pré-molares superiores. Foram selecionadas as radiografias periapicais dos incisivos centrais superiores, obtidas no início e no final do tratamento ortodôntico. As radiografias foram digitalizadas e inseridas no programa Regeemy® – Image Registration and Mosaicking v.0.2.43-RCB (DPI-INPE, São José dos Campos, SP, Brazil) e procedidos os registros *a posteriori* (correção de diferenças de projeção geométrica, densidade e contraste entre as duas radiografias). As mensurações dos incisivos centrais superiores, foram realizadas nas imagens referência (pré tratamento) e na versão registrada (pós-tratamento), no programa UTHSCSA Image Tool® (*University of Texas Health Science Center at San Antonio),* obtidas em pixels e convertidas em porcentagem. Os resultados mostraram que ocorreu reabsorção radicular estatisticamente significante em ambos os grupos, com maior reabsorção no grupo com exodontia ($p<0,05$). Na comparação das variáveis pré e pós tratamento ortodôntico, entre os dois grupos, verificou-se que a diferença das medidas cefalométricas 1.NA e 1-NA foi significantemente maior no grupo com exodontia ($p<0,05$). A variável idade não diferiu estatisticamente entre os grupos ($p>0,05$). O período do tratamento foi significantemente maior no grupo com exodontia e as reabsorções radiculares foram também maiores no grupo tratado com exodontias ($p<0,05$), embora este resultado tenha sido estatisticamente significante apenas para o dente 11. Somente houve correlação estatisticamente significante entre a reabsorção radicular e o fator diferença 1-NA pré-pós do grupo com exodontia ($Rho=0,45$; $p<0,05$). Diante dos resultados obtidos, pode-se concluir que terapias ortodônticas com exodontias, apresentam maior reabsorção radicular externa, maior tempo de duração e maiores diferenças das medidas 1.NA e 1-NA ao final do tratamento.

Palavras-chave: Reabsorção da raiz. Movimentação dentária. Ortodontia. Exodontia dentária. Diagnóstico precoce.

Kreich EM. Evaluation of external apical root resorption resulting from orthodontic movement in periapical radiographs with register a posteriori [doctorate thesis]. São José dos Campos: School of Dentistry of São José dos Campos, UNESP – Univ Estadual Paulista; 2012.

ABSTRACT

The aim on this study was to quantify the external apical root resorption in individuals submitted to orthodontic treatment and to correlate the root resorption with the possible predisposing factors. The sample comprised 79 individuals (mean age 13,7 years) divided into two groups: individuals treated with and without extractions of the maxillary first premolars. Periapical radiographs of maxillary central incisors obtained in the beginning and in the end of the orthodontic treatment were selected. The radiographs were digitized and imported to Regeemy® – Image Registration and Mosaicking v.0.2.43-RCB (DPI-INPE, São José dos Campos, SP, Brazil) for image registration a posteriori (correction of geometric, density and contrast differences between two images). The maxillary central incisors were measured in the reference (pre-treatment) and registered (post treatment) images using UTHSCSA Image Tool® (University of Texas Health Science Center at San Antonio). The measurements were obtained in pixels and converted to percentage. Statistically significant root resorption was found for both groups, but it was greater for the extraction group ($p<0,05$). The comparison of the pre and post-treatment differences of the variables between the groups demonstrated statistically significant differences for 1.NA and 1-NA ($p<0,05$). These differences were greater for the extraction group. Age didn't differ statistically between the groups ($p>0,05$). The treatment duration was found to be statistically higher for the extraction group as well as the root resorptions ($p<0,05$), although the later was statistically significant only for tooth #11. Statistically significant correlation was found only between root resorption and the difference between 1-NA pre and post-treatment for the extraction group ($Rho=0,45$; $p<0,05$). Based on the results, we concluded that orthodontic treatment with extractions cause greater external root resorption, greater treatment duration and greater alterations of 1.NA and 1-NA at the end of the treatment.

Key-Words: Root Resorption. Tooth Movement. Orthodontics. Tooth Extraction. Early Diagnosis.

1 INTRODUÇÃO

Uma significativa taxa de prevalência e incidência de reabsorção radicular externa apical em indivíduos tratados ortodonticamente, vem sendo relatada em diversos estudos (Newman, 1975; Levander, Malmgren, 1988; Linge, Linge, 1991; Brezniak, Wasserstein, 1993b).

A reabsorção radicular resulta da necrose do ligamento periodontal com a formação de uma zona hialina acelular (Kurol, Owman-Moll, 1998) e está associada a fatores biológicos, mecânicos ou combinação de ambos (McNab et al., 2000). Ocorrem principalmente nos terços apicais dos dentes anteriores inferiores, levando ao encurtamento das raízes (Smale et al., 2005). Reabsorções radiculares severas podem comprometer de forma decisiva a estabilidade dentária e a função mastigatória (Lee et al., 2003).

Apesar da evolução da Ortodontia, a ocorrência da reabsorção radicular ainda não está elucidada por completo e é considerada extremamente complexa no que diz respeito à sua etiologia (Cansação, 1980; Almeida et al., 1989; Brezniak, Wasserstein, 1993a).

A diversidade das metodologias utilizadas nos estudos realizados e, ainda, o fato de haver inúmeras variáveis relacionadas ao processo de reabsorção radicular, verificadas durante a terapia ortodôntica, dificultam a comparação dos resultados obtidos pelos diversos autores.

Segundo Consolaro (2005), o tratamento ortodôntico se encontra em estado limítrofe entre o bom relacionamento risco (reabsorção radicular) - benefício (função e estética oclusal) e iatrogenia. Consequentemente, faz-se necessário identificar os indivíduos de alto

risco para o desenvolvimento da reabsorção radicular apical externa severa e, concomitantemente, diagnosticar precocemente essa lesão.

O diagnóstico precoce da reabsorção radicular ocasionada por tratamento ortodôntico permitirá revisar os objetivos e procedimentos do tratamento em execução (Capelloza Filho et al., 2002), com o intuito de prevenir o desenvolvimento de lesões radiculares mais sérias e graves ao final do tratamento, influenciando, assim, no prognóstico final do caso (Clasen, Aun, 2001).

Para a detecção de reabsorção radicular externa apical, o exame diagnóstico mais comumente utilizado é a radiografia periapical com filme convencional e, dentre as técnicas periapicais, a do paralelismo é a mais indicada quando se deseja comparar medidas lineares do dente, durante tratamento ortodôntico (Larheim, Eggen, 1979; Manson-Hing, Bhakdinaronk, 1981).

Para a melhor interpretação das reabsorções radiculares externas apicais, as imagens radiográficas digitais criam expectativas com relação a exames de diagnóstico mais sensíveis e específicos em diversas áreas da Odontologia. Isso porque, os sistemas digitais possibilitam ao operador manipular as imagens, as quais podem ser ampliadas, transformadas em forma negativa, sofrer alteração de contraste e brilho, colorização da imagem e pseudo 3 D (relevo), de forma a facilitar o diagnóstico. Além disso, medidas lineares e angulares também podem ser obtidas por meio de ferramentas dos *softwares* dos sistemas digitais, tão bem, como quantificar os tons de cinza existentes (densidade óptica) em uma determinada área radiográfica (Sarmento et al., 1999; Clasen, Aun, 2001; Westphalen et al., 2004a, 2004b).

Para a avaliação da reabsorção radicular apical externa, tanto a radiografia periapical analógica como a digital, apresentam um fator que interfere na obtenção das medidas dos dentes submetidos à movimentação ortodôntica, que é a diferença da projeção geométrica entre radiografias sequenciais. Daí, a necessidade de um programa que

execute uma correção geométrica nas imagens, tornando-as comparáveis entre si.

Existem alguns programas de computador utilizados para gerar imagens de subtração radiográfica digital, dentre eles o EMAGO®*/Advanced 3.43 (Oral Diagnostic Systems, Louwesweg, Amsterdam, Netherlands)* e o Regeemy – *Image Registration and Mosaicking v.0.2.41-RCB (DPI-INPE, São José dos Campos, SP, Brazil).*

Uma das ferramentas desses programas é a função reconstrução, conhecida também como registro, que permite fazer o registro de imagens *a posteriori.* Essa função é utilizada para que duas radiografias feitas em tempos diferentes tenham projeção geométrica mais semelhantes possíveis entre si.

O objetivo neste estudo será por meio de radiografias periapicais digitalizadas e registradas *a posteriori*, quantificar, em percentual, a reabsorção radicular externa em indivíduos submetidos à terapia ortodôntica e, por meio de correlações, verificar quais são os fatores que aumentam a probabilidade de ocorrência dessa lesão.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Reabsorção radicular externa e tratamento ortodôntico

Ketcham (1927) publicou dois trabalhos que sugeriram que o tratamento ortodôntico causava reabsorção radicular. Desde então, a reabsorção radicular recebeu mais atenção de pesquisadores e clínicos. O autor primeiramente verificou que 22% de 224 indivíduos apresentavam algum grau de reabsorção radicular, durante o tratamento ortodôntico e num segundo trabalho, analisou 385 indivíduos e constatou que 21% apresentavam reabsorção radicular nos dentes anteriores, com predomínio no arco superior. Ele ainda salientou a predisposição individual como causa da reabsorção radicular, além do estímulo mecânico produzido pelos aparelhos.

Goldson e Henrikson (1975) avaliaram o índice de reabsorção radicular de 42 casos tratados com extrações pela técnica de Begg, por no mínimo 19,8 meses. Os autores elaboraram um sistema de escores de 0 a 11 graus, de acordo com a magnitude da perda radicular, para avaliar o grau de reabsorção radicular. Foram realizadas radiografias periapicais de todos os dentes unirradiculares antes do ínicio do tratamento e analisadas. Os autores verificaram que antes do início do tratamento, 4% dos dentes apresentavam reabsorção radicular grau 1, não ocorrendo reabsorção visível em 42% dos dentes. Ao final do tratamento, 48% dos dentes apresentavam reabsorção menor que 2 mm (grau 3), 3% encurtamento de 2 mm a um terço da raiz (grau 5), não ocorrendo reabsorção em apenas 23% dos dentes. Os dentes mais comprometidos, após seis meses do final do tratamento, foram: incisivos

centrais inferiores (95%), incisivos centrais superiores (90%), incisivos laterais superiores (87%), incisivos laterais inferiores (83%), caninos inferiores (79%) e caninos superiores (72%). Os menos comprometidos foram os pré molares inferiores (53%). Os dentes que exibiam reabsorções antes do início do tratamento desenvolveram maiores reabsorções durante o tratamento. Esse fato ocorreu especialmente em relação aos incisivos superiores.

Com relação às técnicas radiográficas intraorais periapicais da bissetriz e do paralelismo, os autores Larheim e Eggen (1979) demonstraram que as imagens obtidas pela técnica do paralelismo, apresentaram melhores resultados na mensuração do comprimento de dentes e limas endodônticas do que as imagens adquiridas pela técnica da bissetriz. O diagnóstico quantitativo da reabsorção radicular externa apical provocada pelo tratamento ortodôntico pode ser realizado a partir da comparação entre as medidas do comprimento total do dente, antes de se iniciar o tratamento ortodôntico e após a movimentação ortodôntica do mesmo. Portanto, como se trata de realização de medidas sobre as imagens radiográficas, a técnica periapical do paralelismo deve ser indicada para obtenção das radiografias destinadas ao diagnóstico dessas lesões.

Levander e Malmgren (1988) estabeleceram um sistema de escores para classificar a reabsorção radicular apical na movimentação dentária induzida, em 5 graus, de acordo com a magnitude de perda do comprimento do dente: grau 0: não há reabsorção radicular; grau 1: contorno irregular da superfície apical; grau 2: reabsorção leve, com redução do comprimento radicular em até 2 mm; grau 3: reabsorção severa, com redução do comprimento radicular de 2 mm a 1/3 da raiz; grau 4: reabsorção extrema, com perda maior que 1/3 do comprimento original da raiz.

