



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro Biomédico

Faculdade de Odontologia

Luciana Quintanilha Pires Fernandes

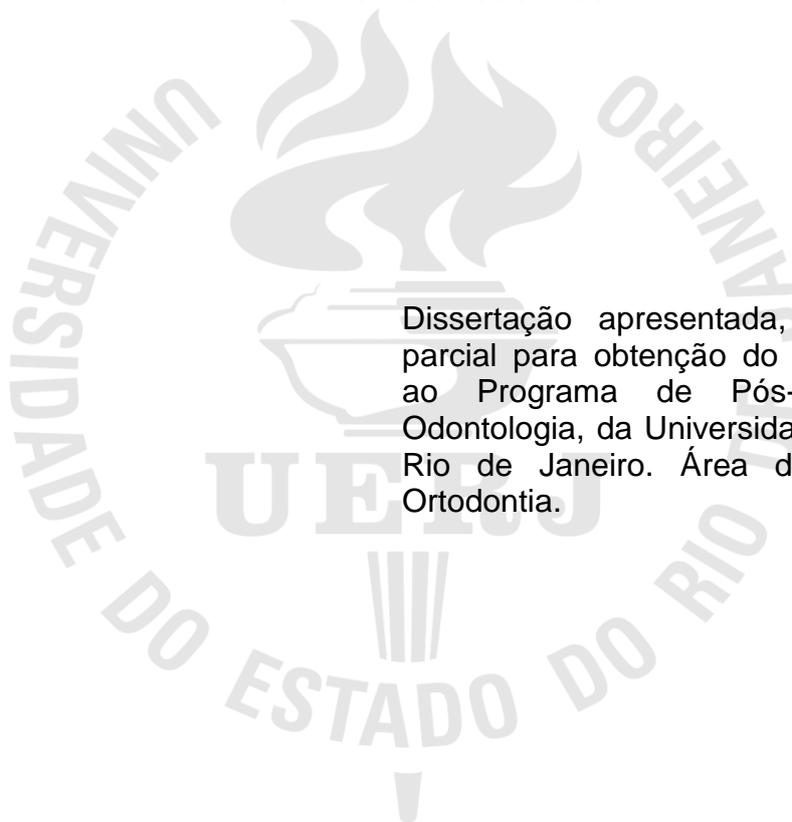
**Possíveis fatores de risco para reabsorção radicular apical externa
após tratamento ortodôntico**

Rio de Janeiro

2018

Luciana Quintanilha Pires Fernandes

**Possíveis fatores de risco para reabsorção radicular apical externa após
tratamento ortodôntico**



Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Ortodontia.

Orientador: Prof. Dr. Jonas Capelli Júnior

Rio de Janeiro

2018

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/REDE SIRIUS/BIBLIOTECA CB/B

F363 Fernandes, Luciana Quintanilha Pires.
Possíveis fatores de risco para reabsorção radicular
apical externa após tratamento ortodôntico / Luciana
Quintanilha Pires Fernandes. – 2018.
79 f.

Orientador: Jonas Capelli Júnior
Dissertação (mestrado) – Universidade do Estado do
Rio de Janeiro, Faculdade de Odontologia.

1. Ortodontia. 2. Reabsorção da Raiz - Etiologia. 3
Incisivo. 4. Aparelhos ortodônticos - Efeitos adversos I.
Capelli Júnior, Jonas. II. Universidade do Estado do Rio
de Janeiro. Faculdade de Odontologia. III. Título.

CDU
616.314

Bibliotecária: Adriana Caamaño CRB7/5235

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Luciana Quintanilha Pires Fernandes

**Possíveis fatores de risco para reabsorção radicular apical externa após
tratamento ortodôntico**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Ortodontia.

Aprovada em 23 de janeiro de 2018.

Orientador:

Prof. Dr. Jonas Capelli Júnior
Faculdade de Odontologia - UERJ

Banca Examinadora:

Prof.^a Dra. Flavia Raposo Gebara Artese
Faculdade de Odontologia - UERJ

Prof. Dr. José Augusto Mendes Miguel
Faculdade de Odontologia - UERJ

Prof. Dr. Ildeu Andrade Júnior
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

Rio de Janeiro

2018

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família que sempre me incentivou a alcançar meus objetivos.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Cláudia e João Carlos, por todo apoio, carinho, compreensão e por serem a base de tudo que conquistei até hoje. Vocês são meus melhores exemplos de vida.

Ao meu irmão João Marcos, por ser meu melhor amigo e grande companheiro.

Aos meus avós, Artur e Silvina, por todo carinho que sempre tiveram por mim.

Ao meu noivo Lucio Menezes, por todo amor, incentivo e compreensão neste período. Com você ao meu lado, a vida fica mais alegre.

Aos demais membros da família e amigos, pela torcida e compreensão nos momentos em que estive ausente.

Ao professor e orientador Jonas Capelli, pela oportunidade de, mais uma vez, poder receber sua orientação. Obrigada pelo tempo e esforços dispensados para conclusão deste trabalho e pelas conversas motivacionais. Aprendi e amadureci muito nesses anos de convivência com o senhor.

Ao professor Ronir Raggio Luiz, pela ajuda com a análise estatística e por sempre receber os alunos com boa vontade e paciência para ensinar.

Ao professor José Augusto Mendes Miguel, coordenador do curso de Mestrado na área de Ortodontia, pelos ensinamentos e amizade construída ao longo do curso. Obrigada por fazer parte da banca examinadora; tenho certeza que sua participação será de grande contribuição para esse trabalho.

À professora Flavia Artese, por ser uma grande inspiração e exemplo profissional. Agradeço pela amizade, conselhos, apoio, ensinamentos e pela vontade de tornar seus alunos pessoas cada vez melhores. Ter esta diva na banca examinadora será uma grande alegria.

Ao professor Ildeu Andrade Júnior, por gentilmente me receber na PUC Minas e permitir a parceria entre as instituições para realização dessa pesquisa. É uma honra tê-lo em minha banca examinadora.

À professora Cristiane Canavarro, pela cuidadosa avaliação prévia deste trabalho e por estar sempre disposta a ajudar seus alunos.

Aos demais professores de Ortodontia, Alvaro Fernandes, Alvaro Mendes, Catia Quintão, Felipe Carvalho, Marco Antonio Almeida, Maria Tereza Goldner e

Rhita Almeida, assim como aos demais professores de Odontologia que participam do curso de Mestrado, pelos ensinamentos e dedicação dispensados aos alunos.

À minha turma, Caroline Pelagio e Maria Eduarda Duarte, por tudo o que vivemos nesses longos dois anos de aventura. O companheirismo e a amizade de vocês foram fundamentais neste período.

Às alunas Carina Montalvany e Natália Figueiredo, pela colaboração na execução deste trabalho e por gentilmente me receberem na PUC Minas.

Aos colegas de doutorado e especialização pelo agradável convívio ao longo desses 2 anos.

Às funcionárias Fernanda Galvão e Isabel Santos, e demais funcionários, pela ótima convivência e pelo auxílio no funcionamento do curso.

Aos alunos de graduação, que me permitiram experimentar o cargo de professora e dividir com vocês o que aprendi de Ortodontia até o momento.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos concedida.

E por fim a Deus, que sempre ilumina e abençoa meu caminho.

Jamais considere seus estudos como uma obrigação, mas como uma oportunidade invejável para aprender a conhecer a influência libertadora da beleza do reino do espírito, para seu próprio prazer pessoal e para proveito da comunidade à qual seu futuro trabalho pertencer.

Albert Einstein

RESUMO

FERNANDES, Luciana Quintanilha Pires. *Possíveis fatores de risco para reabsorção radicular apical externa após tratamento ortodôntico*. 2018. 79f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

A reabsorção radicular apical externa (RRAE) é uma condição que reduz permanentemente o tamanho da raiz dentária e é observada com relativa frequência após o tratamento ortodôntico. O objetivo deste trabalho foi identificar possíveis fatores associados com a ocorrência da RRAE em pacientes submetidos ao tratamento ortodôntico (sexo, idade, raça, forma e tamanho da raiz, características da má oclusão, duração e tipo de tratamento ortodôntico). Para isto, foram selecionadas radiografias periapicais de 2173 incisivos centrais e laterais superiores de 564 pacientes em fase de contenção tratados com aparelhagem fixa em três diferentes instituições brasileiras (UERJ, PUC Minas e UFMG). As medições foram realizadas por 2 examinadores e foram considerados reabsorvidos os dentes que, ao final do tratamento ortodôntico, apresentaram RRAE maior do que 2 mm. Foi realizado o teste kappa para avaliar a reprodutibilidade intra e interexaminador. A associação entre RRAE e os fatores avaliados foi realizada através de regressão logística binária múltipla. Razão de chance (OR) e intervalo de confiança de 95% foram relatados. Foi observado que incisivos laterais apresentaram mais chances de apresentar RRAE maior que 2 mm (OR = 1,54; $p < 0,001$), assim como transpasse horizontal aumentado (OR = 1,58; $p = 0,012$), tratamento com extrações (OR = 1,70; $p = 0,004$), raiz dilacerada (OR = 2,26; $p < 0,001$) e raízes mais longas (OR = 1,29; $p < 0,001$). Os pacientes menos propensos à RRAE foram aqueles que realizaram tratamento em 2 fases (OR = 0,59; $p = 0,037$), assim como pacientes portadores de sobremordida exagerada (OR = 0,67; $p = 0,039$). Portanto, a morfologia radicular e os fatores estudados por este trabalho relacionados com a quantidade de deslocamento radicular foram fatores de risco para RRAE após tratamento ortodôntico.

Palavras-chaves: Ortodontia. Reabsorção da raiz. Incisivo.

ABSTRACT

FERNANDES, Luciana Quintanilha Pires. *Possible risk factors of external apical root resorption associated with orthodontic treatment*. 2018. 79f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

External apical root resorption (EARR) is a condition that permanently reduce the size of dental root and it is found with a relative frequency after orthodontic treatment. The objective of this study was to evaluate possible factors associated with the occurrence of EARR in patients submitted to orthodontic treatment (gender, age, race, root morphology and length, characteristics of malocclusion, duration and type of orthodontic treatment). Periapical radiographs of 2173 upper lateral and central incisors were selected from 564 patients in retention period treated with fixed appliance at three brazilian centers (UERJ, PUC Minas and UFMG). Measurements were performed by 2 examiners and were considered resorbed teeth with EARR greater than 2 mm at the end of treatment. The kappa test was performed to evaluate intra- and inter-examiner reproducibility. The association between EARR and the factors evaluated was assessed using multiple binary logistic regression. Odds ratio (OR) and 95% confidence interval were reported. It was observed that lateral incisors were more prone to EARR greater than 2 mm (OR = 1,54; $p = < 0,001$), as well as increased overjet (OR = 1,58; $p = 0,012$), treatment with extractions (OR = 1,70; $p = 0,004$), dilacerated root (OR = 2,26; $p = < 0,001$) and longer roots (OR = 1,29; $p = < 0,001$). Treatment performed in 2 phases was less prone to EARR (OR = 0,59; $p = 0,037$), as well as increased overbite (OR = 0,67; $p = 0,039$). Therefore, root morphology and factors evaluated in this study related to the amount of root displacement were risk factors for EARR after orthodontic treatment.