Baumann e Tavares (1988) realizaram um estudo radiográfico, em indivíduos no início do tratamento ortodôntico, para

observar a frequência com que ocorrem as reabsorções radiculares em consequência dessa terapia e ainda analisar as seguintes características: grau de reabsorção (severidade da lesão), tipo de reabsorção (arredondada, oblíqua ou horizontal), contorno da raiz reabsorvida (liso ou irregular) e manutenção ou não do espaço peridentário e da cortical alveolar. A amostra consistiu de 45 indivíduos nos quais foram efetuados levantamentos periapicais, média de idade de 13,7 anos e tempo médio de tratamento de 34,5 meses. Verificaram que 84,44% dos indivíduos apresentaram algum grau de encurtamento radicular e considerando os 1133 dentes analisados, 223 foram acometidos, ocorrendo 5,87 dentes comprometidos por indivíduo. Não houve diferença significativa entre os dentes superiores e inferiores, ocorrendo maior comprometimento do incisivo lateral, seguido do incisivo central, canino e pré-molar e molar. Os resultados mostraram que dos 223 dentes com reabsorções radiculares, 165 apresentavam grau 1 (pequena modificação no contorno radicular), 47 apresentavam grau 2 (envolvimento de parte do terço apical), 9 apresentavam grau 3 (envolvimento de todo terço apical) e 2 apresentavam grau 4 (reabsorções atingindo o terço médio da raiz). Ainda considerando os dentes comprometidos, 94 apresentavam arredondamento apical, 40 foram reabsorvidos de forma horizontal e 89 obliquamente. O contorno apical predominante foi o liso em 211 casos, contra 12 de contorno irregular. Os autores sugeriram um perfil considerado o mais comum para a reabsorção radicular ortodôntica: mais frequente nos dentes unirradiculares, de grau pouco intenso (geralmente uma alteração no contorno apical) de forma mais comumente arredondada ou oblíqua, contorno liso, mantendo o espaço peridentário e alvéolo corticalizado.

Martins et al., em 1994 realizaram uma pesquisa radiográfica, cinco anos após a remoção dos aparelhos ortodônticos, para avaliar o comportamento das reabsorções radiculares, consecutivas à terapia ortodôntica. Ao final do estudo, verificaram que a reabsorção

radicular observada ao término do tratamento ortodôntico, cessa com a remoção do aparelho, na maioria dos dentes observados, e nos poucos que apresentaram alguma progressão, não foi contínua, ocorrendo apenas uma remodelação apical. Recomendam, entretanto, o ajuste oclusal, após seis meses do término do tratamento e o controle por 2 ou 3 anos, das reabsorções mais evidentes.

Segundo Jacobson (1995), a inclinação do incisivo superior é determinada pela medida angular 1/.NA, que corresponde ao ângulo formado pelo longo eixo do incisivo superior com a linha N-A. A inclinação normal do incisivo superior é de 22º. Valores acima deste, indicam inclinação vestibular e valores menores, inclinação lingual. Já sua posição horizontal é determinada pela medida linear 1/-NA, que é a distância, em milímetros, entre o contorno mais vestibular do incisivo superior e a linha N-A. O valor-padrão aceito é de 4 mm. Valores maiores que 4 mm indicam que o incisivo superior está posicionado anteriormente, enquanto que valores menores indicam que o incisivo superior está posicionado posteriormente. Vale destacar que as duas medidas devem ser utilizadas em conjunto para que a posição e a inclinação sagital do incisivo superior sejam determinadas corretamente. Com relação ao incisivo inferior, também são utilizadas duas medidas para se determinar sua inclinação e posição vestíbulo-lingual: a medida angular /1.NB e a medida linear /1-NB, respectivamente. São aceitos como valores-padrão 25º para a inclinação e 4 mm para a posição sagital do incisivo inferior. Segundo o autor, estas duas medidas também devem ser utilizadas em conjunto para se determinar o correto posicionamento vestíbulo-lingual do incisivo inferior.

Souza et al. (1999) sabendo dos avanços dos materiais ortodônticos e suas consequências sobre a terapia ortodôntica, tornando-a mais biológica, realizaram uma revisão da literatura com o objetivo de verificar possíveis fatores determinantes da reabsorção radicular, durante o tratamento ortodôntico. Constataram que grande parte dos autores

pesquisados afirmaram que fatores como o tempo de tratamento ortodôntico, a utilização de arcos retangulares e a realização de movimentos intrusivos foram determinantes no processo de reabsorção radicular. Por outro lado, a idade do indivíduo, o sexo e o tipo de maloclusão de Angle não foram considerados significantes no desenvolvimento de reabsorção. Houve relação positiva entre magnitude de força aplicada e mordida aberta (dentes anteriores) com as reabsorções radiculares. Também foi verificado que o aparelho fixo induz maior reabsorção radicular quando comparado com o removível, porém, as diferentes técnicas que utilizam dispositivos fixos tiveram resultados similares quanto à reabsorção radicular. Não houve evidências de diferenças entre tratamentos com e sem extração. Houve divergência entre os resultados dos autores sobre a relação do uso de elásticos de Classe II com o processo de reabsorção radicular. Os dentes mais atingidos foram os incisivos superiores e há maior susceptibilidade em desenvolver mais reabsorção radicular em dentes unirradiculares com raízes dilaceradas e em forma de pipeta, quando comparados com os outros dentes. Os autores foram unânimes em afirmar que a maioria dos indivíduos submetidos a tratamento ortodôntico, desenvolve reabsorção radicular, porém quase sempre leve e sem significado clínico e após a remoção dos aparelhos ortodônticos, cessa o processo de reabsorção radicular.

Um estudo realizado por Sameshima e Asgarifar (2001), demonstrou que a imagem da radiografia panorâmica pode superestimar em 20% ou mais, a quantidade de perda radicular após a movimentação ortodôntica em comparação com a imagem da radiografia periapical. Os autores concluíram que a técnica radiográfica periapical tem se mostrado superior à panorâmica no diagnóstico de reabsorções radiculares externas.

Haiter et al. (2001) em um estudo in vitro, compararam radiografias digitais utilizando seus recursos equalizar e brilho/contraste

com radiografias convencionais, na detecção e quantificação de reabsorções radiculares produzidas experimentalmente, em dentes de um crânio macerado. Os sistemas digitais avaliados foram Digora (*Soredex Finndent, Orion Corporation Ltd, Helsinki, Finland*) e DenOptix (*Gendex Dental Systems, Milan, Italy*). Incisivos centrais, laterais, caninos, pré-molares e molares foram retirados de seus alvéolos para obtenção de suas medidas reais, recolocados e radiografados pelos três sistemas. Posteriormente os dentes foram removidos, desgastados, mensurados e recolocados, para a obtenção de novas radiografias, sendo realizados dois desgastes em cada dente. As mensurações foram realizadas por 6 radiologistas, com auxílio de régua nas radiografias convencionais e réguas inerentes a cada sistema nas radiografias digitais. As médias das mensurações feitas nos dois sistemas digitais não apresentaram diferença estatisticamente significante com o tamanho real dos dentes pesquisados, assim como as médias das mensurações no filme, nas duas primeiras fases do experimento. Porém, na fase 3, a média das diferenças das mensurações feitas no filme tradicional apresentou diferença estatisticamente significante. Concluíram que os sistemas digitais possuem alta precisão na mensuração do comprimento do dente com reabsorção radicular apical, mostrando-se superior ao filme convencional.

Westphalen et al. (2004b) compararam a eficiência da radiografia convencional e digital no diagnóstico de reabsorção dentária externa, em função do examinador e do tamanho da cavidade. Seis mandíbulas humanas dentadas foram recobertas com pedaços de músculo bovino para simular tecidos moles. Nove dentes de cada grupo foram investigados. Inicialmente, radiografias periapicais de cada dente foram realizadas em três incidências (orto, mésio e distorradial), pelos métodos convencional e digital. Então, os dentes foram extraídos de seus alvéolos e cavidades com profundidades de 0,7 e 1,0 mm foram preparadas nas superfícies vestibular, mesial e distal, nas porções cervical, média e apical das raízes. Cada dente foi recolocado em seu

respectivo alvéolo e novas radiografias foram obtidas. Três examinadores, um endodontista (1), um radiologista (2) e um clínico geral (3), avaliaram as imagens. Os dados foram comparados pelo teste-Z e observou-se maior número de cavidades detectadas pelo método digital, comparado ao método convencional, independentemente da profundidade da cavidade. Em ordem decrescente, os examinadores 2, 3, e 1 exibiram diferentes potenciais para detecção das cavidades com o método convencional. Os examinadores 1 e 3 exibiram potencial superior ao examinador 2 para detecção de cavidades de diferentes tamanhos com o método digital.

Albuquerque (2006) realizou um trabalho *in vitro* com o objetivo de comparar a acurácia do método radiográfico periapical digital e do convencional na mensuração de pequenas reabsorções radiculares apicais simuladas. Foram realizados desgastes apicais em 40 incisivos superiores extraídos, reduzindo-se gradualmente em 0,5, 1,0, 1,5 e 2,0 mm o comprimento do longo eixo do dente. A cada desgaste realizado, foram obtidas as medidas reais dos incisivos, com o auxílio de um paquímetro digital e as radiografias com o filme convencional e com o sensor de fósforo do sistema digital DenOptix, pela técnica do paralelismo, resultando em um total de 400 imagens. Após o treinamento de três avaliadores, com erro do método de 96% para a avaliação das radiografias convencionais e 97,8% para as radiografias digitais, as mensurações radiográficas dos dentes foram realizadas com o auxílio de paquímetro digital na radiografia convencional e régua digital do programa Adobe Photoshop® na radiografia digital, podendo nestas últimas, serem utilizados todos os recursos disponíveis do programa para a sua avaliação (zoom, brilho, contraste, negativo e relevo). O teste não paramétrico, análise de variância de Freidman ($p < 0,05$), demonstrou que o tamanho da imagem radiográfica do dente tanto na radiografia convencional quanto na radiografia digital foi estatisticamente maior que o tamanho real do dente, em todos os tamanhos de reabsorções radiculares realizadas.

Além disso, as reabsorções radiculares de 1,0, 1,5 e 2,0 mm foram detectadas por ambas as radiografias, convencional e digital. Porém, as reabsorções radiculares de 0,5 mm, somente foram diagnosticadas por meio das radiografias digitais. Pode-se concluir que tanto a radiografia digital, quanto a convencional, mostraram uma imagem ampliada do incisivo superior, com aumento de 2,79% e 3,55% respectivamente, em relação ao tamanho real do dente. As radiografias digitais apresentaram melhor resultado na mensuração de pequenas reabsorções radiculares externas apicais (0,5 mm) quando comparadas com as radiografias convencionais.

Santos et al. (2007) avaliaram por meio de imagens radiográficas computadorizadas, a quantidade de reabsorção no ápice radicular, quando da utilização de duas diferentes técnicas de mecânica ortodôntica fixa. A amostra consistiu de 20 indivíduos que apresentavam má oclusão de Classe I ou Classe II de Angle, com apinhamento anterior nos arcos superior e inferior, sem histórico prévio de tratamento endodôntico, trauma ou tratamento ortodôntico. Nenhum indivíduo apresentava reabsorção anterior ao tratamento e todos foram tratados com extração de primeiros pré-molares superiores e inferiores. Os indivíduos foram divididos igualmente em dois grupos: grupo 1 (Tratados com Edgewise convencional com acessórios padrão e fios de aço) e grupo 2 (Tratados com Edgewise com acessórios totalmente programados e fios de níquel-titânio). Os indivíduos foram submetidos a exposições radiográficas periapicais digitais, sistema Digora (Soredex, Orion Company, Finland), região dos incisivos centrais superiores, feitas no início do tratamento ortodôntico, após retração de caninos e ao final do tratamento. Ressalta-se que todos os indivíduos foram tratados sempre pelo mesmo profissional, num período médio de 2 anos, respeitando-se a sequência da mecanoterapia e procurando aplicar os mesmos níveis de força em cada etapa. A avaliação radiográfica digital para classificar o grau de reabsorção radicular apresentado foi realizada utilizando o

sistema de escores proposto por Levander e Malmgren (1988), o qual permitiu afirmar que o tratamento ortodôntico empregando a técnica Edgewise com acessórios totalmente programados e fios de níquel-titânio apresentou menores graus de reabsorção radicular apical, em comparação à técnica Edgewise com acessórios padrão e fios de aço. Os autores concluíram que, independentemente da técnica empregada, o tratamento ortodôntico como um todo apresentou um grau moderado de reabsorção radicular apical.

Apajalahti e Peltola (2007) realizaram um estudo cujos propósitos foram comparar a incidência e severidade das reabsorções radiculares apicais tratadas com diferentes aparelhos ortodônticos, avaliar o efeito da duração do tratamento ortodôntico na gravidade das reabsorções radiculares apicais e também analisar o grau destas reabsorções em diferentes grupos dentários. Foi avaliada uma amostra de 601 indivíduos entre 8 e 16 anos de idade e pertencentes aos sexos masculino e feminino. Os aparelhos ortodônticos mais comumente utilizados foram as placas removíveis e os aparelhos fixos. Eventuais presenças de reabsorções radiculares foram avaliadas em todos os elementos dentários, exceto nos terceiros molares, por meio de radiografias panorâmicas pré e pós-tratamento. Nos resultados foram encontradas reabsorções radiculares associadas significantemente com a utilização de aparelhos fixos ($p<0,001$). Da mesma maneira, a duração dos tratamentos com aparelhos fixos contribuíram significantemente para a severidade das reabsorções ($p<0,001$), sendo que a média de duração dos tratamentos em indivíduos sem reabsorções radiculares foi de 1,5 anos e naqueles com reabsorções severas foi de 2,3 anos. As reabsorções radiculares mais severas ocorreram nos incisivos e pré-molares superiores. Os autores concluíram que tratamentos ortodônticos com aparelhos fixos e de longa duração aumentam consideravelmente o risco de maiores reabsorções severas e, dessa forma, acompanhamentos radiográficos semestrais são recomendáveis.

Freitas et al., em 2007, avaliaram o grau de reabsorção radicular, decorrente do tratamento ortodôntico, em indivíduos com e sem mordida aberta, submetidos ou não à extração dos pré-molares. Uma amostra de 120 indivíduos, com tratamento ortodôntico concluído, foi selecionada e dividida em 4 grupos com cerca de 30 pacientes cada um: grupo 1 – indivíduos com mordida aberta inicial e tratados com extração dos pré-molares; grupo 2 – indivíduos com mordida aberta inicial e tratados sem extrações; grupo 3 – indivíduos sem mordida aberta, tratados com extrações de pré-molares; grupo 4 – indivíduos sem mordida aberta e tratados sem extrações. Radiografias periapicais realizadas pela técnica do paralelismo foram feitas antes e no final do tratamento, depois escaneadas, e os comprimentos radiculares foram comparados no início e no final do tratamento por software computacional. Radiografias cefalométricas iniciais e finais também foram comparadas para análise do overbite/overjet, inclinação dos incisivos superiores e inferiores, e deslocamento vertical e horizontal dos ápices dos incisivos centrais superiores e inferiores. Como resultados, não houve diferenças no grau das reabsorções radiculares entre os grupos dos indivíduos com e sem mordida aberta inicial, porém os grupos 1 e 3, tratados com extrações dentárias dos pré-molares, obtiveram reabsorções radiculares significantemente maiores do que os grupos 2 e 4, tratados sem extrações. A análise das radiografias cefalométricas mostrou correlação entre o grau de reabsorção radicular e a quantidade de correção do overjet e deslocamento horizontal do ápice do incisivo superior, somente nos grupos submetidos à extrações (grupos 1 e 3). Finalmente, os autores comentaram que embora as reabsorções tenham sido bem mais severas nos grupos submetidos às extrações de pré-molares, elas foram classificadas como reabsorções radiculares com intensidade aceitável, pós-tratamento ortodôntico.

Mohandesan et al., em 2007, mensuraram a Reabsorção Radicular Apical Externa (RRAE), decorrente da terapia ortodôntica,

durante 12 meses. Além disso, foram examinadas eventuais influências do sexo, técnica ortodôntica utilizada (standard edgewise / straight wire), duração do tratamento (6 e 12 meses) e extração dos primeiros pré-molares na RRAE. Dezesseis indivíduos do sexo masculino e 24 do sexo feminino (média idade de 15 anos), em tratamento ortodôntico, foram selecionados e tiveram os incisivos centrais e laterais superiores analisados por meio de radiografias periapicais adquiridas pela técnica do paralelismo, escaneadas e mensuradas em programa computacional antes do início do tratamento, e após 6 e 12 meses de acompanhamento. Considerando os incisivos centrais superiores, após 6 meses de tratamento, a RRAE foi de 0,77 mm na média (representando 4,5% do comprimento inicial da raíz) e 1,67 mm na média, aos 12 meses (9,8% da raíz inicial). Já para os incisivos laterais superiores, após 6 meses de tratamento, a RRAE foi de 0,88 mm na média (5,6% do comprimento inicial da raíz) e 1,79 mm na média, aos 12 meses (11,5% da raiz inicial). Tanto para as mensurações dos incisivos centrais quanto dos laterais superiores, os pacientes que tiveram os pré-molares extraídos apresentaram mais reabsorções. Indivíduos do sexo feminino tiveram mais reabsorções aos 12 meses, porém apenas para os incisivos laterais, a diferença entre os sexos foi significante. Diferentes técnicas ortodônticas utilizadas não determinaram diferenças significativas nos resultados. Os autores concluíram que boa parte dos indivíduos da amostra tiveram RRAE maior que 1 mm aos 12 meses de proservação, considerado por eles como parâmetro clinicamente significante. Sendo assim, os autores finalizaram dizendo que profissionais devem ter cautela e fazer sempre o acompanhamento radiográfico padronizado dos incisivos centrais e laterais superiores na terapia ortodôntica.

Abass e Hartsfield (2007) conduziram um estudo detalhado envolvendo diversos aspectos da Reabsorção Radicular Apical Externa (RRAE). Inicialmente afirmaram que a RRAE consiste em uma complicação clínica comum do tratamento ortodôntico, sendo que em

média, de 1 a 2 milímetros dos ápices radiculares dos incisivos centrais superiores são reabsorvidos na terapia ortodôntica, sem que haja nenhum efeito na funcionalidade. Os odontoclastos foram mencionados como células multinucleadas responsáveis pela reabsorção dos tecidos duros dentários, estas células são morfológica e funcionalmente similares aos osteoclastos e agem diretamente no processo da RRAE. Sobre os fatores de risco da RRAE, embora diversas causas relacionadas aos indivíduos e ao tratamento influenciam no desenvolvimento do processo patológico, estes fatores não poderiam explicar a susceptibilidade aumentada da RRAE em determinados indivíduos. Neste contexto, pesquisas mostraram que as variações individuais ocorrem tanto com relação à extensão quanto com a profundidade das reabsorções radiculares. Os autores apresentaram pesquisas que mostraram menor predisposição à RRAE nos pacientes asiáticos comparado com pacientes brancos ou de origem hispânica. Além disso, fatores genéticos relacionados com as proteínas que atuam na reabsorção e reparação do cemento, durante a aplicação da força ortodôntica, vêm sendo atribuídos como importantes fatores de causa individual. Em relação à utilização de agentes farmacológicos com vistas a impedir ou diminuir a RRAE, o estudo enumerou uma série de substâncias testadas em ratos com resultados controversos e ainda pouco comprovados, como por exemplo, os bifosfonatos, corticosteróides e inibidores da ciclooxigenase-2. Sobre o processo de reparo das reabsorções radiculares, o estudo citou pesquisas mostrando que áreas reabsorvidas são reparadas pelo depósito de cemento, seguido pelo restabelecimento do ligamento periodontal. Entretanto, se as reabsorções excederem a capacidade reparativa do ápice radicular, a raiz vai sendo gradativamente encurtada. Nas considerações finais do estudo, os autores sugeriram como medida preventiva, o acompanhamento radiográfico antes, durante e após o tratamento ortodôntico e, caso sejam constatadas as reabsorções, o tratamento deve ser imediatamente paralisado por um período de 3 a 4 meses.

Consolaro e Consolaro (2008) comentando sobre a influência genética nas reabsorções radiculares, afirmaram que a reabsorção dentária para acontecer, deve começar o processo eliminando-se a camada de cementoblastos da superfície radicular, expondo a parte mineralizada. Se os cementoblastos vizinhos não repuserem a camada perdida, células ósseas podem ser atraídas e mobilizadas para ocorrer a reabsorção radicular. Inúmeros mediadores são liberados no ligamento periodontal durante a movimentação ortodôntica. As células para sintetizarem e liberarem os mediadores lêem um gene de um dos cromossomos; logo é um evento genético, mas isto não dá conotação hereditária ao efeito. A maior ou menor produção de um destes mediadores na movimentação dentária está relacionada com maior estímulo nas células periodontais, promovido pelo estresse e inflamação em função das forças aplicadas.

Pandis et al. (2008) realizaram estudo com objetivo de investigar comparativamente a quantidade de reabsorção radicular apical externa, entre a técnica de braquetes auto-ligados do tipo passivo e a técnica do arco de canto (edgewise) convencional. A amostra consistiu de 96 indivíduos, selecionados de acordo com os seguintes critérios de inclusão: ausência de reabsorção radicular apical no pré-tratamento, em radiografias panorâmicas; ausência de histórico de trauma; ausência de dilacerações apicais em incisivos laterais superiores, anodontias e caninos impactados; formação radicular completa no início do tratamento; incisivos superiores hígidos e sem cáries; incisivos sem tratamento endodôntico. A reabsorção apical externa dos incisivos centrais e laterais superiores foi avaliada em radiografias panorâmicas, realizadas antes e após tratamento ortodôntico e mensurada em milímetros. Comparações estatísticas da reabsorção apical externa entre tipo, idade, sexo, extração e duração do tratamento foram investigadas utilizando teste de regressão com uma ou mais variáveis. Como resultados, os autores não encontraram diferenças entre a quantidade de reabsorção apical externa

e os sistemas aplicados. Segundo os autores, fatores como idade, sexo e tratamento com exodontias não interferiram, mas foi observada relação positiva entre a reabsorção apical externa e a duração do tratamento. Concluíram que não houve diferença, para a reabsorção radicular, entre as técnicas de braquetes auto-ligados do tipo passivo e a técnica do arco de canto convencional.

Marques et al., em 2010, conduziram um estudo que objetivou avaliar a prevalência de reabsorções radiculares severas (consideradas como envolvendo mais de 1/3 da raíz do dente) e possíveis fatores associados, em uma amostra de indivíduos submetidos a tratamento ortodôntico pelo método Edgewise. Exames radiográficos periapicais pré e pós tratamento de 1049 indivíduos com idade inicial média de 12 anos e tratados ortodonticamente pelo método edgewise, foram avaliados e a seguinte classificação foi considerada: 0-nenhuma reabsorção; 1-contorno radicular irregular; 2-reabsorção apical menor que 2 mm; 3-reabsorção apical de 2 mm a 1/3 do comprimento original da raíz e 4 (considerada a reabsorção radicular severa)-reabsorção excedendo um terço da raíz original. Indivíduos com ao menos 1 dente com classificação 4, foram considerados como tendo reabsorção radicular severa. Nos resultados, 152 indivíduos apresentaram presença de reabsorção radicular severa (14,5%) e a análise de regressão logística múltipla mostrou que indivíduos tratados com extrações dos primeiros pré-molares, apresentando raízes com formato triangular no início do tratamento e com reabsorções radiculares já no período pré-tratamento, tiveram chances bem maiores de desenvolver reabsorções severas durante o tratamento. Os autores finalizaram a pesquisa salientando a homogeneidade e amplitude da amostra utilizada e afirmando que os resultados compactuam com aqueles mostrados pela literatura previamente.

Motokawa et al., em 2011, pesquisaram a associação entre as reabsorções radiculares, decorrentes de terapias ortodônticas,

com diversos fatores associados ao tratamento. Prontuários de 243 indivíduos do sexo masculino e do feminino, com tratamentos ortodônticos finalizados, foram aleatoriamente selecionados e 6421 dentes (de incisivos a segundos molares, na maxila e na mandíbula) foram avaliados por exames radiográficos periapicais adquiridos pela técnica do paralelismo, antes e imediatamente após o tratamento. Diferentes grupos foram separados para serem comparados quanto à severidade das reabsorções radiculares: indivíduos submetidos ou não a extrações dentárias, submetidos ou não a procedimentos cirúrgicos, diferentes tempos de tratamento com fio edgewise (0, 1-6 meses e mais de 6 meses), diferentes tempos de uso dos elásticos (0-6 meses e mais de 6 meses) e diferentes tempos do tratamento total (até 30 meses e mais de 30 meses). O grau de reabsorção radicular foi avaliado baseado em 5 diferentes escores (definido por Malmgren et al., 1982): 0=reabsorção ausente, 1=contorno radicular irregular, 2=reabsorção apical menor que 2mm, 3= reabsorção apical de 2mm a 1/3 da raíz original e 4=reabsorção radicular maior que 1/3 da raíz original. Foram estatisticamente significantes ($p<0,05$) os seguintes resultados: indivíduos submetidos às extrações dentárias tiveram maior prevalência de reabsorções radiculares severas (consideradas aquelas de scores 3 e 4). Indivíduos com mais de 6 meses de utilização do fio Edgewise também tiveram quantidade significantemente maior de reabsorções severas. Da mesma forma, indivíduos com mais de 6 meses de uso dos elásticos durante os tratamentos, tiveram mais reabsorções radiculares severas. E analisando o tempo total de tratamento, indivíduos tratados por mais de 30 meses, tiveram mais reabsorções radiculares severas. Os autores concluíram que tratamentos ortodônticos com maior duração aumentam a propensão às reabsorções radiculares severas, assim como terapias ortodônticas que utilizam extrações dentárias.