Keywords: Orthodontics. Root resorption. Incisor.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Classificação da forma inicial da raiz.....	45
Figura 2 –	Pontos de referência para medir o tamanho da raiz.....	45
Figura 3 –	Pontos e linhas utilizados para mensurar a RRAE.....	47
Gráfico 1 –	Frequência de RRAE em incisivos centrais e incisivos laterais.....	51
Gráfico 2 –	Frequência de RRAE de acordo com a forma inicial da raiz.....	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Análise descritiva dos dados categóricos por paciente.....	49
Tabela 2 – Análise descritiva dos dados contínuos.....	50
Tabela 3 – Teste Kappa para avaliação intra e interexaminador.....	52
Tabela 4 – Regressão logística binária univariada, multivariada ajustada e multivariada final.....	53

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AMPc	<i>Adenosine monophosphate cyclic</i> (monofosfato cíclico de adenosina)
C1	Tamanho inicial da coroa
C2	Tamanho final da coroa
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
DP	Desvio padrão
E1	Examinador 1
E2	Examinador 2
HUPE	Hospital Universitário Pedro Ernesto
IC	Intervalo de confiança
IL-1	Interleucina-1
IL-1 β	Interleucina-1 beta
IL-2	Interleucina-2
IL-6	Interleucina-6
IL-8	Interleucina-8
JAC	Junção amelocementária
JPEG	Joint Photographic Experts Group
LED	<i>Light-emitting diode</i> (diodo emissor de luz)
M-CSF	<i>Macrophage colony-stimulating factor</i> (fator estimulador de colônias de macrófagos)
MDO	Movimento dentário ortodôntico
OPG	Osteoprotegerina
OR	Odds ratio
p	Probabilidade de significância

PGE2	Prostaglandina E2
PUC Minas	Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
R1	Tamanho inicial da raiz
R2	Tamanho final da raiz
RANKL	<i>Receptor activator of nuclear factor kappa-B ligand</i> (ligante do receptor ativador do fator nuclear kappa B)
RRAE	Reabsorção radicular apical externa
TNF- α	<i>Tumor necrosis factor alpha</i> (fator de necrose tumoral-alfa)
TT1	Tamanho total inicial
TT2	Tamanho total final
UERJ	Universidade do Estado do Rio de Janeiro
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais

LISTA DE SÍMBOLOS

>	Maior que
<	Menor que
°	Grau
®	Marca registrada
%	Porcento
"	Polegadas
=	Igual
kg	Kilograma
mg	Miligrama
mm	Milímetro

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	16
1	REVISÃO DE LITERATURA	18
1.1	Reabsorção radicular apical externa (RRAE)	18
1.1.1	<u>Aspectos gerais</u>	18
1.1.2	<u>Classificação</u>	20
1.1.3	<u>Processo biológico do MDO e sua relação com RRAE</u>	21
1.2	Fatores clínicos relacionados com RRAE	23
1.2.1	<u>Características dentárias da má oclusão</u>	23
1.2.2	<u>Características esqueléticas da má oclusão</u>	24
1.2.3	<u>Características morfológicas da raiz dentária</u>	25
1.2.4	<u>Outros fatores clínicos relacionados com RRAE</u>	25
1.3	Variáveis do tratamento ortodôntico relacionadas com RRAE	27
1.3.1	<u>Tempo de tratamento</u>	27
1.3.2	<u>Local de tratamento</u>	28
1.3.3	<u>Extrações dentárias com finalidade ortodôntica</u>	28
1.3.4	<u>Tratamento ortodôntico realizado em 2 fases</u>	29
1.3.5	<u>Expansão maxilar</u>	30
1.3.6	<u>Tipo de aparelho ortodôntico</u>	31
1.3.7	<u>Cirurgia ortognática</u>	33
1.3.8	<u>Elásticos intermaxilares</u>	33
1.3.9	<u>Outras variáveis do tratamento ortodôntico relacionadas com RRAE</u>	34
1.4	Fatores gerais relacionados com RRAE	36
1.4.1	<u>Sexo</u>	36
1.4.2	<u>Raça</u>	37
1.4.3	<u>Idade</u>	37
1.4.4	<u>Outros fatores gerais relacionados com RRAE</u>	38
2	PROPOSIÇÃO	40
3	MATERIAL E MÉTODOS	41
3.1	Aspectos éticos	41
3.2	Tipo de estudo e seleção da amostra	41

3.2.1	<u>Critérios de inclusão</u>	42
3.2.2	<u>Critérios de exclusão</u>	42
3.3	Fatores avaliados	43
3.4	Mensuração da RRAE	46
3.5	Análise estatística	47
4	RESULTADOS	49
5	DISCUSSÃO	57
	CONCLUSÃO	62
	REFERÊNCIAS	63
	APÊNDICE - Artigo publicado com parte da revisão de literatura deste trabalho.....	72
	ANEXO - Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa.....	77

INTRODUÇÃO

A reabsorção radicular é caracterizada pela perda permanente de estrutura dentária na região radicular. Sua etiologia é multifatorial, estando relacionada a: pressão de dentes adjacentes impactados; inflamação periapical ou periodontal; trauma oclusal; presença de cisto ou tumor; distúrbios sistêmicos; tratamento ortodôntico; histórico de trauma dentário; e outros fatores considerados idiopáticos (BREZNIAK; WASSERSTEIN, 2002b; PHILLIPS, 1955; REITAN, 1985; SHAFER; HINE; LEVI, 1983; WELTMAN et al., 2010).

É considerada uma das consequências indesejáveis do tratamento ortodôntico, que acomete principalmente os incisivos superiores (BREZNIAK; WASSERSTEIN, 2002b; HARTSFIELD; EVERETT; AL-QAWASMI, 2004). Mais de um terço dos pacientes ortodônticos podem apresentar reabsorção radicular de magnitude maior que 3 mm, enquanto 2% a 5% apresentam reabsorção maior que 5 mm (HARTSFIELD; EVERETT; AL-QAWASMI, 2004; KILLIANY, 1999; TAITHONGCHAI; SOOKKORN; KILLIANY, 1996). Quando ocorre durante o movimento dentário ortodôntico (MDO), a reabsorção é resultado de um processo inflamatório (BREZNIAK; WASSERSTEIN, 2002a; LIU et al., 2012) e, por acometer principalmente o contorno do ápice da raiz, é comumente chamada de reabsorção radicular apical externa (RRAE) (FONTANA et al., 2012).

Quando relacionada ao tratamento ortodôntico, diferentes condições biológicas, clínicas ou mecânicas podem estar associadas à RRAE, como: raça, sexo, idade, tipo de má oclusão, morfologia radicular, tempo de tratamento, força ortodôntica aplicada, tipo de aparelho e acessórios utilizados, quantidade de MDO e tratamento ortodôntico com extrações (BREZNIAK; WASSERSTEIN, 2002b; BREZNIAK; WASSERSTEIN, 1993b; HARTSFIELD; EVERETT; AL-QAWASMI, 2004; MOTOKAWA et al., 2012; ROSCOE et al, 2015; SEGAL; SCHIFFMAN; TUNCAY, 2004; WELTMAN et al., 2010). Além disso, estudos relatam haver um componente genético que influencie no desenvolvimento da RRAE após tratamento ortodôntico (AMINOSHARIAE et al., 2016; HARTSFIELD, 2009; NEWMAN, 1975).

Apesar de uma extensa literatura buscando identificar potenciais fatores de risco para RRAE, os resultados encontrados muitas vezes são controversos. Diferenças no desenho dos estudos e na metodologia dos trabalhos podem explicar esta divergência. Além disto, poucos estudos avaliaram amostras com grande número de participantes, o que pode limitar a divisão em subgrupos de acordo com características clínicas e relacionadas ao tratamento ortodôntico e, conseqüentemente, a interpretação dos resultados (LINGE; LINGE, 1983; PICANÇO et al., 2013; SAMESHIMA; SINCLAIR, 2001a).

Estudo feito por Sameshima e Sinclair (2001a) apresentou diferenças no grau de acometimento de RRAE entre asiáticos, brancos, hispânicos e africanos estudados. Os autores sugeriram que, uma vez que existem diferenças entre povos quanto ao formato e tamanho dos dentes, então é plausível que diferenças no processo de desenvolvimento dentário também existam.

Dentre os estudos publicados que contemplaram participantes brasileiros, o trabalho realizado por Fontana et al. (2012) foi o que apresentou uma das maiores amostras. Os autores avaliaram RRAE em 377 brasileiros, através de radiografias periapicais de incisivos superiores antes e após 6 meses do início do tratamento ortodôntico. Dentre os fatores estudados, foi observado que a idade e o comprimento radicular no início do tratamento, assim como tratamento com extrações de pré-molar, e o polimorfismo genético do receptor de vitamina D foram associados com RRAE.

Portanto, baseado em uma literatura inconclusiva sobre possíveis fatores associados com RRAE após tratamento ortodôntico, escassez de trabalhos com amostras representativas, e limitação de estudos realizados com participantes brasileiros, estão indicadas novas pesquisas que busquem elucidar este tema, a fim de trazer mais informações sobre um assunto que preocupa muitos ortodontistas clínicos.

1 REVISÃO DE LITERATURA

1.1 Reabsorção radicular apical externa (RRAE)

1.1.1 Aspectos gerais

Reabsorção radicular é caracterizada pela perda permanente de estrutura dentária na região radicular. Bates (1856 apud BREZNIAK; WASSERSTEIN, 1993a) foi o primeiro a descrever este processo em dentes permanentes, enquanto Ottolengui (1914 apud BREZNIAK; WASSERSTEIN, 1993a) relacionou reabsorção radicular ao tratamento ortodôntico. A partir de então, muitos estudos histológicos, clínicos e fisiológicos foram desenvolvidos com intuito de avaliar a reabsorção radicular e sua relação com ortodontia.

Ambos os termos "reabsorção" e "absorção" foram utilizados na literatura para descrever a perda de tecido radicular. Entretanto, de acordo com Becks e Marshall (1932 apud BREZNIAK; WASSERSTEIN, 1993a), quando se remove um tecido destruído de uma região, na literatura médica e odontológica, deve-se utilizar o termo "reabsorção" para descrever tal processo.

Apesar de clinicamente semelhante, a reabsorção radicular decorrente do tratamento ortodôntico é diferente das demais reabsorções. Brezniak e Wasserstein (2002a) sugeriram o termo "reabsorção radicular inflamatória induzida ortodonticamente", definida como um processo inflamatório estéril extremamente complexo que envolve força, raiz dentária, osso, células, matriz extracelular e mensageiros biológicos. Por acometer principalmente o contorno do ápice da raiz, este tipo de reabsorção relacionado ao tratamento ortodôntico também é comumente chamado de reabsorção radicular apical externa (RRAE) (FONTANA et al., 2012).

A prevalência de reabsorção radicular em dentes permanentes que não foram submetidos ao tratamento ortodôntico é alta (90,5%), apesar de serem lesões de pequena extensão (0,73 mm de comprimento e 0,1 mm de profundidade, em média) (HENRY; WEINMEN, 1951). Em dentes submetidos

ao tratamento ortodôntico, estudos microscópicos revelaram reabsorção radicular em mais de 90% dos casos (HARRY; SIMS, 1982; MCLAUGHLIN, 1964; STENVIK; MJOR, 1970). Estudos radiográficos, em geral, apresentam menor ocorrência de RRAE. Fontana et al. (2012) relataram que os pacientes que utilizaram aparelho ortodôntico foram mais afetados do que os pacientes não tratados (média de RRAE de 1,52 mm e de 0,05 mm, respectivamente), ao estudarem RRAE em radiografias periapicais de incisivos superiores. De acordo com Killiany (1999), mais de um terço dos pacientes submetidos ao tratamento ortodôntico apresentaram RRAE maior que 3 mm e apenas 5% apresentaram RRAE maior que 5 mm. Brin et al. (2003), em um estudo avaliando incisivos superiores após o tratamento ortodôntico, observaram RRAE moderada a severa em 12,4% da amostra, enquanto que em menos de 22% não foi possível detectar RRAE.

A etiologia da reabsorção radicular é multifatorial, podendo-se citar: pressão de dentes adjacentes impactados, inflamação periapical ou periodontal, trauma oclusal, presença de cisto ou tumor, distúrbios sistêmicos, tratamento ortodôntico, histórico de trauma dentário e outros fatores considerados idiopáticos (BREZNIAK; WASSERSTEIN, 2002b; PHILLIPS, 1955; REITAN, 1985; SHAFER; HINE; LEVI, 1983; WELTMAN et al., 2010). Quando relacionada ao tratamento ortodôntico, outros fatores biológicos, clínicos e mecânicos podem ser citados como causadores de RRAE (BREZNIAK; WASSERSTEIN, 1993b; ROSCOE et al., 2015; WELTMAN et al., 2010).

Uma das consequências indesejáveis da reabsorção radicular é a perda de inserção do dente no tecido ósseo. Segundo Kalkwarf, Krejci e Pan (1986), 3 mm de RRAE é equivalente a perda de 1 mm de crista óssea, aproximadamente. Phillips (1955) encontrou que 2 mm de RRAE diminui a superfície radicular entre 6% a 9%, enquanto 4 mm e 6 mm de RRAE causa uma redução na superfície de 18% a 23% e 28% a 38%, respectivamente.

Apesar de Lee e Lee (2016) não terem encontrado diferença quanto ao grau de RRAE entre os diferentes dentes, alguns estudos já mostraram que os dentes superiores são mais suscetíveis à RRAE do que os inferiores (MCFADDEN et al., 1989). Os incisivos superiores são descritos como os mais acometidos. Alguns estudos encontraram maior frequência de RRAE nos incisivos laterais superiores (FREITAS et al., 2013; PEREIRA et al., 2016;

SAMESHIMA; SINCLAIR, 2001a), enquanto outros apontam os incisivos centrais superiores como os mais acometidos (HARRIS; KINERET; TOLLEY, 1997; MAUÉS; NASCIMENTO; VILELLA, 2015; NEWMAN, 1975; TOMOYASU et al., 2009).

1.1.2 Classificação

De acordo com Andreasen (1988 apud BREZNIAK; WASSERSTEIN, 1993a), a reabsorção radicular pode ser dividida em três diferentes tipos: 1. Reabsorção de superfície, um processo fisiológico auto-limitante, que acomete áreas pequenas que são, espontaneamente, reparadas pelo ligamento periodontal adjacente intacto; 2. Reabsorção inflamatória, quando ocorre na presença de um agente etiológico e a reabsorção atinge os túbulos dentinários de uma polpa infectada ou não; 3. Reabsorção por substituição, quando a porção radicular reabsorvida é substituída por osso, causando a anquilose. Quando ocorre após tratamento ortodôntico, normalmente se observa a reabsorção de superfície ou inflamatória.

De acordo com Tronstad (1988 apud BREZNIAK; WASSERSTEIN, 1993a), a reabsorção inflamatória pode ser dividida em reabsorção inflamatória transitória quando a agressão é pouco significativa e o tempo de ação pequeno, não sendo detectada em radiografias e reparadas por tecido semelhante ao cimento; ou reabsorção inflamatória progressiva, quando o agente etiológico permanece por um longo período e, portanto, a reabsorção é mais invasiva e mais grave.

Histologicamente, existem três níveis de reabsorção descritos na literatura de acordo com a severidade do processo: 1. Reabsorção na camada externa do cimento que pode ser reparada totalmente; 2. Reabsorção de cimento e camada externa de dentina que pode ser reparada; 3. Reabsorção completa dos tecidos do ápice dentário culminando com o encurtamento permanente da raiz (BREZNIAK; WASSERSTEIN, 2002a).

Radiograficamente, Levander e Malmgren (1988), classificaram a magnitude da reabsorção radicular durante o tratamento ortodôntico em quatro

níveis de magnitude: Nível 1. Reabsorção mínima com alteração do contorno apical; Nível 2. Reabsorção apical moderada (menor ou igual a 2 mm); Nível 3. Reabsorção radicular severa (maior do que 2 mm e menor do que um terço da raiz); Nível 4. Reabsorção extrema (maior do que um terço do dente).

1.1.3 Processo biológico do MDO e sua relação com RRAE

O MDO é caracterizado pelo remodelamento dos tecidos dentais e periodontais, incluindo polpa, ligamento periodontal, osso alveolar e gengiva. Esses tecidos, quando expostos a um estímulo mecânico que possui frequência, magnitude e duração variáveis, expressam mudanças micro e macroscópicas (KRISHNAN; DAVIDOVITCH, 2006). Neste processo, uma reação inflamatória transitória é gerada, culminando com a liberação de mediadores pró-inflamatórios como citocinas, quimiocinas, fatores de crescimento, hormônios e metabólitos do ácido araquidônico. Áreas de pressão e tensão são criadas no ligamento periodontal, apresentando reabsorção óssea através da ativação de osteoclastos e formação óssea através de osteoblastos, respectivamente (KRISHNAN; DAVIDOVITCH, 2006; HENNEMAN; VON DEN HOFF; MALTHA, 2008).

As citocinas são um grupo de proteínas de sinalização extracelular envolvidas diretamente no processo inflamatório do MDO. Elas agem direta ou indiretamente na diferenciação, ativação e apoptose de células ósseas e do ligamento periodontal (DAVIDOVITCH, 1991). Estudos demonstram que a interleucina-1 (IL-1) e o fator de necrose tumoral-alfa (TNF- α) atuam nos osteoblastos fazendo com que os mesmos liberem quimiocinas responsáveis pelo recrutamento de precursores de osteoclastos (YANO; MENTAVERRI; KANUPARTHI, 2005). Além disso, citocinas como IL-1, interleucina-6 (IL-6), interleucina-8 (IL-8) e TNF- α e prostaglandina E2 (PGE2) seriam responsáveis por estimular os osteoblastos a produzirem os principais reguladores da diferenciação de osteoclastos: o fator estimulador de colônias de macrófagos (M-CSF) e o ligante do receptor ativador do fator nuclear kappa B (RANKL) (BOYLE; SIMONET; LACEY, 2003). Durante a movimentação dentária induzida

existe a circulação contínua desses mediadores no ligamento periodontal e no fluido gengival (DAVIDOVITCH, 1991).

Os cementoblastos são células que não possuem receptores para alguns desses mediadores presentes durante o MDO, como as prostaglandinas, leucotrienos, interleucinas e fatores de crescimento. Isto confere ao cimento radicular mais resistência à reabsorção do que o tecido ósseo. Com isso, a força aplicada com o tratamento ortodôntico gera uma reabsorção do osso, que permite a movimentação dentária sem danificar o cimento. Entretanto, uma vez que as células envolvidas no processo de reabsorção óssea também podem atuar no cimento e na dentina, pode haver reabsorção destes tecidos em alguns casos (BREZNIAK; WASSERSTEIN, 1993a).

Os odontoclastos são as principais células responsáveis pela reabsorção radicular e apresentam características citológicas e funcionais semelhantes aos osteoclastos, que também atuam no processo de reabsorção. Quando ocorre uma ruptura na região de pré-cimento, os osteoclastos entram em contato com os tecidos mineralizados da raiz e, assim, inicia-se o processo de reabsorção do tecido calcificado (BREZNIAK; WASSERSTEIN, 1993a; HAMMARSTROM; LINDSKOG, 1985). Quando isto ocorre, pode-se observar a reabsorção de superfície ou inflamatória; raramente ocorre a reabsorção por substituição, que levaria à anquilose do dente (CAPELOZZA FILHO; SILVA FILHO, 1998).

A atividade de reabsorção radicular é caracterizada por síntese de prostaglandina E com aumento concomitante de monofosfato cíclico de adenosina (AMPc) (NGAN et al., 1988). Esse processo é regulado por hormônios, neurotransmissores e citocinas, como IL-1, interleucina-2 (IL-2) e TNF- α . Normalmente, após aplicação de força ortodôntica, as áreas de reabsorção são observadas no lado de pressão e, raramente, no lado de tensão (WILLIAMS, 1951), e em áreas adjacentes à região de hialinização, em que o processo de eliminação deste tecido está relacionado com a reabsorção do tecido radicular (RYGH, 1977). Estudos recentes em ratos demonstraram que a regulação de osteoprotegerina (OPG) e de RANKL na superfície radicular está diretamente relacionada com o processo de reabsorção (LIU et al., 2016; MATSUDA et al., 2017), assim como a proporção de cálcio/fósforo no cimento radicular (YAO-UMEZAWA et al., 2017).

1.2 Fatores clínicos relacionados com RRAE

1.2.1 Características dentárias da má oclusão

Estudos demonstram que o transpasse horizontal é o componente dentário da má oclusão mais associado com RRAE (ARTUN et al., 2009; BRIN et al., 2003; SAMESHIMA; SINCLAIR, 2001a). Maués, Nascimento e Vilella (2015) e Patel et al. (2012) concluíram que um transpasse horizontal maior do que 5 mm e 6 mm, respectivamente, seria um fator de risco para RRAE durante o tratamento ortodôntico. Os primeiros autores avaliaram radiografias periapicais de incisivos superiores e inferiores, enquanto Patel et al. (2012) avaliaram estes mesmos dentes em tomografias computadorizadas de feixe cônico de 28 pacientes. Transpasse horizontal aumentado normalmente está relacionado com tratamento com aparelhos fixos, arcos ortodônticos retangulares com torques ativos, uso de elásticos intermaxilares de Classe II e histórico de trauma dentário, fatores estes que também já foram descritos como de risco para RRAE (LINGE; LINGE, 1991).

Patel et al. (2012) observaram que pacientes portadores de má oclusão de Classe II de Angle tiveram incisivos laterais superiores mais afetados por RRAE do que pacientes Classe I. Entretanto, muitos estudos não mostraram associação entre a classificação de Angle e a magnitude de RRAE (DIBIASE et al., 2016; IGLESIAS-LINARES et al., 2014; IGLESIAS-LINARES et al., 2017; LINHARTOVA; CERNOCHOVA; IZAKOVICOVA HOLLA, 2013; LINHARTOVA et al., 2017; PIKANÇO et al., 2013).

Newman (1975), ao avaliar 43 casos de pacientes com RRAE de incisivos superiores, observou que 23 destes apresentavam mordida aberta anterior de 2 mm ou mais. Ele sugeriu que, caso a interposição lingual fosse a causa da mordida aberta, a força muscular lingual poderia estar relacionada com a ocorrência de RRAE nestes casos. Motokawa et al. (2013) avaliaram 111 pacientes, dos quais 57 apresentavam transpasse vertical normal e 54 apresentavam mordida aberta anterior, podendo ou não apresentar mordida

aberta posterior também. O segundo grupo foi, posteriormente, subdividido entre dentes com e sem função oclusal. Através de radiografias periapicais, os autores avaliaram o grau de RRAE de todos os dentes, exceto terceiros molares. Foi encontrada maior prevalência de RRAE em pacientes com mordida aberta e em dentes que não apresentavam oclusão funcional. Outros estudos que avaliaram se o transpasse vertical seria um fator de risco para RRAE não encontraram associação entre tais variáveis (BAUMRIND; KORN; BOYD, 1996; LINGE; LINGE, 1983; MAUÉS; NASCIMENTO; VILELLA, 2015; MCNAB et al., 2000; MIRABELLA; ARTUN, 1995; PIKANÇO et al., 2013).

Outras características dentárias da má oclusão, como desalinhamento e mordida cruzada, também foram estudadas, mas não parecem ter relação com o nível de RRAE após tratamento ortodôntico (NEWMAN, 1975).

1.2.2 Características esqueléticas da má oclusão

Harris, Kineret e Tolley (1997), ao avaliarem incisivos centrais superiores e inferiores e primeiros molares inferiores de 206 adolescentes, buscaram associar 9 medidas cefalométricas com RRAE, dentre elas: SNA, SNB, ANB, FMA, FMIA, SN-GoGn, AOBO, NAP e plano oclusal. Nenhuma destas medidas foi relacionada com RRAE em incisivos. Entretanto, em relação aos primeiros molares inferiores, valores aumentados de ANB e AOBO, e valores reduzidos de FMA e SN-GoGn, foram positivamente associados com RRAE destes dentes. Tais resultados indicam que, quanto mais grave a má oclusão, maiores as chances das raízes serem afetadas após o tratamento ortodôntico.

Em contrapartida, outros estudos que avaliaram medidas cefalométricas não encontraram nenhuma associação entre RRAE e estas variáveis (PEREIRA et al., 2014; PIKANÇO et al., 2013; SHARAB et al., 2015).

1.2.3 Características morfológicas da raiz dentária

A forma, largura e comprimento da raiz já foram relacionados com grau de RRAE após uso de aparelho ortodôntico. Em geral, raízes mais longas e finas foram preferencialmente acometidas por RRAE (ARTUN et al., 2009; MIRABELLA; ARTUN, 1995). Fontana et al. (2012) observaram que incisivos superiores com comprimento de raiz maior que 30 mm apresentaram maiores níveis de RRAE do que raízes menores. Entretanto, Picanço et al. (2013) observaram maiores níveis de RRAE em dentes com raízes mais curtas e quando a proporção tamanho da coroa/tamanho da raiz apresentava-se diminuída.

Além disso, raízes com formato normal reabsorveram menos do que raízes com formato fora do padrão (BRIN et al., 2003; MOTOKAWA et al., 2013), como por exemplo raízes pontiagudas (ARTUN et al., 2009), dilaceradas (LEVANDER; MALMGREN; STENBACK, 1998; SAMESHIMA; SINCLAIR, 2001a) e com forma de pipeta (LEVANDER; MALMGREN, 1988). Apesar disso, alguns estudos não encontraram diferença no grau de RRAE nas diferentes formas radiculares (MAUÉS; NASCIMENTO; VILELLA, 2015; PICANÇO et al., 2013).

Weltman et al. (2010) realizaram uma revisão sistemática com intuito de analisar as evidências descritas na literatura em relação à RRAE após tratamento ortodôntico. Foram selecionados 144 artigos para avaliação prévia, porém apenas 13 permaneceram após aplicados os critérios de inclusão. Em relação à morfologia radicular, os autores sugeriram que esta variável não parece influenciar o grau de RRAE após tratamento ortodôntico.