2.2 Registro de imagens radiográficas *a posteriori*

De acordo com Jeffcoat et al. (1984), a fim de se utilizar rotineiramente radiografias não padronizadas para medidas de perda óssea alveolar, é desejável a capacidade de comparar qualquer radiografia a uma radiografia de referência pela “flexão” matemática da segunda radiografia para seu alinhamento à radiografia de referência. Assim, em 1984, os autores apresentaram um procedimento matemático que permitia que características anatômicas de radiografias não padronizadas fossem transformadas de acordo com a radiografia de referência. Essa transformação permitia medidas diretas e comparações da perda óssea alveolar entre radiografias seqüenciais. Por utilizar pontos anatômicos como referência, nenhum dispositivo de fixação ou posicionamento era necessário. Os cálculos eram facilmente realizados com um calculador ou um pequeno computador. 3 pontos anatômicos foram definidos em 44 pares de radiografias (referência e subseqüente) não padronizadas. Essas coordenadas foram utilizadas para computar uma matriz de transformação que distorcia matematicamente a radiografia subseqüente para seu alinhamento à radiografia de referência. Comparações de medidas de perda óssea em pares de radiografias revelaram erro médio de 0,55 mm. Esse erro foi significantemente reduzido para 0,15 mm quando as medidas na radiografia referência foram comparadas às medidas das imagens transformadas. Esses dados indicaram que o método de transformação pode ser de grande valor na comparação de radiografias não padronizadas. A aplicação desse método em radiografias bem anguladas, porém, não padronizadas pode permitir a análise digital ou por subtração digital.

Smale et al. (2005) realizaram estudo para determinar a prevalência de reabsorção radicular apical durante estágios iniciais da fase ativa do tratamento ortodôntico e testar a hipótese de que a

capacidade de se predizer qual paciente tem risco de reabsorção inicial severa é baixa. Foram avaliados 290 indivíduos com idades entre 10,1 e 57,1 anos no início do tratamento. Três radiografias periapicais dos incisivos superiores foram realizadas antes do tratamento (T1) e aproximadamente seis meses após a instalação do aparelho (T2): uma com o feixe de raios X central incidindo entre os dois incisivos centrais e duas com o feixe incidindo no centro de cada incisivo lateral. As radiografias foram digitalizadas e diferenças de projeção geométrica, densidade e contraste entre as imagens de T1 e T2 foram corrigidas por meio do programa Emago/Advanced (*Oral Diagnostic System, Amsterdam, The Netherlands*). A qualidade da reconstrução foi verificada pela subtração das imagens reconstruídas e de referência, sendo considerada bem-sucedida quando mínimo de estruturas pudesse ser discernido. As radiografias iniciais foram avaliadas em ordem aleatória, e a raízes classificadas subjetivamente em normal, romba, desgastada, pontiaguda, dilacerada ou em forma de garrafa. Então, cada par de radiografias (T1 e T2) foi avaliado simultaneamente. Sinais de reabsorção radicular foram classificados com base numa escala de 0 a 5. O comprimento do dente foi obtido pela distância entre o ápice radicular e o ponto médio na borda incisal ou um ponto na junção cemento-esmalte ou no braquete, caso a borda incisal não aparecesse na radiografia. As avaliações e as medidas foram repetidas num intervalo de pelo menos uma semana. De acordo com os autores, reabsorções radiculares podem ser detectadas mesmo em estágios precoces do tratamento ortodôntico. Cerca de 4,1 % dos pacientes tiveram, em média, reabsorção de pelo menos 1,5 mm dos quatro incisivos superiores, e cerca de 15,5 % tiveram um incisivo superior ou mais com reabsorção de pelo menos 2,0 mm, de 3 a 9 meses após o início da terapia com aparelho fixo. Embora os dentes com raízes longas, estreitas, curvadas sejam fatores de risco para reabsorção durante estágios iniciais do tratamento, sua relação é menor que 25 %.

Ärtun et al. (2005) estudaram a prevalência e a relação das reabsorções radiculares externas observadas dentro de um período de 12 meses e testaram a hipótese que existe associação entre a quantidade de reabsorção durante um primeiro e segundo períodos de observação. Avaliaram radiografias periapicais padronizadas dos incisivos superiores, realizadas antes do tratamento (T1), cerca de 6 meses e 12 meses após a instalação de braquetes (T2 e T3), de 247 pacientes com idades entre 10,1 e 57,1 anos em T1. As radiografias foram digitalizadas, e, por meio de um programa Emago (*Oral Diagnostic System, Amsterdam, The Netherlands*), diferenças de projeção entre as imagens foram corrigidas, podendo assim, desconsiderar-se o fator distorção radiográfica. A qualidade das reconstruções foi checada pela subtração das imagens reconstruída e de referência. Todas as imagens foram mensuradas em ordem aleatória com o auxílio do próprio programa, da ponta do ápice radicular até o ponto médio da borda incisal. Cerca de 5 % dos pacientes apresentou em média 2 mm ou mais de reabsorção dos incisivos superiores, e quase 8 % tiveram um ou mais incisivo com reabsorção de 3 mm ou mais, 12 meses após o início do tratamento ortodôntico fixo. Concluíram que a reabsorção radicular pode ser detectada em estágios iniciais do tratamento ortodôntico. Sua baixa correlação com fatores de risco, como morfologia dentária e parâmetros de tratamento, combinada à forte associação com a quantidade de reabsorção durante o primeiro e segundo período de tratamento sugere a predisposição individual como principal fator etiológico, sendo que indivíduos com risco de reabsorção severa podem ser identificados precocemente.

Dotto (2005) avaliou a viabilidade de se fazer o registro a posteriori de imagens radiográficas periapicais, pela marcação automática de múltiplos pontos controle utilizando um programa para registro de imagens de satélite; comparou o desvio-padrão dos níveis de cinza das imagens subtraídas obtidas com e sem a aplicação prévia do registro de

imagens a posteriori. O autor utilizou seis mandíbulas humanas maceradas, aparelho radiográfico com corrente continua, sistema de radiografia digital RVG-ui e os programas: Image Tool v.1.27 e Regeemy v.0.2.41. As subtrações das imagens finais sobre inicial foram executadas com e sem a aplicação do registro de imagens a posteriori, no programa Regeemy. Observou nos resultados um menor desvio-padrão para as imagens obtidas após a execução do registro de imagens a posteriori da imagem final ($p<0,05$). Após os resultados o autor concluiu que é possível realizar o registro a posteriori de radiografias periapicais mediante a marcação automática de múltiplos pontos controle. A técnica de subtração mostrou melhores resultados quando utilizado um registro de imagens a posteriori.

Soares (2008) realizou um estudo comparativo por meio da subtração radiográfica digital (SRD), para avaliar qual programa de computador faz o melhor registro de imagem radiográfica *a posteriori. F*oi utilizada uma amostra de 294 radiografias periapicais digitais diretas, de 49 dentes de mandíbulas maceradas, das regiões de incisivos centrais, laterais, caninos e pré-molares. Os dentes foram radiografados com 6 diferentes angulações dos feixes de raios X, sendo: 0º de ângulo horizontal com 0º, 10º e 20º de ângulo vertical, e 10º de ângulo horizontal com 0º, 10º e 20º de ângulo vertical. As imagens radiográficas foram inseridas nos programas para SRD para serem procedidos os registros *a posteriori*. Em seguida as SRD foram feitas no programa *Image Tool* versão 1.27. A qualidade do registro das imagens foi avaliada de forma objetiva, por meio dos valores das médias e do desvio-padrão (DP) dos níveis de cinza das imagens subtraídas, para isso foi utilizado o programa *Adobe Photoshop* versão 7.0. A comparação dos valores do ruído das imagens subtraídas foi realizada pelo teste *t* pareado com nível de significância de 5% para testar a hipótese H_0 de que as médias dos valores de desvio-padrão dos níveis de cinza do total da amostra nos 2 programas eram iguais entre si. Houve diferença estatisticamente

significante entre os 2 programas para todas as variações de ângulos de projeção estudadas, com valores maiores no DP quando se utilizou o programa EMAGO® (14,28), enquanto que no Regeemy o DP foi (5,05) considerado como ruído básico. Baseado no DP do histograma dos níveis de cinza como parâmetro para o ruído na imagem, imagens registradas pelo programa Regeemy apresentaram subtração com menos ruídos que as imagens obtidas pelo programa EMAGO.

Ärtun et. al. (2009) testaram o valor preditivo que as reabsorções radiculares presenciadas aos 6 e 12 meses após a colocação dos braquetes ortodônticos, podem determinar ao final do tratamento. A amostra consistiu de 267 indivíduos tratados ortodonticamente, os quais foram submetidos a três exames radiográficos periapicais com a técnica do paralelismo, sendo o primeiro direcionando os raios-X centrais entre os dentes 11 e 21, e outros dois exames, incidindo os raios-X diretamente nos dentes 12 e 22, respectivamente. Os exames eram realizados antes do início do tratamento (T1); aos 6 (T2) e 12 meses (T3) pós colocação dos braquetes nos incisivos; e aproximadamente aos 24 meses, no final do tratamento (T4). As radiografias periapicais foram digitalizadas utilizando um escaner (Scanjet 5470c HP) com resolução de 300 dpi e avaliadas nos 4 tempos distintos (T1, T2, T3 e T4). A melhor radiografia T2 ou T3 de cada indivíduo foi selecionada como exame de referência, e a partir daí, todas as demais imagens foram reconstruídas de acordo com a imagem referência, para corrigir as diferenças na projeção e ampliação. Esta técnica foi realizada aos pares, pela sobreposição de 4 pontos anatômicos idênticos, destes, 2 o mais incisalmente e 2 o mais apicalmente possível, por meio da utilização do *software* Emago/Advanced (*version 2.20, SODS, Amsterdam, The Netherlands*). A qualidade das reconstruções foi confirmada pela subtração da imagem reconstruída com a imagem de referência. Nos resultados do trabalho, foi encontrada associação entre a quantidade de reabsorção radicular ortodôntica inicial e pós tratamento,

sendo o valor de r^2 variando de 0,61 a 0,76 aos 6 meses e de 0,77 a 0,88 aos 12 meses após a colocação dos braquetes versus a reabsorção no final do tratamento. Também foi encontrado que o risco de reabsorção severa no final do tratamento, definida como pelo menos 1 incisivo com mais de 5 mm de reabsorção, foi mínimo, considerando a grande quantidade de indivíduos com nenhum incisivo apresentando mais do que 1 mm de reabsorção após 6 meses e mais do que 2 mm após 12 meses de tratamento. No final do trabalho, os autores concluíram que a hipótese de se associar a magnitude das reabsorções radiculares em estágios iniciais (T1, T2 e T3), foi confirmada.

Ono et al. (2011) avaliou a eficiência de um programa de computador, que executa o registro das imagens e a subtração radiográfica digital (SRD), no diagnóstico da reabsorção radicular externa simulada, comparado à radiografia digital, além da concordância intra e interexaminadores nos 2 métodos de diagnóstico. A amostra consistiu de 49 dentes com reabsorções de diferentes dimensões, simuladas na região apical e lingual, os dentes foram radiografados com variação de ângulos de projeção. As radiografias foram registradas *a posteriori* pelo programa Regeemy® e subtraídas pelo programa Image Tool®. Para avaliação do desempenho dos métodos de diagnóstico, pares de radiografias periapicais e imagens subtraídas foram apresentadas a 3 radiologistas. De acordo com os resultados, o ruído das imagens subtraídas de radiografias após variações de 10º e 20º do ângulo vertical e 10º horizontal e, corrigidas *a posteriori*, foi significantemente maior que das imagens subtraídas de radiografias padrão, independente da região radiografada. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os métodos na detecção de reabsorções apicais, independentemente do tamanho da lesão, assim como não houve diferença entre os métodos na detecção de reabsorções linguais de 1,2 mm ou mais. A SRD foi significantemente superior à radiografia digital para detecção de lesões linguais de cerca de 1 mm. Cavidades na superfície lingual de cerca de

0,5 mm não foram detectadas com precisão por nenhum dos métodos. A concordância intra e interexaminadores na interpretação das reabsorções foi substancial ou quase perfeita em ambos os métodos, sendo maior quando se utilizava a SRD.