1.2.4 Outros fatores clínicos relacionados com RRAE

Pacientes com histórico de trauma nos incisivos superiores já foram avaliados quanto à magnitude de RRAE após tratamento ortodôntico. Artun et al. (2009), através de exame clínico e radiográfico, além da anamnese com o

paciente, avaliaram se havia histórico de trauma na região de incisivos em 267 pacientes e concluíram que isto seria um fator de risco para RRAE em incisivos centrais. Linge e Linge (1983) relataram que a média de RRAE em pacientes com histórico de trauma foi de 1,07 mm, enquanto para os demais pacientes foi de 0,64 mm, configurando uma diferença estatisticamente significativa. Anos depois, estes mesmos autores realizaram um novo estudo em que observaram grande influência de trauma dentário prévio ao tratamento ortodôntico na ocorrência de RRAE (LINGE; LINGE, 1991). Apesar disso, outros autores não encontraram diferença na incidência de RRAE em pacientes sem e com histórico de trauma dentário (BRIN et al., 2003; DIBIASE et al., 2016; SEHR et al., 2011). Malmgren et al. (1982), ao compararem 27 pacientes que relataram trauma dentário em incisivos com 55 pacientes sem histórico de trauma, todos tratados ortodonticamente, não encontraram diferença na incidência de RRAE em ambos os grupos; apesar disso, os autores observaram que dentes traumatizados com sinais de reabsorção antes do tratamento ortodôntico podem ser mais propensos à RRAE durante o tratamento.

Lee e Lee (2016) compararam o grau de RRAE em dentes submetidos previamente ao tratamento endodôntico, com seus respectivos contralaterais vitais, e concluíram que os primeiros parecem estar associados com menor quantidade de RRAE do que os segundos, sugerindo que o tratamento endodôntico poderia ser realizado em dentes sob tratamento ortodôntico que apresentassem RRAE, com intuito de parar ou diminuir o processo de reabsorção. Uma meta-análise publicada em 2013 já havia concluído que, após MDO, dentes com presença de tratamento endodôntico exibiram menos RRAE do que dentes vitais e, com isso, poderiam ser incluídos de forma segura no tratamento ortodôntico (IOANNIDOU-MARATHIOTOU; ZAFEIRIADIS; PAPADOPOULOS, 2013).

A presença de hábitos deletérios foi estudada por Linge e Linge (1983), que não observaram diferença quanto ao grau de RRAE em pacientes que relatavam sucção digital e onicofagia e em pacientes que não praticavam nenhum hábito deletério. Em um novo estudo realizado por estes autores, eles observaram que a presença de alteração na postura de lábio e língua, assim como histórico de sucção digital após 7 anos de idade, estariam relacionados com RRAE, uma vez que tais hábitos colaboravam para manutenção de um

transpasse horizontal aumentado e exerciam força nos incisivos superiores (LINGE; LINGE, 1991). Quanto à interposição lingual, Pereira et al. (2014) concluíram que este hábito não aumentou a incidência de RRAE em incisivos e caninos superiores.

1.3 Variáveis do tratamento ortodôntico relacionadas com RRAE

1.3.1 Tempo de tratamento

Muitos estudos mostraram que o tempo de tratamento prolongado com aparelho ortodôntico está mais associado com a ocorrência de RRAE (BRIN et al., 2003; JIANG et al., 2017; LEE; LEE, 2016; LINHARTOVA et al., 2017; MAUÉS; NASCIMENTO; VILELLA, 2015; PANDIS et al., 2008; PATEL et al., 2012; PEREIRA et al., 2016; PEREIRA et al., 2014; PICANÇO et al., 2013; SAMESHIMA; SINCLAIR, 2001b; SHARAB et al., 2015). Baumrind, Korn e Boyd (1996) estudaram o grau de RRAE em 81 adultos tratados ortodonticamente, através de radiografias periapicais de incisivos superiores, e concluíram que a cada ano a mais de tratamento, os incisivos superiores teriam mais 0.38 mm de RRAE. Motokawa et al. (2012) avaliaram 243 pacientes tratados com aparelho ortodôntico fixo, e observaram uma prevalência maior de RRAE severa em pacientes cujo tempo de tratamento total foi superior a 30 meses.

Segal, Schiffman e Tuncay (2004) realizaram uma meta-análise com objetivo de elucidar possíveis fatores relacionados ao tratamento ortodôntico que poderiam contribuir de forma significativa para RRAE. Foram considerados tratamentos realizados com aparelhos fixos em amostras com mais de 10 pacientes, e excluídos pacientes com histórico de trauma, tratamento endodôntico nos dentes que seriam avaliados e presença de RRAE anterior ao tratamento. Dentre os 150 artigos selecionados, apenas 8 foram considerados na meta-análise. Os autores concluíram que fatores do tratamento associados com aumento da duração do tratamento ortodôntico ativo podem resultar em

maiores níveis de RRAE em pacientes que apresentem uma pré-disposição individual para reabsorção.

Roscoe, Meira e Cattaneo (2015) realizaram uma revisão sistemática, a partir de 21 estudos selecionados, com objetivo de definir quais fatores relacionados com o sistema de forças ortodôntico poderiam estar associados com RRAE após o tratamento. Os autores concluíram que existe uma correlação entre tempo de tratamento ortodôntico prolongado e maiores níveis de RRAE.

1.3.2 Local de tratamento

Sameshima e Sinclair (2001b) coletaram uma amostra de 868 pacientes tratados com aparelhos fixos por 6 diferentes ortodontistas. Foram observadas diferença quanto ao número de pacientes tratados com extrações dentárias e o número de pacientes por raça em cada consultório. Quanto à RRAE de incisivos e caninos superiores e inferiores, foram relatadas diferenças de, aproximadamente, 1 mm entre os ortodontistas. Os autores concluíram que os profissionais devem considerar que o grau de RRAE observado em um consultório pode ser diferente de outro consultório.

Em contrapartida, Artun et al. (2009) coletaram uma amostra de 267 pacientes tratados com aparelhos fixos em 3 centros diferentes e não observaram diferença significativa entre estes em relação à quantidade de RRAE ao final do tratamento ortodôntico.

1.3.3 Extrações dentárias com finalidade ortodôntica

Fontana et al. (2012) avaliaram radiografias periapicais de incisivos superiores de 377 brasileiros, e observaram que pacientes tratados com extração de pré-molares apresentaram mais RRAE do que os demais. Freitas et al. (2013), ao avaliarem tomografias computadorizadas de 58 pacientes ao final

do tratamento ortodôntico, encontraram maior frequência de RRAE no grupo de pacientes que extraíram durante o tratamento (66,7%) do que no grupo em que o tratamento foi conduzido sem extrações (45,2%). Sameshima e Sinclair (2001b) também encontraram uma associação positiva entre tratamento ortodôntico com extrações e RRAE. Em pacientes que extraíram 4 primeiros pré-molares, os incisivos centrais superiores apresentaram RRAE de 1.43 mm, enquanto os pacientes que não extraíram ou extraíram apenas primeiros pré-molares superiores apresentaram RRAE de 1,09 mm e 0,88 mm, respectivamente. Além destes, outros estudos também concluíram que o tratamento com extrações é um fator de risco para RRAE (ARTUN et al., 2009; MAUÉS; NASCIMENTO; VILELLA, 2015; MOTOKAWA et al., 2012; PEREIRA et al., 2016; PEREIRA et al., 2014; PIKANÇO et al., 2013).

Por outro lado, Sharab et al. (2015) avaliaram incisivos superiores em radiografias panorâmicas de 460 pacientes e, em relação ao tratamento com extrações de primeiros ou segundos pré-molares superiores, não encontraram associação com o grau de RRAE. De forma semelhante, outros estudos também não encontraram associação entre RRAE e tratamento com extrações (DIBIASE et al., 2016; IGLESIAS-LINARES et al., 2013; IGLESIAS-LINARES et al., 2014; IGLESIAS-LINARES et al., 2012b; IGLESIAS-LINARES et al., 2012c; LEE; LEE, 2016; LINHARTOVA; CERNOCHOVA; IZAKOVICOVA HOLLA, 2013; LINHARTOVA et al., 2017; PANDIS et al., 2008; TOMOYASU et al., 2009).

1.3.4 Tratamento ortodôntico realizado em 2 fases

Brin et al. (2003) avaliaram 138 pacientes portadores de má oclusão de Classe II de Angle e transpasse horizontal maior que 7 mm. Estes foram divididos em 3 grupos: 1. Tratamento em 1 fase com aparelho fixo; 2. Tratamento em 2 fases, com aparelho extra-oral seguido por aparelho fixo; e 3. Tratamento em 2 fases, com Bionator seguido por aparelho fixo. Como resultado, os autores encontraram que o grupo 3 apresentou menos incisivos superiores afetados por RRAE maior que 2 mm, enquanto o grupo 1 foi o mais

afetado. Assim, foi concluído que a modificação precoce do crescimento em pacientes Classe II, que reduz a severidade do transpasse horizontal, pode ser um fator importante na redução do risco de RRAE ao final do tratamento ortodôntico.

1.3.5 Expansão maxilar

Akyalcin et al. (2015) avaliaram tomografias computadorizadas de feixe cônico de 24 pacientes tratados com expansor do tipo hyrax para expansão rápida da maxila. Foram avaliados os primeiros molares e primeiros pré-molares superiores, assim como os primeiros molares inferiores para controle do estudo. Em média, os dentes superiores avaliados apresentaram reabsorção de 0,36 mm a 0,52 mm, sendo o ápice radicular e a superfície vestibular as áreas mais acometidas.

Dindaroglu e Dogan (2016) compararam a diferença no grau de reabsorção entre pacientes tratados com expansor do tipo hyrax e do tipo haas. Foram avaliadas tomografias computadorizadas de feixe cônico de 33 pacientes na região de primeiros molares, primeiros e segundos pré-molares. Como resultado, os autores observaram perda de volume radicular após expansão rápida da maxila em todos os dentes avaliados, incluindo segundos pré-molares que não estavam incluídos no aparelho. Em relação ao tipo de aparelho utilizado, não houve diferença no grau de reabsorção dos dentes avaliados.

Martins et al. (2016), através de cortes histológicos de 18 primeiros pré-molares, avaliaram se havia diferença no grau de reabsorção em dentes colados ou bandados durante a expansão rápida da maxila. O estudo encontrou reabsorção em cemento e dentina de todos os dentes avaliados, em maior magnitude na superfície vestibular, sem diferença quanto ao tipo de ancoragem utilizada.

Em relação aos incisivos superiores, Pereira et al. (2014) relataram que o tratamento com expansor do tipo hyrax foi responsável por um aumento de 8% no valor máximo de RRAE, justificada pela proximidade destes dentes com a

sutura intermaxilar. Entretanto, Sameshima e Sinclair (2001b) não encontraram associação entre RRAE em incisivos e tratamento com expansão maxilar.

1.3.6 Tipo de aparelho ortodôntico

Muitos estudos pesquisaram se diferenças nos tipos de aparelho, arcos e bráquetes ortodônticos poderiam influenciar a magnitude de RRAE ao final do tratamento. De acordo com a revisão sistemática publicada por Weltman et al. (2010), a incidência de RRAE não parece ser alterada pela prescrição do bráquete, bráquetes auto-ligados e pela sequência de arcos utilizados.

Chen, Haq e Zhou (2015) avaliaram radiografias periapicais de incisivos superiores e inferiores de 70 pacientes tratados com aparelhos fixos, que apresentavam apinhamento anterior maior que 6 mm e foram tratados com extração de 4 pré-molares. Estes pacientes foram divididos em 2 grupos: 1. Bráquete auto-ligado Damon®; 2. Bráquete pré-ajustado convencional. Em ambos os grupos foi utilizada a mesma sequência de arcos ortodônticos. Foi encontrada RRAE moderada a severa em 9% dos pacientes do grupo 1 e em 19% do grupo 2, não sendo esta diferença estatisticamente significativa. Este mesmo desenho de estudo foi utilizado por Handem et al. (2016), porém em uma amostra de pacientes tratados sem extrações, e não foi encontrada diferença no grau de RRAE entre os dois tipos de bráquetes avaliados. Leite et al. (2012) também compararam a diferença de RRAE em pacientes tratados com bráquetes auto-ligados e pré-ajustados convencionais, através de tomografias computadorizadas de feixe cônico, e não encontraram diferença entre os grupos.

McNab et al. (2000) avaliaram RRAE em dentes posteriores de 97 pacientes, sendo 71 tratados com aparelho *edgewise* e 25 com aparelho de Begg, e observaram que os pacientes do segundo grupo apresentaram 2.3 vezes mais RRAE do que os do primeiro grupo. Por sua vez, Pandis et al. (2008) avaliaram RRAE em incisivos superiores de 96 pacientes, sendo 48 tratados com aparelho *edgewise* e 48 com bráquete auto-ligado Damon®, e não observaram diferença na severidade de RRAE entre os grupos. Patel et al.

(2012) avaliaram tomografias computadorizadas de feixe cônico de 28 pacientes, sendo 14 tratados com aparelho *edgewise* e 14 com a técnica SureSmile e, assim como o estudo anterior, não observaram diferença quanto à RRAE em incisivos superiores e inferiores nos dois tipos de aparelho.

Quanto à diferença de tamanho do *slot* do bráquete, Sameshima e Sinclair (2001b) e Artun et al. (2009) compararam pacientes tratados com *slot* ,018 mm e ,022 mm, e não encontraram diferença no grau de RRAE nos dentes avaliados.

Alzahawi et al. (2014) dividiram 82 pacientes em dois grupos, sendo no primeiro utilizados arcos superelásticos termoativados na fase de alinhamento e nivelamento, e no segundo grupo utilizados arcos de aço multifilamentados nesta mesma fase do tratamento. Os autores não encontraram diferença entre os grupos quanto à severidade de RRAE em incisivos superiores. O tempo de tratamento com arcos retangulares também foi avaliado em relação à RRAE. Apesar de alguns estudos não terem encontrado associação entre estes fatores (ARTUN et al., 2009; LEVANDER; MALMGREN, 1988), Linge e Linge (1983 e 1991) concluíram que o uso de arcos retangulares é um fator de risco para RRAE ao final do tratamento ortodôntico.

Iglesias-Linares et al. (2017) avaliaram 372 pacientes tratados com bráquetes pré-ajustados ou alinhadores removíveis (Invisalign®), e não encontraram diferença na frequência de incisivos com RRAE maior que 2 mm em ambos os grupos. Uma revisão sistemática foi realizada com intuito de avaliar a relação entre tratamento com alinhadores removíveis e RRAE. Dentre os 93 artigos selecionados, apenas 3 foram considerados após aplicados os critérios de inclusão e exclusão. Os autores observaram menor frequência e severidade de RRAE em tratamentos com alinhadores, quando comparados com tratamentos com aparelhos fixos. Em ambos, os incisivos superiores foram os dentes mais afetados e não houve diferença quanto ao sexo (ELHADDAQUI et al., 2017).

1.3.7 Cirurgia ortognática

Motokawa et al. (2012) não encontraram diferença significativa na incidência de RRAE em pacientes tratados com e sem cirurgia ortognática, ao avaliarem todos os dentes superiores e inferiores erupcionados, exceto terceiros molares. No primeiro grupo, 30,4% dos dentes avaliados apresentaram RRAE maior que 2 mm, enquanto no segundo grupo a frequência foi de 27,1%. Outros estudos publicados previamente a este também não relataram a influência do tratamento com cirurgia na incidência de RRAE (ARTUN et al., 2009; MIRABELLA; ARTUN, 1995).

1.3.8 Elásticos intermaxilares

Sher et al. (2011) utilizaram radiografias panorâmicas para avaliar incisivos superiores de 16 pacientes com RRAE maior que um terço do tamanho inicial da raiz. Eles observaram que destes, 3 utilizaram elásticos intermaxilares de Classe III, 3 utilizaram elásticos anteriores e 13 utilizaram elásticos intermaxilares de Classe II durante o tratamento ortodôntico, sugerindo que esta última mecânica estaria relacionada com RRAE mais grave. Motokawa et al. (2012) observaram que a frequência de dentes afetados por RRAE severa aumentou de 8% para 13% quando foi utilizado elástico intermaxilar por mais de 6 meses. Mirabella e Artun (1995) encontraram RRAE significativa somente nos dentes de suporte para elásticos de Classe II e anteriores. Outros trabalhos publicados na literatura também encontraram uma associação positiva entre o uso de elástico intermaxilar e RRAE (ARTUN et al., 2009; LEVANDER; MALMGREN, 1998; LINGE; LINGE, 1983; LINGE; LINGE, 1991).

Em contrapartida, Janson et al. (2016) selecionaram uma amostra de 54 pacientes portadores de má oclusão de Classe II que foram tratados sem extrações dentárias. Um grupo de pacientes foi tratado com auxílio de elásticos intermaxilares de Classe II, enquanto o outro foi tratado com aparelho extra-

oral. Através de radiografias periapicais de incisivos superiores e inferiores, foi avaliado o grau de RRAE ao final do tratamento. Como resultado, os autores não encontraram diferença na incidência de RRAE em ambos os grupos. Outros estudos publicados previamente a este não observaram associação entre o uso de elástico intermaxilar e RRAE (FONTANA et al., 2012; LEVANDER; MALMGREN, 1988; PATEL et al., 2012; SAMESHIMA; SINCLAIR, 2001b).

1.3.9 Outras variáveis do tratamento ortodôntico relacionadas com RRAE

Sameshima e Sinclair (2001b) observaram que o deslocamento horizontal do ápice radicular de incisivos centrais superiores foi significativamente associado com RRAE ao final do tratamento. O mesmo não foi observado para o deslocamento vertical destes dentes. Tais achados foram corroborados pelo estudo de Iglesias-Linares et al. (2017). Motokawa et al. (2012) observaram um maior deslocamento do ápice destes dentes nas direções horizontal e vertical no grupo que apresentou RRAE severa, quando comparado com pacientes com RRAE moderada. A meta-análise publicada por Segal, Schiffman e Tuncay (2004), assim como a revisão sistemática publicada por Tieu et al. (2014), concluíram que maiores deslocamentos radiculares durante o tratamento ortodôntico estariam relacionados com maiores níveis de RRAE.

Quanto aos tipos de movimentos, alguns estudos não relataram associação entre a extrusão e intrusão de incisivos com a incidência de RRAE ao final do tratamento (BAUMRIND; KORN; BOYD, 1996; IGLESIAS-LINARES et al., 2017; SAMESHIMA; SINCLAIR, 2001b). Oliveira et al. (2016) avaliaram os incisivos superiores de 11 pacientes tratados com extração de pré-molares, após a retração dos mesmos com arco de aço 0,019"x0,025" com alças. Em tomografias computadorizadas de feixe cônico, os autores não observaram diferença significativa no comprimento radicular entre os dois períodos avaliados (inicial e logo após a retração de incisivos). Barros et al. (2017) também avaliaram a retração de incisivos, porém com objetivo de identificar

possíveis diferenças no grau de RRAE após retração com e sem auxílio de ancoragem esquelética. Ao final do estudo, os autores não encontraram diferença estatística entre os grupos, porém nos pacientes em que foi utilizada ancoragem esquelética a frequência de RRAE severa foi maior. A retração de caninos superiores (JIANG et al., 2017) e a mesialização de primeiros molares inferiores (WINKLER et al., 2017) também já foram movimentos estudados e ambos resultaram em reabsorção dos dentes envolvidos na mecânica.

Duas revisões sistemáticas (ROSCOE; MEIRA; CATTANEO, 2015; WELTMAN et al., 2010) e alguns estudos experimentais (EROSS et al., 2015; NODA; ARAI; NAKAMURA, 2010) demonstraram que forças ortodônticas pesadas estão relacionadas com maiores chances de ocorrer reabsorção radicular, quando comparadas com forças mais leves. Apesar disto, Murphy et al. (2016) não relataram diferença no grau de reabsorção quando exercidos diferentes níveis de força.

Patterson et al. (2017) avaliaram o efeito da piezoincisão em pacientes cujos pré-molares seriam extraídos e observaram que, associado ao MDO, este procedimento pode aumentar o grau de reabsorção radicular.

Apesar do tratamento ortodôntico ser um fator etiológico para RRAE, estudos mostraram que uma pausa de 2 a 3 meses durante o tratamento pode favorecer o processo de cicatrização do cemento de dentes que sofreram RRAE e, com isso, diminuir o grau de RRAE (ROSCOE; MEIRA; CATTANEO, 2015; WELTMAN et al., 2010). Além disso, estudos em ratos mostraram que a aplicação de diodo emissor de luz (LED) (HIGASHI et al., 2017) e de *laser* (SUZUKI et al., 2016) puderam reduzir a reabsorção radicular gerada pelo MDO.

1.4 Fatores gerais relacionados com RRAE

1.4.1 Sexo

Pereira et al. (2016), ao estudarem 195 pacientes submetidos ao tratamento ortodôntico, observaram que em mulheres, os incisivos e caninos avaliados apresentaram uma média de 16,1% de redução no tamanho final da raiz, enquanto os homens apresentaram uma redução de 20,9%, em média, no tamanho da raiz, sendo essa diferença estatisticamente significativa. Tal achado está de acordo com um estudo prévio realizado por estes autores (PEREIRA et al., 2014) e com Baumrind, Korn e Boyd (1996), os quais relataram que homens apresentaram 1,2 mm a mais de RRAE do que mulheres, ao estudarem incisivos superiores de 81 adultos.

Em contrapartida, Levander e Malmgren (1988) observaram que mulheres foram mais acometidas por RRAE severa do que homens; dos 354 incisivos superiores avaliados em pacientes do sexo feminino, 23% apresentaram RRAE maior que um terço do comprimento inicial da raiz, enquanto 16% dos 256 incisivos avaliados em pacientes masculinos apresentaram RRAE severa.

Apesar dos estudos citados acima, a maioria dos estudos não observou diferença no grau de RRAE entre homens e mulheres (BARROS et al., 2017; DIBIASE et al., 2016; FONTANA et al., 2012; GUO et al., 2016; IGLESIAS-LINARES et al., 2014; IGLESIAS-LINARES et al., 2017; LEE; LEE, 2016; LINGE; LINGE, 1983; LINHARTOVA; CERNOCHOVA; IZAKOVICOVA HOLLA, 2013; LINHARTOVA et al., 2017; MAUÉS; NASCIMENTO; VILELLA, 2015; PATEL et al., 2012; PICANÇO et al., 2013; TOMOYASU et al., 2009).

1.4.2 Raça

Sameshima e Sinclair (2001a) avaliaram, em radiografias periapicais, o grau de RRAE em primeiros molares, primeiros e segundos pré-molares, caninos e incisivos de ambas as arcadas, de 868 pacientes, sendo 198 asiáticos, 516 brancos, 137 hispânicos e 17 africanos. Pacientes asiáticos foram os menos afetados por RRAE, enquanto os hispânicos foram os mais acometidos. Os pacientes africanos não foram considerados para análise estatística, devido ao baixo número de representantes nesta amostra. Em média, os incisivos centrais superiores de asiáticos reabsorveram menos 0,79 mm e menos 0,49 mm do que hispânicos e brancos, respectivamente; os incisivos laterais superiores menos 0,68 mm e menos 0,61 mm, respectivamente; os caninos superiores menos 0,71 mm e menos 0,21 mm, respectivamente; e os incisivos laterais inferiores menos 0,35 mm e menos 0,27 mm, respectivamente. Os demais dentes não apresentaram diferença estatisticamente significativa quanto ao grau de RRAE.

1.4.3 Idade

Fontana et al. (2012), ao avaliarem incisivos centrais superiores em radiografias periapicais, observaram que pacientes com mais de 14 anos de idade teriam mais 69% de chance de apresentar RRAE maior que 1,43 mm do que os pacientes mais novos. Utilizando metodologia semelhante, Picanço et al. (2013) dividiram a amostra em 2 grupos, sendo o primeiro composto por pacientes que não apresentaram RRAE ou que apresentaram RRAE suave (média de idade 16,79 anos) e o segundo grupo composto por pacientes com RRAE moderada a severa (média de idade 19,92 anos), e encontraram diferença estatisticamente significativa entre ambos em relação à idade de início do tratamento ortodôntico. Lee e Lee (2016) avaliaram dentes com tratamento endodôntico e compararam com seus respectivos contralaterais vitais. Em relação à idade, observaram que dentes tratados endodonticamente

em pacientes mais velhos reabsorveram mais do que em pacientes mais novos; entretanto, em dentes vitais, não foi possível detectar diferença no grau de RRAE. A maior suscetibilidade à RRAE em adultos pode ser justificada pelas alterações nos tecidos que ocorrem com a idade, como a membrana periodontal que se torna mais avascular e fina e o osso que fica mais denso e avascular (REITAN, 1985).