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo deste estudo foi comparar, de forma quantitativa, a reabsorção radicular apical externa de incisivos centrais superiores submetidos à movimentação ortodôntica, os grupos sem e com exodontia de pré-molares superiores, por meio de radiografias periapicais digitalizadas e com registro *a posteriori,* obtidas no início e no final do tratamento ortodôntico.

Correlacionar a reabsorção radicular apical externa com os seguintes fatores predisponentes:

a) idade do indivíduo;
b) posição horizontal e inclinação dos incisivos centrais superiores no início e no final do tratamento ortodôntico, indicada pelas medidas cefalométricas 1.NA e 1-NA;
c) duração do tratamento ortodôntico.

4 MATERIAL E MÉTODO

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos, da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista (UNESP), sob protocolo número 041/2009 - PH/CEP (Anexo A).

4.1 Seleção da amostra

Este estudo retrospectivo por amostragem de conveniência, foi realizado a partir de uma amostra de 300 prontuários clínicos pertencente ao Curso de Especialização em Ortodontia e Ortopedia Facial da Escola de Aperfeiçoamento Profissional, da Associação Brasileira de Odontologia - Regional Ponta Grossa – Paraná, período de 1998 a 2008 (Anexo B). Foram selecionados prontuários clínicos de indivíduos submetidos a tratamento ortodôntico sem e com extrações dos primeiros pré-molares superiores.

Foram pré-selecionadas por avaliação visual, as radiografias periapicais dos incisivos centrais superiores de cada indivíduo, obtidas em dois momentos: antes do tratamento ortodôntico (pré-tratamento) e após o tratamento ortodôntico (pós-tratamento). Todas as radiografias periapicais foram obtidas pela técnica do paralelismo modificada, com aparelho de raios X periapical Heliodent 70 da Siemens, operando com 70 kVp e 7mA.

As radiografias periapicais pré-selecionadas foram digitalizadas por meio de escaner com adaptador de transparência (HP

Scanjet G4050, Palo Alto, Calif, USA), com resolução de 300 dpi, em uma escala de 1:1, em tons de cinza (Figura 1) e salvas no formato TIFF (*Tagged Image File Format*) sem compressão.

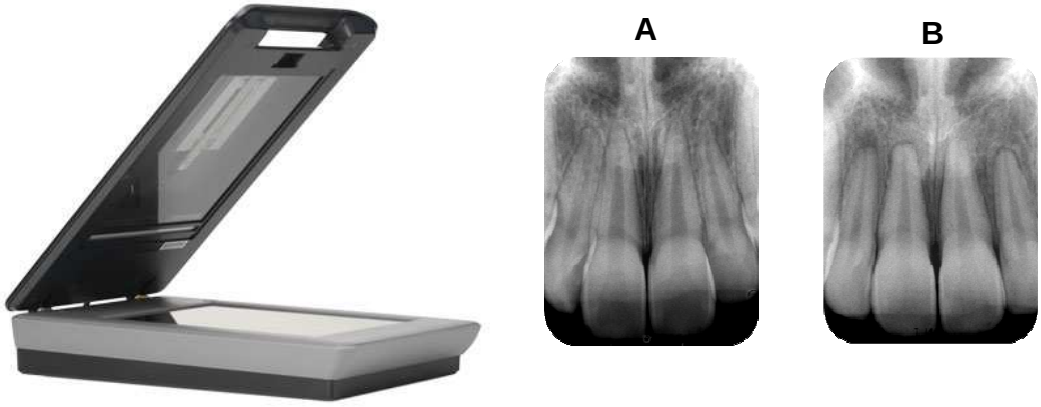


Figura 1 – Escaner HP Scanjet G4050. a) radiografia periapical escaneada, pré-tratamento ortodôntico; b) radiografia periapical escaneada, pós-tratamento ortodôntico.

Para reduzir a variabilidade da amostra, os casos pré-selecionados tiveram que preencher os seguintes critérios de inclusão:

a) todas as radiografias foram realizadas na mesma Clínica de Radiologia, pela técnica do paralelismo modificada;
b) a técnica de tratamento ortodôntico utilizada foi a Edgewise Contemporânea;
c) os dentes incisivos centrais superiores estavam presentes, sem evidência ou história de trauma;
d) não houve alteração na porção incisal da coroa dos incisivos (desgastes ou fraturas) durante o tratamento ortodôntico.

Foram excluídos:

a) radiografias com distorção: encurtamento ou alongamento da imagem, posicionamento incorreto do filme;
b) radiografias com processamento inadequado;
c) casos com intrusão dentária na fase de nivelamento e alinhamento;
d) os dentes incisivos centrais superiores com má formação, rizogênese incompleta, anodontias, impactados, supranumerários, lesão periapical e tratamento endodôntico.

4.2 Registro *a posteriori*

As imagens digitalizadas foram inseridas no programa Regeemy – Image Registration and Mosaicking v.0.2.43-RCB *(DPI-INPE, São José dos Campos, SP, Brazil, http://regima.dpi.inpe.br/download.html)* que permite registro *a posteriori,* ou correção dos erros de projeção geométricos e de diferenças de contraste entre duas radiografias. Foram consideradas como imagem 1, aquelas obtidas no pré-tratamento ortodôntico, as quais foram utilizadas como imagens de referência e, como imagem 2, aquelas obtidas no pós-tratamento ortodôntico. A seleção dos pontos de controle foi realizada de forma manual, posicionando-os em estruturas anatômicas comuns às duas imagens radiográficas. Esses pontos de controle servem como coordenadas a partir das quais o programa alinha o par de imagens e reconstrói a segunda imagem de acordo com a projeção da imagem de referência (Figuras 2 e 3).

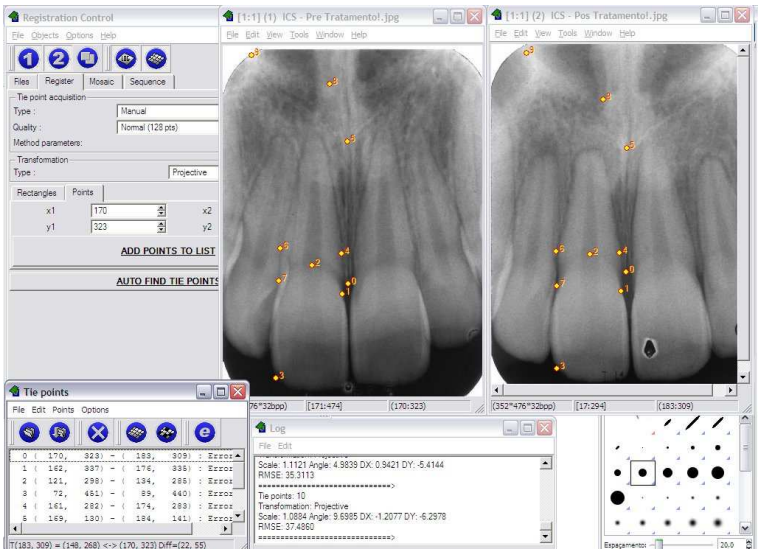


Figura 2 – Seleção dos pontos de controle nas imagens radiográficas pré e pós-tratamento ortodôntico

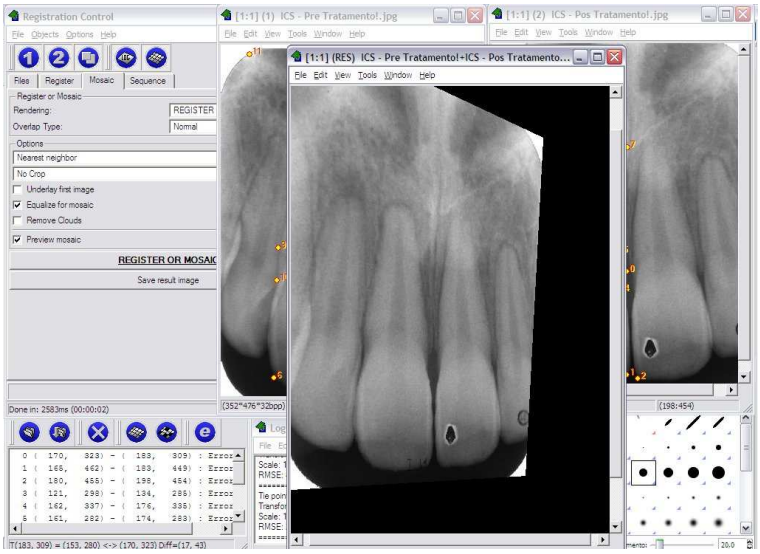


Figura 3 – Imagem registrada resultante do alinhamento das imagens pré e pós tratamento ortodôntico

Com o intuito de checar a qualidade da reconstrução da segunda imagem (pós-tratamento), foi realizada a subtração digital desta com a imagem de referência, para, visualmente, verificar se a quantidade de ruído estrutural estava dentro dos limites aceitáveis, o que indica que o registro *a posteriori* da segunda imagem foi bem sucedido (Figura 4).

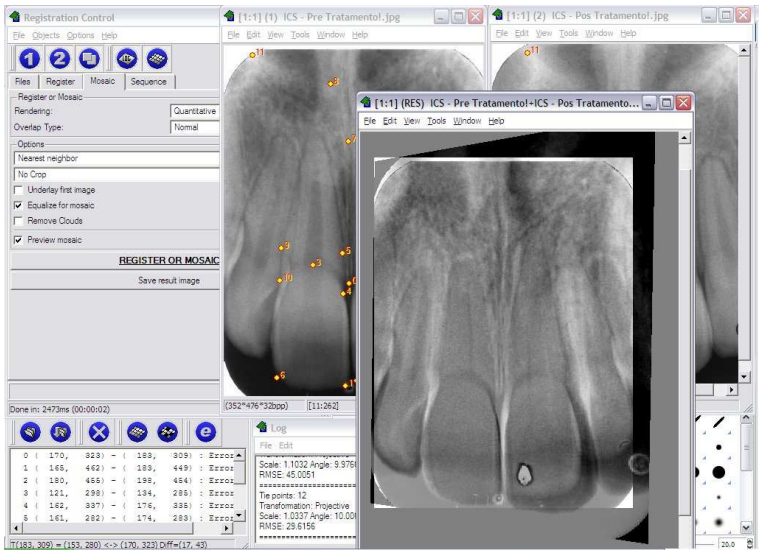


Figura 4 – Subtração radiográfica das imagens registrada e de referência

Os prontuários clínicos dos indivíduos cujas imagens dos incisivos centrais superiores, pré e pós-tratamento ortodôntico, apresentaram distorção excessiva que impossibilitou o registro *a posteriori,* foram excluídos da amostra.

4.3 Mensuração dos dentes

Para a avaliação da reabsorção radicular apical externa utilizamos a seguinte metodologia: inicialmente as imagens radiográficas referência (pré-tratamento) e a versão registrada (pós-tratamento) foram medidas no programa UTHSCSA Image Tool (*University of Texas Health Science Center at San Antonio; ftp://maxrad6.uthscsa.edu*), no qual pôde-se utilizar todas as ferramentas do *software*, como: lupa de aumento, zoom, brilho, contraste, pseudo 3D e inversão. Após, com a ferramenta régua, inerente deste *software,* foi realizada a mensuração do comprimento do longo eixo dos incisivos centrais superiores.

O comprimento do longo eixo dos dentes correspondeu à

distância medida do ápice radicular ao centro mésio-distal da borda incisal, seguindo o eixo central do dente. Assim, nos casos de dilaceração ou curvaturas da raiz no sentido mesial ou distal, estas foram incluídas na medição, pois o *software* Image Tool permite que se façam medidas de segmentos curvos.

Foram mensurados o comprimento inicial dos dentes 11 e 21, que correspondeu a radiografia de início do tratamento ortodôntico e o comprimento final dos dentes 11 e 21, que correspondeu a radiografia na versão registrada. A diferença no comprimento dos dentes é que forneceu a quantidade de reabsorção radicular apical externa, em pixels, a qual foi convertida em porcentagem (Figura 5).