Apesar dos estudos acima demonstrarem que o envelhecimento seria um fator de risco para RRAE, diversos estudos não encontraram relação entre a idade de início do tratamento ortodôntico e o grau de RRAE ao final do tratamento (DIBIASE et al., 2016; IGLESIAS-LINARES et al., 2014; IGLESIAS-LINARES et al., 2017; JIANG et al., 2017; LINHARTOVA; CERNOCHOVA; IZAKOVICOVA HOLLA, 2013; LINHARTOVA et al., 2017; PEREIRA et al., 2016; PEREIRA et al., 2014).

1.4.4 Outros fatores gerais relacionados com RRAE

Após Newman (1975) e Harris, Kineret e Tolley (1997) terem descrito que a RRAE apresenta um componente hereditário como fator etiológico, diversos estudos envolvendo questões genéticas foram desenvolvidos (AL-QAWASMI et al., 2003a; AL-QAWASMI et al., 2003b; FONTANA et al., 2012; GULDEN et al., 2009; GUO et al., 2016; IGLESIAS-LINARES et al., 2012a, IGLESIAS-LINARES, et al., 2012b; IGLESIAS-LINARES et al., 2012c; IGLESIAS-LINARES et al., 2013; IGLESIAS-LINARES et al., 2014; LAGES et al., 2009; LINHARTOVA; CERNOCHOVA; IZAKOVICOVA HOLLA, 2013; LINHARTOVA et al., 2017; PEREIRA et al., 2014; PEREIRA et al., 2016, SHARAB et al., 2015; TOMOYASU et al., 2009; WU et al., 2013). O polimorfismo genético é uma variável bastante estudada, que diz respeito à existência de diferentes alelos de um mesmo gene, resultando em mudanças na sequência genética entre integrantes de uma certa população (LOSS; JOHN; LAINE, 2005; SCHORK; FALLIN; LANCHBURY, 2000). Em geral, os estudos sobre polimorfismo apresentaram resultados divergentes, sendo necessárias mais pesquisas para

melhor entendimento da real relação entre RRAE após o tratamento ortodôntico e as variáveis estudadas (AMINOSHARIAE et al., 2016).

Dos estudos que avaliaram a relação de polimorfismos genéticos com RRAE, apenas dois foram realizados em amostra brasileira. Lages et al. (2009) observaram uma associação positiva entre o polimorfismo da interleucina-1 beta (IL-1 β) e RRAE, ao avaliarem radiografias periapicais de incisivos superiores de 61 brasileiros submetidos ao tratamento ortodôntico. Fontana et al. (2012), utilizando uma metodologia semelhante, observaram uma associação positiva entre o polimorfismo do receptor *TaqI* da vitamina D e RRAE, ao estudarem uma amostra de 377 brasileiros.

Fatores sistêmicos já foram relacionados com RRAE, como desordens endócrinas, incluindo hipotireoidismo, hipopituitarismo e hiperpituitarismo (BREZNIAK; WASSERSTEIN, 1993b). Arita et al. (2016), em estudo experimental em ratos, observaram que os animais em que foi induzido diabetes sofreram menos RRAE do que os controles. Além disso, deficiências nutricionais, em especial relacionados ao cálcio e vitamina D, já foram relacionados com maior incidência de reabsorção, apesar de serem encontrados estudos com resultados controversos (BREZNIAK; WASSERSTEIN, 1993b).

Outros fatores têm sido estudados como possíveis fatores de risco para RRAE. Li et al. (2016) realizaram um estudo em ratos, em que aplicaram injeção contendo 7mg/kg de nicotina no grupo experimental que foi submetido ao MDO. Os autores concluíram que a exposição à nicotina resultou em aumento de odontoclastogênese e expressão de RANKL, agravando a reabsorção radicular durante o MDO. Kirschneck et al. (2017), em estudo experimental semelhante ao anterior, avaliaram a influência da aplicação oral de 3mg/kg de meloxicam, e observaram que este medicamento reduziu a reabsorção radicular e a velocidade do MDO, uma vez que ocorreu a diminuição de atividade osteoclástica e da expressão de PGE2, IL-6 e RANKL.

2 PROPOSIÇÃO

O objetivo deste trabalho foi identificar possíveis fatores de risco para RRAE de incisivos superiores, ao final do tratamento ortodôntico, dentre as seguintes variáveis:

- a) fatores clínicos: diferença entre incisivo central e lateral, forma e tamanho de raiz, classificação de Angle, transpasse horizontal e vertical, e padrão esquelético;
- b) fatores relacionados ao tratamento ortodôntico: tempo e local de tratamento, extração de pré-molar superior, tratamento em 2 fases, expansão maxilar, prescrição do bráquete, cirurgia ortognática, e uso de elásticos intermaxilares;
- c) fatores gerais: sexo, raça e idade.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Aspectos éticos

O projeto de Pesquisa foi submetido à Plataforma Brasil (CAAE: 56624016.0.1001.5259). A coleta de dados deste estudo foi iniciada após a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Pedro Ernesto (CEP/HUPE), da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), que emitiu parecer consubstanciado número 1.605.015, data da relatoria: 24/06/2016 (ANEXO).

3.2 Tipo de estudo e seleção da amostra

Realizou-se um estudo retrospectivo multicêntrico, no qual foram selecionadas documentações de pacientes em fase de contenção pós-tratamento ortodôntico de três instituições: Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas) e Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Os pacientes receberam tratamento ortodôntico entre os anos 1980 e 2016, sendo avaliadas 2670 documentações no total. Após aplicados os critérios de inclusão e exclusão, a amostra foi, então, composta por 564 pacientes, dos quais 434 foram tratados na UERJ, 24 na PUC Minas e 106 na UFMG.

Para avaliação da RRAE, foram escolhidos os quatro incisivos superiores devido a sua mais alta suscetibilidade à reabsorção radicular já relatada na literatura. Sendo assim, dos 564 pacientes incluídos neste estudo, foram avaliados 2173 dentes.

3.2.1 Critérios de inclusão

Para que fosse incluído na amostra, o paciente deveria estar na fase de contenção do tratamento ortodôntico e possuir os seguintes registros em bom estado de conservação:

- a) ficha de anamnese completa;
- b) ficha de procedimentos realizados ao longo do tratamento ortodôntico;
- c) radiografias periapicais inicial e final de pelo menos um incisivo central ou lateral superiores, sendo a radiografia final realizada em até seis meses após o final do tratamento ortodôntico ativo;
- d) radiografia cefalométrica de perfil inicial.

3.2.2 Critérios de exclusão

Os seguintes critérios de exclusão foram estabelecidos:

- a) histórico de trauma nos incisivos superiores;
- b) tratamento endodôntico no incisivo superior que seria avaliado;
- c) presença de restauração na borda incisal do dente que seria avaliado;
- d) formação radicular incompleta;
- e) ter realizado tratamento ortodôntico corretivo prévio;
- f) tratamento ortodôntico não finalizado;
- g) possuir desordens sistêmicas ou síndromes.

3.3 Fatores avaliados

Toda coleta de dados foi realizada por dois examinadores (E1 e E2), que foram previamente calibrados para avaliação das fichas e radiografias, assim como para as medições realizadas.

Na ficha de anamnese, foram coletados os dados abaixo e classificados da seguinte forma:

- a) local de tratamento: tratamento ortodôntico realizado na UERJ, PUC Minas ou UFMG;
- b) sexo: feminino ou masculino;
- c) raça: amarela, branca, indígena, parda ou preta;
- d) idade ao início do tratamento ortodôntico;
- e) classificação de Angle: Classe I, Classe II 1^a divisão, Classe II 2^a divisão ou Classe III;
- f) transpasse horizontal: normal (0 a 3 mm), negativo (< 0 mm) ou aumentado (> 3 mm);
- g) transpasse vertical: normal (1 a 3 mm), sobremordida exagerada (> 3 mm) ou mordida aberta (< 1 mm);
- h) padrão esquelético: Classe I ($ANB = 0^\circ$ a 4°), Classe II ($ANB > 4^\circ$) ou Classe III ($ANB < 0^\circ$).

Na radiografia cefalométrica de perfil inicial foram verificadas as medidas de ANB, transpasse horizontal e vertical.

Na ficha de procedimentos realizados ao longo do tratamento ortodôntico, foram coletados os dados abaixo e classificados da seguinte forma:

- a) tempo de tratamento ortodôntico: considerado desde o primeiro aparelho ortodôntico instalado em incisivos superiores até a remoção do aparelho. Caso o paciente tenha realizado tratamento em duas fases, o período entre as duas fases do tratamento não foi incluído na contagem final;

- b) extração de pré-molar superior: sim (extração de um ou mais pré-molares superiores durante o tratamento) e não (sem extração ou extração de outro dente superior e/ou inferior que não pré-molar superior);
- c) tratamento em 2 fases: sim (sendo utilizado na primeira fase algum tipo de aparelho extra-oral ou funcional) e não (tratamento realizado em uma única fase);
- d) expansão maxilar: sim (utilizado algum tipo de expansor maxilar, fixo ou removível) e não (não utilizado nenhum tipo de expansor maxilar);
- e) prescrição do bráquete: *standard edgewise* ou pré-ajustado. Caso tenha sido utilizado diferentes prescrições em um mesmo paciente, foi considerada aquela utilizada nos incisivos superiores;
- f) cirurgia ortognática: sim (qualquer tipo de cirurgia ortognática, exceto mentoplastia isolada) e não (tratamento ortodôntico sem cirurgia ortognática);
- g) elástico classe II: sim (utilizado elástico intermaxilar com vetor de classe II, independente da força e duração) e não (tratamento sem auxílio de elástico intermaxilar com vetor de classe II);
- h) elástico anterior: sim (utilizado elástico intermaxilar na região anterior, independente do vetor, força e duração) e não (tratamento sem auxílio de elástico intermaxilar na região anterior).

Na radiografia periapical inicial, foram coletados os dados abaixo e classificados da seguinte forma:

- a) dente: incisivo central ou incisivo lateral;
- b) forma inicial da raiz: rombóide, triangular, dilacerada ou pipeta, baseado na classificação proposta por Consolaro (CONSOLARO, 2005). Em casos de dúvidas, ambos examinadores avaliavam juntos o dente para chegar a um consenso. (Figura 1);
- c) tamanho da raiz: medida do ponto central da linha que une os pontos mesial e distal da junção amelocementária (JAC) até o ápice radicular. Em casos de raiz dilacerada, somou-se duas

medidas: ponto central da linha JAC até o ponto de interseção entre o longo eixo do dente e da porção radicular dilacerada, e deste ponto até o ápice radicular (Figura 2).

Figura 1 - Classificação da forma inicial da raiz

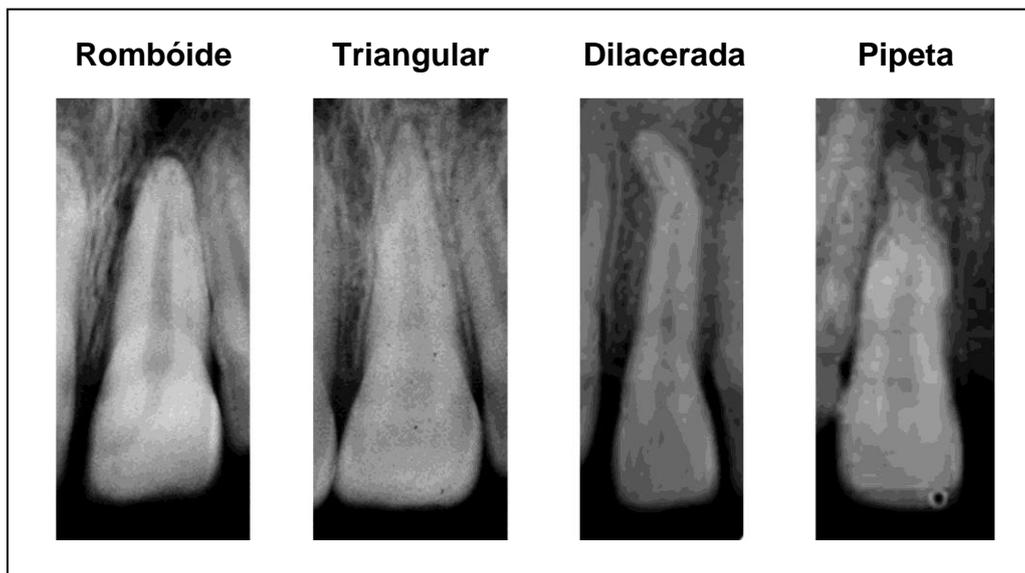
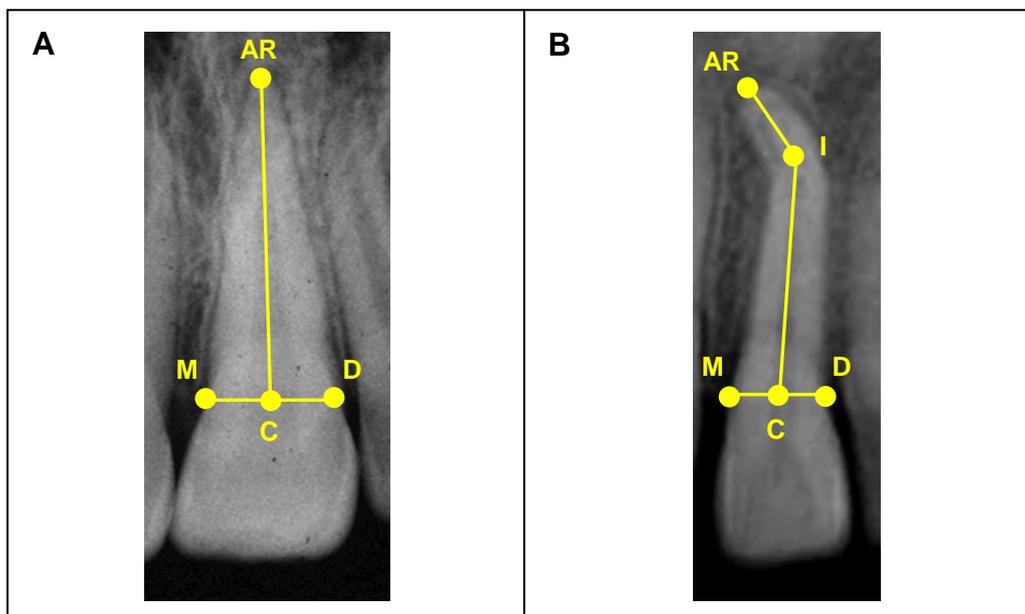


Figura 2 - Pontos de referência para medir o tamanho da raiz



Legenda: pontos marcados em (A) raiz rombóide, triangular, com forma de pipeta e (B) dilacerada; AR - ápice radicular; M - ponto mesial da JAC; D - ponto distal da JAC; C - ponto central da linha que une M e D; I - ponto de interseção do longo eixo do dente, a partir de C, e do longo eixo da porção radicular dilacerada, a partir de AR.

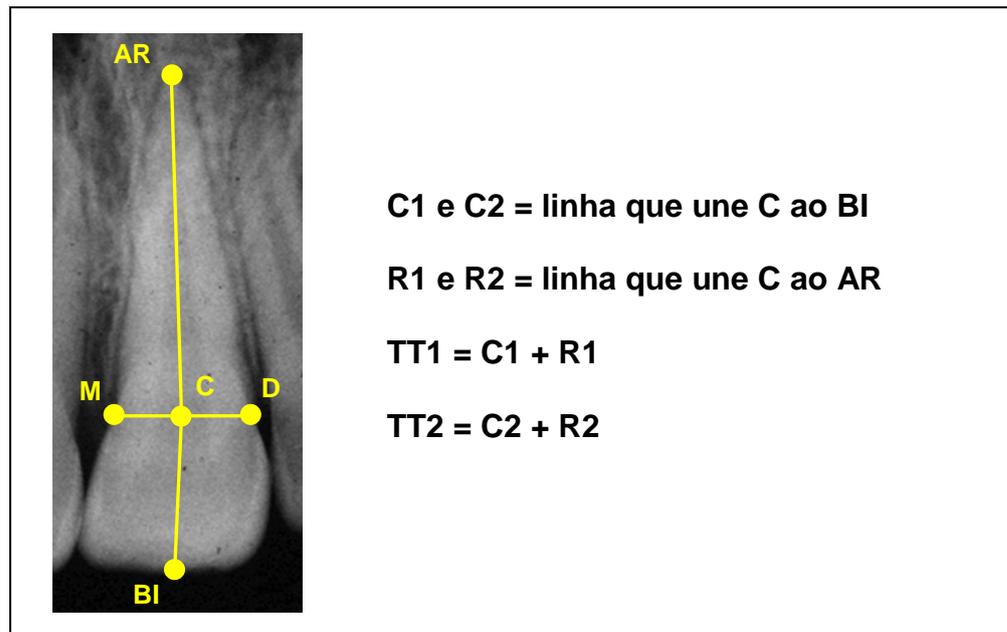
3.4 Mensuração da RRAE

As radiografias periapicais inicial e final foram digitalizadas (resolução de 300 dpi e 256 níveis de cinza) no escâner HP Scanjet 4890 e salvos no formato .JPEG (Joint Photographic Experts Group). Para que as medidas fossem realizadas, as radiografias foram importadas pelo *software* Image J (National Institutes of Health, Maryland, USA), onde poderiam ser ampliadas e manipuladas quanto à nitidez da imagem para melhor visualização dos dentes. Para calibrar o tamanho da imagem, foi utilizado como medida de referência o comprimento do filme radiográfico (40 mm). No momento da medição, os examinadores eram cegos quanto ao tempo da radiografia (inicial ou final) e ao paciente avaliado.

Para a mensuração da quantidade de RRAE de cada incisivo superior, foram realizadas as seguintes medidas (Figura 3):

- a) tamanho da coroa: mensurado do ponto central da borda incisal até o ponto central da linha JAC. Essa medida foi realizada em dois tempos: C1 (antes do tratamento ortodôntico, mensurada na radiografia inicial) e C2 (após o tratamento ortodôntico, mensurada na radiografia final);
- b) tamanho da raiz: mensurado do ponto central da linha JAC até o ápice radicular, seguindo o longo eixo do dente. Essa medida foi realizada em dois tempos: R1 (antes do tratamento ortodôntico, mensurada na radiografia inicial) e R2 (após o tratamento ortodôntico, mensurada na radiografia final). Em casos de raiz dilacerada, somou-se duas medidas como ilustrado na figura 2;
- c) tamanho total do dente: essa medida foi obtida com a soma de C1+R1 e C2+R2, resultando nas medidas TT1 (tamanho total do dente antes do tratamento ortodôntico) e TT2 (tamanho total do dente após o tratamento ortodôntico).

Figura 3 - Pontos e linhas utilizados para mensurar a RRAE



Legenda: AR - ápice radicular; M - ponto mesial da JAC; D - ponto distal da JAC; C - ponto central da linha que une M e D; BI - ponto central da borda incisal; C1 - tamanho inicial da coroa; C2 - tamanho final da coroa; R1 - tamanho inicial da raiz; R2 - tamanho final da raiz; TT1 - tamanho total inicial do dente; TT2 - tamanho total final do dente.

Para o cálculo da RRAE, foi aplicada a seguinte regra de três descrita por Linge e Linge (1983): $R1-R2 [C1/C2]$, em que o fator de amplificação é definido por $C1/C2$, assumindo-se que o tamanho da coroa não sofreu alteração ao longo do tratamento.

Os dentes foram classificados de acordo com a magnitude de RRAE, sendo considerados afetados os incisivos que apresentaram RRAE maior ou igual a 2 mm. Os demais dentes foram considerados como não afetados por RRAE.

3.5 Análise Estatística

Toda análise estatística foi feita pelo *software* IBM SPSS Statistics 21[®] (IBM Corp., Armonk, NY, USA). Os gráficos e tabelas foram gerados no Microsoft Excel[®] versão 2007 (Microsoft Corporation, Redmond, USA).

Foi feita análise descritiva da amostra, em que foram observadas as frequências das variáveis categóricas e as médias com desvio padrão (DP) das variáveis contínuas.

Foram selecionados, aleatoriamente, 120 dentes para serem avaliados quanto à RRAE 2 vezes, com intervalo de 15 dias, por ambos examinadores. Para avaliar a reprodutibilidade intra e interexaminador, foi aplicado o teste kappa e calculado o percentual de concordância.

A associação entre os fatores estudados e a ocorrência de RRAE foi feita através de regressão logística binária múltipla para estimar o valor da razão de chances (odds ratios - OR), em conjunto com a equação de estimativa generalizada, de modo a considerar mais de um dente por paciente. Inicialmente, foi feito um modelo de regressão univariada e, posteriormente, ajustou-se o modelo de regressão para todos os fatores estudados. O modelo de regressão final foi ajustado apenas para os fatores que apresentaram um OR significativo nos dois modelos anteriores (valores de $p < 0,05$). No modelo final, foi estimado o intervalo de confiança de 95% para os valores de OR.

4 RESULTADOS

A análise descritiva da amostra pode ser observada nas tabelas 1 e 2. Dentre os 2173 incisivos superiores avaliados, 1080 eram incisivos centrais e 1093 eram incisivos laterais. No total, 810 dentes (37,3%) foram afetados pela RRAE, enquanto 1363 dentes (62,7%) não foram afetados pela RRAE. Os incisivos laterais apresentaram maior frequência de RRAE (41,8%) do que os incisivos centrais (32,7%) (Gráfico 1). Foram avaliadas 1434 raízes rombóides, 388 raízes triangulares, 241 raízes dilaceradas e 110 raízes com forma de pipeta. As raízes rombóides apresentaram menor frequência de RRAE (30,8%), enquanto as raízes dilaceradas foram as mais afetadas (59,3%), seguido das raízes em forma de pipeta (48,2%) e triangulares (44,3%) (Gráfico 2).

Tabela 1 - Análise descritiva dos dados categóricos por paciente (continua)

	Fatores	Frequência (%)
Sexo	Masculino	231 (41)
	Feminino	333 (59)
Raça	Amarela	0 (0)
	Branca	407 (72,2)
	Indígena	0 (0)
	Parda	88 (15,6)
	Preta	69 (12,2)
Classificação de Angle	Classe I	298 (52,8)
	Classe II 1 ^a divisão	192 (34)
	Classe II 2 ^a divisão	26 (4,7)
	Classe III	48 (8,5)
Transpasse horizontal	Normal	253 (44,9)
	Negativo	8 (1,4)
	Aumentado	303 (53,7)
Transpasse vertical	Normal	250 (44,3)
	Sobremordida exagerada	231 (41)
	Mordida aberta	83 (14,7)

Tabela 1 - Análise descritiva dos dados categóricos por paciente (conclusão)

Padrão esquelético	Classe I	272 (48,2)
	Classe II	252 (44,7)
	Classe III	40 (7,1)
Local de tratamento	UERJ	434 (77)
	PUC Minas	24 (4,3)
	UFMG	106 (18,7)
Extração de pré-molar superior	Não	385 (68,3)
	Sim	179 (31,7)
Tratamento em 2 fases	Não	473 (83,9)
	Sim	91 (16,1)
Expansão maxilar	Não	504 (89,4)
	Sim	60 (10,6)
Prescrição do bráquete	<i>Standard edgewise</i>	282 (50)
	Pré-ajustado	282 (50)
Cirurgia ortognática	Não	527 (93,4)
	Sim	37 (6,6)
Elástico classe II	Não	262 (46,5)
	Sim	302 (53,5)
Elástico anterior	Não	396 (70,2)
	Sim	168 (29,8)

Tabela 2 - Análise descritiva dos dados contínuos

Fatores	Média \pm DP	Mínimo	Máximo
Tamanho da raiz (mm)	15,75 + 2,49	6,43	24,59
Idade (anos)	15,21 + 7,39	8	57,1
Tempo de tratamento (meses)	53,26 + 27,12	8	182

Legenda: DP: desvio-padrão.