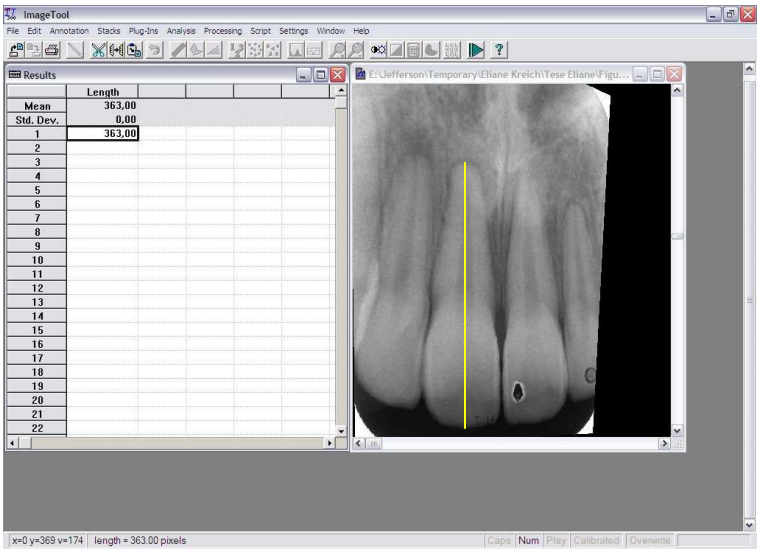


Figura 5 - Radiografia registrada – medidas obtidas em “pixels”

4.4 Coleta de Dados Clínicos

Foram coletadas nos prontuários clínicos dos participantes da amostra, as seguintes informações:

a) idade do indivíduo, em anos;

b) posição dos dentes incisivos centrais superiores no início e no final do tratamento, indicada pelas medidas cefalométricas 1.NA, em graus e 1-NA, em milímetros;
c) duração do tratamento ortodôntico, em meses.

4.5 Análise Estatística

O teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov apontou que algumas variáveis não seguiam a distribuição normal ao nível de significância de 95%. Portanto, optou-se por testes estatísticos não-paramétricos para a análise das variáveis deste estudo.

Para as comparações pré e pós tratamento das variáveis, utilizou-se o teste de Wilcoxon, com nível de significância de 95%.

Para comparar a porcentagem de perda radicular entre os dentes 11 e 21 de cada grupo, empregou-se o teste Mann-Whitney U, também ao nível de significância de 95%. Este mesmo teste foi empregado para comparar cada variável entre os grupos tratados com e sem exodontia dos pré-molares.

As correlações entre as variáveis e a média de perda radicular foram analisadas pelo teste de correlação de Spearman.

5 RESULTADOS

Da amostra inicial de 300 prontuários clínicos, foram pré-selecionados 100, destes, 56 eram de indivíduos submetidos a tratamento ortodôntico sem exodontia e 44 de indivíduos submetidos a tratamento ortodôntico com exodontia, os quais preencheram os critérios de inclusão e de exclusão da seleção da amostra.

Após o registro *a posteriori,* foram excluídos 14 prontuários clínicos do grupo tratado sem exodontia e 07 do grupo tratado com exodontia, em razão da impossibilidade de se registrar as imagens devido as diferenças excessivas de ângulos horizontal e vertical entre as imagens pré e pós-tratamento ortodôntico.

Os grupos tratados sem e com exodontia, ficaram constituídos de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 – Quantidade de indivíduos na amostra total (*n* total), quantidade de indivíduos do sexo masculino (*n* masculino) e quantidade de indivíduos do sexo feminino (*n* feminino); mínimo, média, desvio-padrão (DP) e máximo para a idade (anos) - grupos tratados sem e com exodontia dos pré-molares superiores

	Sem Exo	Com Exo
n Total	42	37
n Masc	10	12
n Fem	32	25
Mínimo	10,00	10,08
Média	13,69	13,72
DP	2,38	1,92
Máximo	19,75	18,08

As tabelas 2 e 3 mostram a média, desvio-padrão e p-valores para as comparações das variáveis 1.NA, 1-NA, comprimento do dente 11 e comprimento do dente 21 no início e ao término do tratamento ortodôntico ativo para os grupos tratados respectivamente sem e com exodontia dos pré-molares superiores.

Tabela 2 - Média, desvio-padrão e comparações das variáveis 1.NA, 1-NA, Comprimento 11 (Compr. 11) e Comprimento 21 (Compr. 21) pré e pós tratamento – grupo tratado sem exodontia

	1.NA		1-NA		Compr. 11		Compr. 21	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Média	21,13	24,86	4,92	5,96	293,14	280,82	291,57	279,32
DP	7,26	6,08	2,00	2,30	25,85	27,99	26,65	29,36
P-valor$_{(pré=pós)}$*	0,00		0,00		0,00		0,00	

*α=0,05
Teste estatístico: Wilcoxon

Tabela 3 – Média, desvio-padrão e comparações das variáveis 1.NA, 1-NA, Comprimento 11 (Compr. 11) e Comprimento 21 (Compr. 21) pré e pós tratamento – grupo tratado com exodontia

	1.NA		1-NA		Compr. 11		Compr. 21	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Média	26,35	19,09	6,80	3,86	313,95	294,41	314,73	296,24
DP	5,71	5,17	2,50	1,49	31,55	35,51	29,61	30,87
P-valor$_{(pré=pós)}$*	0,00		0,00		0,00		0,00	

*α=0,05
Teste estatístico: Wilcoxon

A tabela 4 mostra a média e o desvio-padrão da porcentagem de perda radicular dos dentes 11 e 21 após o tratamento ortodôntico, nos grupos tratados sem e com exodontia dos pré-molares.

Tabela 4 - Média, desvio-padrão e comparação entre a porcentagem de perda radicular após o tratamento ortodôntico entre os dentes 11 e 21 nos grupos tratados com e sem exodontia dos pré-molares

	% Perda Sem exo		% Perda Com exo	
	11	21	11	21
Média	4,26	4,28	6,34	5,84
DP	3,11	2,39	4,64	5,04
P-valor$_{(11=21)}$*	0,87		0,40	

*α=0,05
Teste estatístico: Wilcoxon

Como não se observou diferenças estatisticamente significantes na perda radicular entre os dentes 11 e 21 em ambos os grupos (Tabela 4), calculou-se a média da perda entre esses dentes em cada grupo, para compará-la com as demais variáveis (Tabelas 5 e 6).

Tabela 5 – Índices de correlações entre as variáveis estudadas e a média da perda de comprimento radicular entre dentes 11 e 21 no grupo tratado sem exodontia

	Média perda 11-21	Idade	Duração tratamento	Dif 1.NA pré-pós	Dif 1-NA pré-pós
Média	4,28	13,69	23,76	3,73	1,05
DP	2,39	2,38	5,25	7,02	2,14
Rho		-0,12	0,02	0,28	0,10
P-valor		0,44	0,90	0,07	0,52

*α=0,05
Teste estatístico: Spearman

Tabela 6 – Índices de correlações entre as variáveis estudadas e a média da perda de comprimento radicular entre dentes 11 e 21 no grupo tratado com exodontia

	Média perda 11-21	Idade	Duração tratamento	Dif 1.NA pré-pós	Dif 1-NA pré-pós
Média	6,09	13,72	27,76	7,26	2,93
DP	4,47	1,92	6,31	6,53	2,56
Rho		0,14	-0,07	0,26	0,45
P-valor		0,40	0,68	0,12	0,01

*α=0,05
Teste estatístico: Spearman

A Tabela 7 mostra a média e o desvio-padrão das variáveis Idade, Diferença 1.NA pré-pós, Dif. 1-NA pré-pós, Duração do tratamento, Dif. Comprimento dente 11 pré-pós e Dif. Comprimento dente 21 pré-pós dos grupos tratados com e sem exodontia dos pré-molares, assim como os p-valores das comparações destas variáveis entre os grupos.

Tabela 7- Média e desvio-padrão das variáveis e comparação das variáveis entre os grupos tratados com e sem exodontia dos pré-molares

	Idade		Dif 1.NA pré-pós		Dif 1-NA pré-pós		Duração tratamento		Dif comp 11 pré-pós		Dif comp 21 pré-pós	
	Sem exo	Com exo	Sem exo	Com exo	Sem exo	Com exo	Sem exo	Com exo	Sem exo	Com exo	Sem exo	Com exo
Média	13,69	13,72	3,73	7,26	1,05	2,93	23,76	27,76	4,26	6,34	4,29	5,84
DP	2,38	1,92	7,02	6,53	2,14	2,56	5,25	6,31	3,11	4,64	3,00	5,04
P-valor$_{(Sem\ exo = Com\ exo)}$*	0,58		0,03		0,00		0,01		0,02		0,34	

*α=0,05
Teste estatístico: Mann-Whitney U

6 DISCUSSÃO

Todos os dentes permanentes estão sujeitos a apresentar indícios microscópicos de reabsorção radicular clinicamente irrelevante e que não são detectáveis radiograficamente. A reabsorção radicular de dentes permanentes constitui uma provável consequência do tratamento ortodôntico e do movimento dentário ativo (Baumann, Tavares, 1988; Linge, Linge, 1991; Brezniak, Wasserstein, 1993b; Consolaro, 2005; Consolaro, Consolaro, 2008).

Para o diagnóstico das reabsorções radiculares externas, a técnica radiográfica periapical tem se mostrado superior a radiografia panorâmica. Esses dados foram comprovados pelo estudo de Sameshima e Asgarifar (2001), o qual mostrou que a imagem da radiografia panorâmica pode superestimar em 20% ou mais, a quantidade de perda radicular após a movimentação ortodôntica em comparação com a imagem da radiografia periapical. Por outro lado, Apajalahti e Peltola (2007), recomendam a radiografia panorâmica como método de escolha na avaliação das reabsorções radiculares na prática ortodôntica.

Segundo Larheim e Eggen (1979), a técnica periapical do paralelismo é a indicada no diagnóstico quantitativo da reabsorção radicular externa apical provocada pelo tratamento ortodôntico, para comparação entre as medidas do comprimento total do dente, antes e após a movimentação ortodôntica do mesmo.

Albuquerque (2006) em um trabalho in vitro, comparou a acurácia do método radiográfico periapical digital e do convencional pela técnica do paralelismo, na mensuração de pequenas reabsorções radiculares apicais simuladas. Constatou que tanto a radiografia digital, quanto a convencional, mostraram uma imagem ampliada do incisivo

superior, com aumento de 2,79% e 3,55% respectivamente, em relação ao tamanho real do dente.

A obtenção de uma imagem radiográfica periapical de qualidade é um princípio básico para aquisição de um diagnóstico mais apurado da reabsorção radicular externa. Porém, mesmo realizando radiografias com filme convencional com alto padrão de qualidade, este sistema radiográfico apresenta limitações no diagnóstico de lesões radiculares pequenas (Albuquerque, 2006).

Para avaliar a reabsorção radicular externa em indivíduos submetidos a tratamento ortodôntico, há a necessidade de se comparar e fazer mensurações em radiografias periapicais sequenciais, para isso o ideal é que as imagens tenham uma projeção geométrica a mais semelhante possível, para poder se detectar as alterações que ocorreram no decorrer do tratamento.

A radiografia periapical é falha nessa situação, devido às distorções geométricas inerentes à técnica, por mais perfeita que seja sua execução e também pela dificuldade de uma padronização precisa entre duas radiografias subsequentes realizadas em diferentes períodos de tempo. Isso faz com que seja impossível determinar se a medida do objeto na radiografia representa o tamanho real e também torna inadequada a comparação entre duas radiografias subsequentes. Além disso, a técnica periapical do paralelismo (Larheim, Eggen, 1979; Albuquerque, 2006), não garante distorções iguais entre duas radiografias subsequentes, daí a necessidade de um método de correção de imagens para tornar as duas radiografias (pré e pós tratamento ortodôntico) comparáveis, do ponto de vista tanto quantitativo quanto qualitativo.

Corroborando com essa idéia, Jeffcoat et al. (1984), afirmaram que ao se utilizar rotineiramente radiografias não padronizadas para medidas de perda óssea alveolar, é desejável a capacidade de comparar qualquer radiografia a uma radiografia de referência pela “flexão” matemática da segunda radiografia para seu alinhamento à

radiografia de referência. Assim, os autores apresentaram um procedimento matemático que permitia que características anatômicas de radiografias não padronizadas fossem transformadas de acordo com a radiografia de referência. Essa transformação permitia medidas diretas e comparações da perda óssea alveolar entre radiografias sequenciais, não padronizadas.

Este é um estudo retrospectivo, no qual a amostra consistiu de exames radiográficos realizados em épocas diferentes, com o objetivo de diagnóstico e planejamento ortodôntico (radiografias pré-tratamento) e avaliação final (radiografias pós-tratamento), não houve o devido cuidado na padronização das imagens, no momento das incidências radiográficas.

Neste estudo, com o objetivo de se tornar as duas radiografias periapicais pré e pós tratamento ortodôntico comparáveis, foi feito o registro *a posteriori*, para corrigir as diferenças de projeção geométrica (podendo-se assim desconsiderar o fator distorção radiográfica), densidade e contraste entre as duas imagens (Jeffcoat et al., 1984; Ärtun et al., 2005; Dotto, 2005; Smale et al., 2005; Soares, 2008; Ärtun et al., 2009; Ono et al., 2011), utilizando o programa Regeemy, o qual segundo Soares (2008) em uma comparação com o programa Emago, constatou que faz o melhor registro *a posteriori*, confirmado pela subtração radiográfica que apresentou imagens com menores níveis de ruído estrutural.

O registro de imagens *a posteriori* é utilizado para que duas radiografias feitas em tempos diferentes tenham uma projeção geométrica a mais semelhante possível.

A reconstrução digital ou registro *a posteriori* é feito por meio de marcação de pontos de controle posicionados em estruturas anatômicas comuns nas duas imagens radiográficas, esse procedimento é fundamental para se fazer o registro da imagem com perfeito alinhamento e minimizando as discrepâncias geométricas entre as

imagens radiográficas obtidas em tempos diferentes.

Até 2005 a principal dificuldade, ao se trabalhar com registro de imagens *a posteriori* era a indisponibilidade dos programas de computador existentes para esse fim, ou seja, os programas pertenciam apenas ao pesquisador ou instituição que os desenvolveu, ou então, eram economicamente caros para aquisição. Em 2005 surgiu o programa Regeemy® que fechou essa lacuna, por que é um programa de livre download (*http://regima.dpi.inpe.br/download.html*), mediante cadastro no DPI-INPE.

Esse programa é utilizado para sensoriamento remoto, registro de imagens de áreas geográficas feitas por satélite e muito utilizado para observar áreas de desmatamento.

Dotto (2005), em associação com a Coordenação Geral de Observação da Terra do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), verificou a viabilidade do registro *a posteriori* de imagens radiográficas odontológicas utilizando o Regeemy. Em sua pesquisa utilizou pares de radiografias obtidas com uso somente de posicionador para técnica periapical e destacou que a aplicação clínica da SRD deixava de ser impossível ou limitada, pois foi suprida uma carência em pesquisas por meio da SRD, já que agora é possível realizar correção ou registro geométrico das imagens, por meio de transformações tipo projetiva e marcação automática de múltiplos pontos controle.

Para a constituição da amostra do presente estudo, foram selecionados os incisivos centrais superiores, pois estes dentes têm sido considerados como os mais susceptíveis à reabsorção radicular externa decorrente da terapia ortodôntica (Goldson, Henrikson, 1975; Levander, Malmgren, 1988; Brezniak, Wasserstein, 1993a; Ärtun et al., 2005; Smale et al., 2005; Apajalahti, Peltola, 2007; Freitas et al., 2007; Mohandesan et al., 2007; Ärtun et al., 2009).

A amostra foi dividida em dois grupos, de indivíduos tratados sem exodontia dos pré-molares superiores e com exodontia dos

pré-molares superiores, a amostra foi homogênea com relação ao número de indivíduos, idade (média de 13.7 anos) e sexo, em ambos os grupos.

A amostra não foi subdividida pelas variáveis sexo, idade e nem pelo tipo de maloclusão de Angle, fatores considerados não significantes no desenvolvimento da reabsorção radicular externa, citado por Souza et al. (1999), em uma revisão de literatura. Além disso, para a variável sexo, houve um número pequeno de indivíduos do sexo masculino em relação ao feminino, em ambos os grupos estudados.

As radiografias selecionadas (100 indivíduos) foram digitalizadas e depois registradas (79 indivíduos), houve a exclusão de 21 indivíduos da amostra devido a limitação do método de registro *a posteriori.* Ono et al. (2011) comprovaram que variações de ângulo horizontal maior que 10º e ângulo vertical maior que 20º entre as duas imagens, já inviabilizam o registro *a posteriori.*

As medidas dos dentes nas imagens radiográficas referência (pré-tratamento) e na versão registrada (pós-tratamento) foram obtidas em pixels e convertidas em porcentagem. Optou-se por quantificar a perda radicular em porcentagem porque calculando-se em porcentagem, elimina-se a variável “unidade de medida”, já que é impossível saber se a medida radiográfica representa a medida real do dente.

Ärtun et al. (2005), Ärtun et al. (2009) também realizaram o registro *a posteriori* na amostra avaliada e critério quantitativo na mensuração dos dentes, obtiveram as medidas em pixels e as distâncias absolutas foram calculadas em milímetros, de acordo com a fórmula de um pixel = 0.085 mm (imagens com resolução de 300 dpi).

Contrariando o critério quantitativo em porcentagem ou milímetros na avaliação da reabsorção radicular externa, mas avaliando os graus de reabsorção radicular, pelos critérios subjetivos de Malmgren et al., 1982 (Smale et al., 2005; Freitas et al., 2007; Motokawa et al., 2011) e de Levander e Malmgren, 1988 (Santos et al., 2007; Marques et

al., 2010) que são visuais, não levam em consideração a possível influência da distorção das imagens no diagnóstico da reabsorção radicular. Por exemplo, uma radiografia subsequente que esteja encurtada em relação à radiografia inicial pode levar o examinador a afirmar que existe reabsorção onde não há ou que há reabsorção maior onde na realidade há menos reabsorção. O oposto também é verdadeiro, quando uma radiografia subsequente possui alongamento em relação à radiografia inicial, o examinador poderá dizer que existe menos reabsorção onde há uma quantidade maior de reabsorção.

Com relação aos fatores que predispõe à reabsorção radicular externa, pode-se observar que na comparação das médias das variáveis 1.NA, 1-NA, comprimento do dente 11 e comprimento do dente 21 pré e pós tratamento ortodôntico, verificou-se no grupo tratado sem exodontia dos pré-molares superiores, que tanto as medidas 1.NA quanto a 1-NA foram significantemente maiores ao término do tratamento ($p<0,05$), o que indica que houve inclinação vestibular e movimento de corpo para vestibular dos incisivos superiores, provavelmente em razão da necessidade de espaço para o alinhamento e nivelamento dos dentes. Observou-se ainda que o comprimento tanto do dente 11 quanto do 21 foi significantemente menor ao término do tratamento ($p<0,05$).

Já no grupo tratado com exodontia dos pré-molares, observou-se que tanto a medida 1.NA quanto a 1-NA foram significantemente menores ao término do tratamento ortodôntico ($p<0,05$), isto signfica que os incisivos sofreram, em média, inclinação lingual e movimento de corpo em direção lingual com o tratamento, provavelmente devido ao espaço gerado pela exodontia dos pré-molares, que invariavelmente causará retração do segmento anterior. Observou-se ainda que o comprimento tanto do dente 11 quanto do dente 21 estavam signficantemente menores ao término do tratamento ortodôntico ($p<0,05$).

Freitas et al. (2007) encontraram correlação estatisticamente significante entre o grau de reabsorção radicular e a

quantidade de correção do overjet e deslocamento horizontal do ápice do incisivo superior, somente nos grupos submetidos à extrações e comentaram que embora as reabsorções tenham sido bem mais severas nos grupos submetidos às extrações de pré-molares, elas foram classificadas como reabsorções radiculares com intensidade aceitável pós-tratamento ortodôntico.

Comparando-se a porcentagem de perda radicular entre os dentes 11 e 21 em cada grupo, após o tratamento ortodôntico, observou-se que não houve diferenças estatisticamente significantes tanto no grupo tratado sem exodontia quanto no grupo tratado com exodontia dos pré-molares ($p>0,05$).

Foram também analisadas as possíveis correlações entre as variáveis estudadas e a média da perda de comprimento radicular entre dentes 11 e 21 em ambos os grupos estudados. Não foram encontradas correlações estatisticamente significantes entre nenhuma das variáveis (idade, duração de tratamento, diferença 1.NA pré-pós, diferença 1-NA pré-pós) e a média da perda radicular em ambos os grupos, com exceção para a correlação entre a média da perda radicular e diferença 1-NA pré-pós do grupo tratado com exodontia, onde observou-se correlação estatisticamente significante positiva e moderada. Esta correlação ocorre devido ao fato de que proporcionalmente a mudança linear de 1-NA inicial para 1-NA final, nos casos de exodontias, é maior do que a mudança da medida 1.NA inicial para 1.NA final. A alteração de 1-NA foi de 43,24%, por outro lado, a alteração de 1.NA foi de apenas 27,55% durante o tratamento ortodôntico. A alteração de 1-NA foi maior proporcionalmente, o que provavelmente levou o resultado a ser estatisticamente significativo.

Freitas et al. (2007) também não encontraram correlação significante do tempo de tratamento com o grau de reabsorção radicular, entre os grupos tratados com e sem extração dos pré-molares.

Ao se comparar as médias das variáveis entre os grupos

tratados com e sem exodontia dos pré-molares, verificou-se que a variável Idade quanto a Dif. Comprimento dente 21 pré-pós não diferiram estatisticamente entre os grupos ($p>0,05$), embora esperava-se que esta última apresentasse perda radicular significantemente maior no grupo tratado com exodontia.

Já a duração do tratamento ortodôntico foi significantemente maior no grupo tratado com exodontia dos pré-molares ($p<0,05$). Normalmente, opta-se por remover pré-molares em tratamentos ortodônticos de más oclusões com maior severidade. Portanto, este resultado provavelmente ocorreu em razão da maior severidade da má-oclusão dos indivíduos deste grupo, o que acarretou no maior tempo necessário para o término o tratamento ortodôntico. Esta afirmação pode ser suportada ainda pela maior movimentação dos incisivos superiores no grupo tratado com exodontia, como pode-se verificar pela diferença estatisticamente significante entre os grupos para as variáveis Dif. 1.NA pré-pós e 1-NA pré-pos ($p<0,05$).

Souza et al. (1999), em uma revisão de literatura, constataram que grande parte dos autores pesquisados afirmaram que o fator tempo de tratamento ortodôntico, foi determinante no processo de reabsorção radicular. Motokawa et al. (2011), constataram que indivíduos em terapia ortodôntica por mais de 30 meses, apresentaram reabsorções radiculares severas e afirmaram que quanto maior a duração do tratamento, aumenta a propensão às reabsorções radiculares severas, assim como as terapias com extrações dentárias. Smale et al. (2005), Ärtun et al. (2005) e Ärtun et al. (2009), analisando reabsorções radiculares apicais de incisivos superiores aos 6, 12 e 24 meses de tratamento ortodôntico, comprovaram a hipótese de que a reabsorção radicular pode ser detectada em estágios iniciais da terapia ortodôntica e que indivíduos com risco de reabsorção severa podem ser identificados precocemente.

Concordando com essa comprovação, Mohandesan et al.

(2007), observaram que incisivos centrais superiores apresentaram após 6 meses de tratamento ortodôntico uma média de 4,5% de reabsorção radicular externa e após 12 meses, 9,8%, considerado como parâmetro clinicamente significante e as reabsorções foram maiores nos casos com extrações dos pré-molares. Os autores recomendaram aos profissionais, cautela e acompanhamento radiográfico padronizado em intervalos de tempo menores, o que ajudará a minimizar o risco de reabsorção severa durante o tratamento.

Verificou-se também que a perda radicular ao término do tratamento foi maior no grupo tratado com exodontia, apesar deste resultado ter sido estatisticamente significante somente para o Dente 11 ($p<0,05$). A maior reabsorção radicular dos incisivos superiores no grupo tratado com exodontia era esperada e pode ser explicada pela maior amplitude de movimentação destes dentes e pela maior duração do tratamento ortodôntico neste grupo.

Por fim, pode-se afirmar que a metodologia utilizada neste estudo, nos permitiu conferir e ratificar a eficácia do registro a posteriori na avaliação da reabsorção radicular decorrente de tratamento ortodôntico. A eficácia dessa ferramenta pode ser melhorada ainda mais se houver maiores cuidados com a padronização das radiografias inicial e final, evitando-se variações maiores de 20º de ângulo vertical e 10º de ângulo horizontal (Ono et al., 2011). Qualquer operador treinado é capaz de obter radiografias com esse grau de padronização utilizando somente os posicionadores radiográficos, sem necessidade de registro de mordida. Normalmente os estudos de reabsorção utilizam métodos de avaliação visual, e não consideram as diferenças de distorção geométrica entre as radiografias inicial e final, o que pode influenciar no diagnóstico. Sugerimos portanto, a padronização das radiografias e um método de correção de imagens, no caso, o registro a posteriori, pois imagens com a mesma distorção geométrica, podem ser comparadas e avaliadas.

7 CONCLUSÃO

De acordo com a metodologia utilizada neste estudo e dos resultados obtidos, pode-se concluir que:

a) observou-se reabsorção radicular apical externa dos incisivos centrais superiores em ambos os grupos, sendo maior no grupo tratado com exodontia dos pré-molares superiores;
b) não houve correlação entre os fatores Média perda 11-21, Idade, Duração do tratamento, Diferença 1.NA pré-pós e Diferença 1-NA pré-pós e o grau de reabsorção dentária, com exceção para o fator Diferença 1-NA pré-pós do grupo tratado com exodontia.

8 REFERÊNCIAS*

Abass SK, Hartsfield Jr JK. Orthodontics and external apical root resorption. Semin Orthod. 2007 Dec;13(4):246-56.

Albuquerque SR. Avaliação de imagens radiográficas digitais e convencionais no diagnóstico da reabsorção radicular externa [dissertação]. Belo Horizonte: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais - PUC Minas; 2006.

Almeida GA, Henriques JFC, Pinzan A. Reabsorção radicular: considerações preliminares e apresentação de um caso clínico. Rev Odontol USP. 1989 Jan/Mar;3(1):305-11.

Apajalahti S, Peltola JS. Apical root resorption after orthodontic treatment – a retrospective study. Eur J Orthodon. 2007; 29(4):408-12. doi:10.1093/ejo/cjm016.

Ärtun J, Smale I, Behbehani F, Doppel D, Van't Hof M, Kuijpers-Jagtman AM. Apical root resorption six and 12 months after initiation of fixed orthodontic appliance therapy. Angle Orthod. 2005 Nov;75(6):919-26.

Ärtun J, Hullenaar RV, Doppel D, Kuijpers-Jagtmand AM. Identification of orthodontic patients at risk of severe apical root resorption. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2009;135(4):448-55.

Baumann WRG, Tavares D. Reabsorções dentais causadas pelo tratamento ortodôntico. RGO. 1988;36(2):91-6.

* Baseado em:
International Committee of Medical Journal Editors Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals: Sample References [homepage na Internet]. Bethesda: US NLM; c2003 [disponibilidade em 2008 ago; citado em 25 ago.] Disponível em: http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html

Brezniak N, Wasserstein A. Root resorption after orthodontic treatment – part 1 – literature review. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1993a Jan;103(1):62-6.

Brezniak N, Wasserstein A. Root resorption after orthodontic treatment – part 2 – literature review. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1993b Feb;103(2):138-46.

Cansanção JM. Avaliação radiográfica da reabsorção radicular, consecutiva ao tratamento ortodôntico, pela técnica do arco de canto, relacionada com o sexo, a idade, a duração do tratamento, o período de uso do arco retangular e do aparelho extrabucal [dissertação]. Bauru: Faculdade de Odontologia de Bauru (SP): Universidade de São Paulo - USP; 1980.

Capelozza Filho L, Benicá NCM, Silva Filho OG, Cavassan AO. Reabsorção radicular na clínica ortodôntica: aplicação de um método radiográfico para diagnóstico precoce. Ortodontia. 2002 Abr/Jun;35(2):14-26.

Clasen NF, Aun CE. Estudo comparativo entre radiografia convencional e radiografia digital direta no diagnóstico de reabsorção radicular externa. Rev Odontol UNICID. 2001;13(2):95-102.

Consolaro A, Consolaro MFM-O. Controvérsias na Ortodontia & Atlas de biologia da movimentação dentária. 1. ed. Maringá: Dental Press; 2008.

Consolaro A. Reabsorções dentárias nas especialidades clínicas. 2. ed. Maringá: Dental Press; 2005.

Dotto GN. Registro de radiografias periapicais para a técnica de subtração [tese]. São José dos Campos: Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, UNESP - Univ Estadual Paulista; 2005.

Freitas MR, Beltrão RTS, Janson G, Henriques JFC, Chiqueto K. Evaluation of root resorption after open bite treatment with and without extractions. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2007 Aug;132(2):143.e15-e22.

Goldson KLC, Henrikson CO. Root resorption during Begg treatment – a longitudinal roentgenologic study. Am J Orthod. 1975;68:55-66.

Haiter C, Manzi FR, Haiter Neto F, Almeida SM. Avaliação de simulações de reabsorções radiculares por meio de imagens digitais e convencionais. Ortodontia. 2001 Mai/Ago;34(2):37-43.

Jacobson A. Radiographic cephalometry: From basics to videoimaging. 1st ed. Carol Stream: Quintessence; 1995.

Jeffcoat MK, Jeffcoat RL, Williams RC. A new method for the comparison of bone loss measurements on non-standardized radiographs. J Periodontal Res. 1984 Jul;19(4):434-40.

Ketcham AH. A preliminary report of an investigation of apical root resorption of permanent teeth. Int J Orthod Oral Surg Radiol. 1927 Feb;13(2):97-127.

Kurol J, Owman-Moll P. Hyalinization and root resorption during early orthodontic tooth movement in adolescents. Angle Orthod. 1998 Apr; 68(2):161-5.

Larheim TA, Eggen S. Determination of tooth length with a standardized paralleling technique and calibrated radiographic measuring technique. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1979;48(4): 374-78.

Lee KS, Straja SR, Tuncay OC. Perceived long-term prognosis of teeth with orthodontically resorbed roots. Orthod Craniofac Res. 2003 Aug; 6(3):177-91.

Levander E, Malmgren O. Evaluation of the risk of root resorption during orthodontic treatment: a study of upper incisors. Eur J Orthod. 1988 Feb;10(1):30-8.

Linge L, Linge BO. Patient characteristics and treatment variables associated with apical root resorption during orthodontic treatment. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1991;99:35-43.

Manson-Hing LR, Bhakdinaronk A. Effect of radiographic technique upon prediction of tooth length in intraoral radiography. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1981;51(1):100-7.

Marques LS, Ramos-Jorge ML, Rey AC, Armond MC, Ruellas ACO. Severe root resorption in orthodontic patients treated with the edgewise method: Prevalence and predictive factors. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2010 Mar;137(3):384-8.

Martins DR, Cansanção JM, Fernandez Sanches J. Avaliação radiográfica da reabsorção radicular, consecutiva ao tratamento ortodôntico (cinco anos após a remoção dos aparelhos). Ortodontia. 1994 Set-Dez;27(3):4-8.

McNab S, Battistutta D, Taverne A, Symons AL. External apical root resorption following orthodontic treatment. Angle Orthod. 2000 Jun; 70(3):227-32.

Mohandesan H, Ravanmehr H, Valaei N. A radiographic analysis of external apical root resorption of maxillary incisors during active orthodontic treatment. Eur J Orthodon. 2007 Jan;29(2):134-139.

Motokawa M, Sasamoto T, Kaku M, Kawata T, Matsuda Y, Terao A, et al. Association between root resorption incident to orthodontic treatment and treatment factors. Eur J Orthodon [Internet]. 2011 Aug:[7p.]. doi:10.1093/ejo/cjr018.

Newman WG. Possible etiologic factors in external root resorption. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1975;67(5):522-39.

Ono E, Medici Filho E, Leite HF, Tanaka JLO, Moraes MEL, Castilho JCM. Evaluation of simulated external root resorptions with digital radiography and digital subtraction radiography. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2011 Mar;139(3):324-33.

Pandis N, Nasika M, Polychronopoulou A, Eliades T. External apical root resorption in patients treated with conventional and self-ligating brackets. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2008;134(5):646-51.

Sameshima GT, Asgarifar KO. Assessment of root resorption and root shape: periapical vs panoramic films. Angle Orthod. 2001;71(3):185-9.

Santos ECA, Lara TS, Arantes FM, Coclete GA, Silva RS. Análise radiográfica computadorizada da reabsorção radicular apical após a utilização de duas mecânicas ortodônticas. R Dental Press Ortodon Ortop Facial. 2007 Jan/Fev;12(1):48-55.

Sarmento VA, Pretto SM, Costa NP. Entendendo a imagem digitalizada. Rev Odonto Ciênc. 1999 Jun;14(27):171-8.

Smale I, Ärtun J, Behbehani F, Doppel D, van't Hof M, Kuijpers-Jagtman AM. Apical root resorption 6 months after initiation of fixed orthodontic appliance therapy. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2005 Jul;128(1):57-67.

Soares MG. Estudo comparativo entre dois programas de registro *a posteriori* para a técnica de subtração radiográfica digital [tese]. São José dos Campos: Faculdade de Odontologia de São José dos Campos: UNESP - Univ Estadual Paulista; 2008.

Souza SMCMB, Coelho U, Jiménez EEO. Reabsorção radicular decorrente da movimentação ortodôntica. JBO – Jornal Brasileiro de Ortodontia e Ortopedia Facial. 1999;4(20):141-60.

Westphalen VPD, Moraes IG, Westphalen FH. Efficacy of conventional and digital radiographic imaging methods for diagnosis of simulated external root resorption. J Appl Oral Sci. 2004a Apr/Jun;12(2):108-12.

Westphalen VPD, Moraes IG, Westphalen FH, Martins WD, Souza PH. Conventional and digital radiographic methods in the detection of simulated external root resorptions: a comparative study. Dentomaxillofac Radiol. 2004b Jul;33(4):233-5.

ANEXO A – Certificado do Comitê de Ética em Pesquisa.

unesp
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
Av. Eng. Francisco José Longo, 777 – Jd. São Dimas
CEP 12201-970 – F. (12) 3947-9028
Fax (12) 3947-9010 / janetc@fosjc.unesp.br

CERTIFICADO

Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos

CERTIFICAMOS, que o protocolo nº **041/2009-PH/CEP,** sobre **"Avaliação de reabsorções radiculares externas decorrentes de movimentação ortodôntica e sua correlação com fatores predisponentes",** sob a responsabilidade de **ELIANE MARIA KREICH,** tendo como orientador o Prof.Titular Luiz César de Moraes, está de acordo com os Princípios Éticos, seguindo diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa, envolvendo seres humanos,conforme Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde e foi aprovado por este Comitê de Ética em Pesquisa.

São José dos Campos, 22 de junho de 2009.

Profa. Adjunto JANETE DIAS ALMEIDA
Coordenadora

ANEXO B – Autorização do Curso de Especialização em Ortodontia e Ortopedia Facial da EAP/ABO/PG/PR.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ODONTOLOGIA- PR
REGIONAL PONTA GROSSA

Ponta Grossa, 15 de maio de 2009.

AUTORIZAÇÃO

Eu, Emigdio Enrique Orellana Jimenez, cirurgião dentista, CRO/PR nº 1.552 e CPF nº 014.194.479-04, Coordenador e Professor do Curso de Especialização em Ortodontia e Ortopedia Facial da EAP/ABO/PG/PR, autorizo Eliane Maria Kreich, cirurgiã dentista, CRO/PR nº 3.713 e CPF nº 451.983.499-68, Doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Biopatologia Bucal, Área Radiologia Odontológica, da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP, a utilizar o arquivo clínico radiográfico dos pacientes submetidos a tratamento ortodôntico corretivo no Curso acima mencionado, no período de 1998 a 2008, para o desenvolvimento da Tese intitulada: **"Avaliação de reabsorções radiculares externas decorrentes de movimentação ortodôntica e sua correlação com fatores predisponentes".**

Sendo o que se oferece para o momento e em louvor à verdade, firmo.

Atenciosamente,

Prof. Ms. Emigdio Enrique Orellana Jimenez
Coordenador do Curso de Especialização em
Ortodontia e Ortopedia Facial
EAP/ABO/PG/PR

Rua Coronel Dulcídio, 2060 – Centro – Ponta Grossa – PR
Tel Secretaria ABO: (42) 3219-5610/3219-5611/Fax: (42) 3219-5614
Tel Secretaria EAP: (42) 3219-5600/3219-5601/Fax: (42) 3219-5603
Tel Secretaria de Cursos EAP: (42) 3219-5604/Fax: (42) 3219-5603
Home Page: http://www.abopg.com.br/
CEP: 84010-280
abopg@abopg.com.br
eap@abopg.com.br
cursos@abopg.com.br

Utilidade Pública Municipal
Dec. Lei nº 1913, de 28/04/1987
CNPJ: 80.254.592/0001-07