Gráfico 1 - Frequência de RRAE em incisivos centrais e incisivos laterais

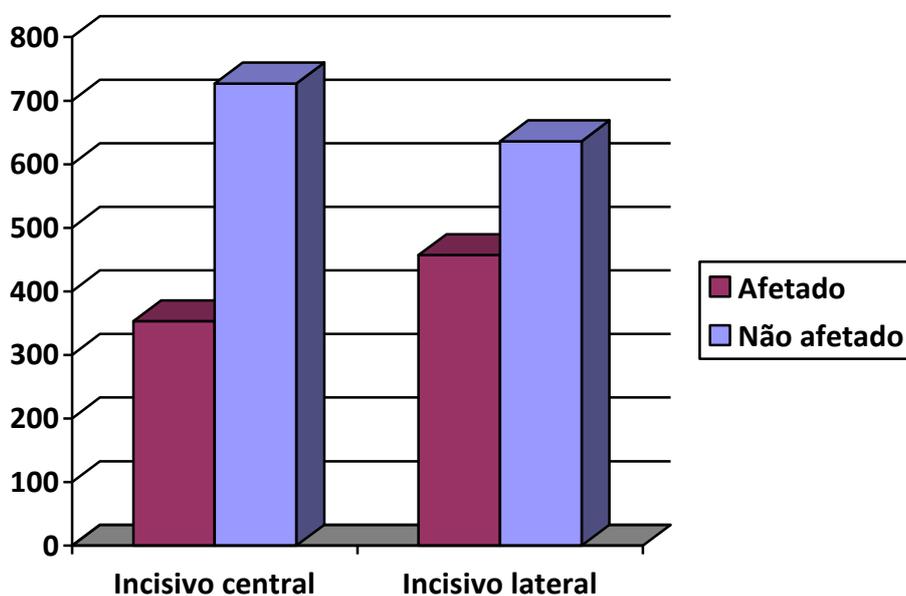
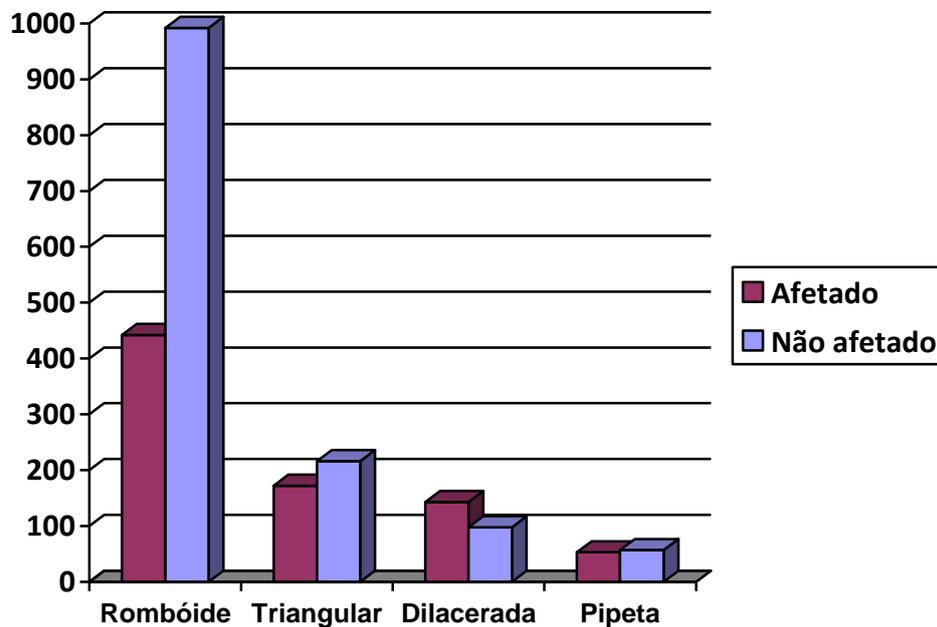


Gráfico 2 - Frequência de RRAE de acordo com a forma inicial da raiz



O teste Kappa apresentou um grau de concordância substancial para avaliação intraexaminador do E1 e para avaliação interexaminador, e um grau de concordância quase perfeito para avaliação intraexaminador do E2, segundo a classificação proposta por Landis e Koch (1977) (Tabela 3).

Tabela 3 - Teste Kappa para avaliação intra e interexaminador

Avaliação	Concordância (%)	Kappa
Intraexaminador		
E1	89,2	0,778
E2	93,3	0,863
Interexaminador		
	86,6	0,727

Legenda: E1: examinador 1; E2: examinador 2.

O modelo de regressão multivariada final mostrou que o incisivos laterais superiores apresentaram maiores chances de serem acometidos por RRAE (OR = 1,54; IC 95% = 1,25 - 1,83; $p < 0,001$) quando comparados com incisivos centrais superiores, assim como incisivos com raiz dilacerada (OR = 2,26; IC 95% = 1,53 - 3,36; $p < 0,001$) e raízes mais longas (OR = 1,29; IC 95% = 1,2 - 1,37; $p < 0,001$). Quando avaliadas as características da má oclusão, observou-se que pacientes com transpasse horizontal aumentado foram mais propensos à RRAE (OR = 1,58; IC 95% = 1,1 - 2,25; $p = 0,012$) do que pacientes com transpasse normal, enquanto pacientes com sobremordida exagerada apresentaram menos chances de RRAE (OR = 0,67; IC 95% = 0,45 - 0,98; $p = 0,039$) do que pacientes com sobremordida normal. Dentre as variáveis relacionadas ao tratamento ortodôntico, a extração de pré-molares superiores foi um fator que aumentou a chance de RRAE (OR = 1,70; IC 95% = 1,18 - 2,45; $p = 0,004$), enquanto pacientes que realizaram tratamento em duas fases tiveram menos chances de RRAE (OR = 0,59; IC 95% = 0,36 - 0,97; $p = 0,037$) do que pacientes tratados em uma única fase. Os demais fatores avaliados neste estudo não apresentaram OR estatisticamente significativos (Tabela 4).

Tabela 4 - Regressão logística binária univariada, multivariada ajustada e multivariada final (continua)

Fatores	Regressão univariada			Regressão multivariada ajustada			Regressão multivariada final			
	β	p	OR	β	p	OR	β	p	OR	IC
Dente										
Incisivo central			1,00			1,00			1,00	
Incisivo lateral	0,392	< 0,001*	1,48	0,44	< 0,001*	1,55	0,43	< 0,001*	1,54	1,25 - 1,83
Forma inicial da raiz										
Rombóide			1,00			1,00			1,00	
Triangular	0,581	0,001*	1,79	0,322	0,1	1,38	0,362	0,06	1,44	0,98 - 2,09
Dilacerada	1,186	< 0,001*	3,27	0,808	< 0,001*	2,24	0,817	< 0,001*	2,26	1,53 - 3,36
Pipeta	0,736	0,003*	2,09	0,46	0,088	1,58	0,537	0,052	1,71	0,99 - 2,94
Tamanho da raiz	0,221	< 0,001*	1,25	0,266	< 0,001*	1,3	0,253	< 0,001*	1,29	1,2 - 1,37
Sexo										
Masculino			1,00			1,00				
Feminino	-0,125	0,406	0,88	0,201	0,244	1,22				
Raça										
Branca			1,00			1,00				
Parda	0,13	0,5	1,14	0,098	0,659	1,11				
Preta	0,278	0,247	1,32	-0,006	0,982	0,99				
Idade	0,017	0,11	1,02	0,005	0,694	1,00				

Tabela 4 - Regressão logística binária univariada, multivariada ajustada e multivariada final (continuação)

Fatores	Regressão univariada			Regressão multivariada ajustada			Regressão multivariada final			
	β	p	OR	β	p	OR	β	p	OR	IC
Classificação de Angle										
Classe I			1,00			1,00				
Classe II 1ª divisão	0,112	0,492	1,12	0,033	0,868	1,03				
Classe II 2ª divisão	-0,257	0,419	0,77	0,163	0,66	1,18				
Classe III	-0,268	0,354	0,76	-0,634	0,063	0,53				
Transpasse horizontal										
Normal			1,00			1,00			1,00	
Negativo	-0,48	0,55	0,62	-0,744	0,45	0,47	-0,715	0,4	0,49	0,09 - 2,58
Aumentado	0,505	0,001*	1,66	0,49	0,014*	1,63	0,455	0,012*	1,58	1,1 - 2,25
Transpasse vertical										
Normal			1,00			1,00			1,00	
Sobremordida exagerada	0,034	0,83	1,03	-0,431	0,034*	0,65	-0,405	0,039*	0,67	0,45 - 0,98
Mordida aberta	0,396	0,079	1,49	0,221	0,397	1,25	0,228	0,356	1,26	0,77 - 2,04
Padrão esquelético										
Classe I			1,00			1,00				
Classe II	-0,036	0,91	0,96	-0,242	0,549	0,78				
Classe III	0,076	0,81	1,08	-0,06	0,874	0,94				
Tempo de tratamento	0,012	< 0,001*	1,01	0,007	0,044*	1,01	0,007	0,06	1,01	1 - 1,01

Tabela 4 - Regressão logística binária univariada, multivariada ajustada e multivariada final (continuação)

Fatores	Regressão univariada			Regressão multivariada ajustada			Regressão multivariada final				
	β	p	OR	β	p	OR	β	p	OR	IC	
Local de tratamento											
UERJ			1,00			1,00			1,00		
PUCMG	-0,419	0,257	0,66	-0,671	0,098	0,51	-0,695	0,083	0,5	0,23 - 1,09	
UFMG	-0,518	0,003*	0,59	-0,435	0,113	0,65	-0,425	0,077	0,65	0,41 - 1,05	
Extração de pré-molar superior											
Não			1,00			1,00			1,00		
Sim	0,601	< 0,001*	1,82	0,489	0,009*	1,63	0,533	0,004*	1,7	1,18 - 2,45	
Tratamento em 2 fases											
Não			1,00			1,00			1,00		
Sim	-0,554	0,009*	0,57	-0,555	0,052	0,57	-0,521	0,037*	0,59	0,36 - 0,97	
Expansão maxilar											
Não			1,00			1,00					
Sim	-0,02	0,932	0,98	0,367	0,17	1,44					
Prescrição do bráquete											
<i>Standard edgewise</i>			1,00			1,00					
Pré-ajustado	-0,196	0,186	0,82	-0,006	0,976	0,99					

Tabela 4 - Regressão logística binária univariada, multivariada ajustada e multivariada final (conclusão)

Fatores	Regressão univariada			Regressão multivariada ajustada			Regressão multivariada final			
	β	p	OR	β	p	OR	β	p	OR	IC
Cirurgia ortognática										
Não			1,00			1,00				
Sim	0,426	0,187	1,53	0,427	0,293	1,53				
Elástico classe II										
Não			1,00			1,00				
Sim	0,206	0,166	1,23	0,167	0,33	1,18				
Elástico anterior										
Não			1,00			1,00				
Sim	0,231	0,154	1,26	-0,087	0,665	0,92				

Legenda: *: estatisticamente significativo, considerando-se $p < 0,05$; OR: razão de chances; IC: intervalo de confiança de 95%.

5 DISCUSSÃO

Com objetivo de identificar possíveis fatores associados à RRAE, diversas variáveis clínicas e relacionadas ao tratamento ortodôntico já foram descritas na literatura, sendo a maioria delas com resultados conflitantes. Além da heterogeneidade da amostra, o número de participantes estudados e a diferença na metodologia utilizada em cada trabalho poderia justificar essa divergência de resultados, como critérios de inclusão e exclusão, métodos de avaliação e classificação de RRAE, e população estudada.

Na metodologia utilizada neste trabalho, a mensuração de RRAE foi feita através de radiografias periapicais de incisivos superiores, assumindo-se que o tamanho da coroa não sofreu alteração ao longo do tratamento, como proposto por Linge e Linge (1983). Apesar de muitos estudos utilizarem radiografia panorâmica, Sameshima e Asgarifar (2001), ao avaliarem a forma radicular e a magnitude de RRAE em radiografias panorâmicas e periapicais, observaram que estas últimas são mais precisas, já que as radiografias panorâmicas podem superestimar o grau de RRAE em 20%. Em relação aos estudos que avaliaram tomografias computadorizadas, os resultados encontrados poderiam ser considerados mais precisos, uma vez que a quantificação do grau de RRAE foi obtido por um método que permite uma avaliação tridimensional desta alteração patológica. Entretanto, por ser um exame que não faz parte da documentação ortodôntica solicitada de forma rotineira, ter um custo mais elevado e submeter o paciente a maior radiação, o tamanho da amostra desses estudos costuma ser mais reduzido, sendo esta uma desvantagem em relação às radiografias periapicais. Freitas et al. (2013) avaliaram o grau de RRAE em radiografias periapicais e tomografias computadorizadas de feixe cônico após tratamento ortodôntico e não encontraram diferença na frequência de incisivos superiores afetados considerando ambos os métodos. Quanto ao fator de amplificação utilizado, Brezniak et al. (2004) compararam três métodos para mensurar RRAE em radiografias periapicais e concluíram que o método utilizado por Linge e Linge (1983) foi o mais preciso, sendo portanto o escolhido para este estudo.

Os incisivos superiores foram escolhidos para análise já que são os dentes mais acometidos por RRAE ao final do tratamento ortodôntico (HARRIS;

KINERET; TOLLEY, 1997; FREITAS et al., 2013; MAUÉS; NASCIMENTO; VILELLA, 2015; NEWMAN, 1975; PEREIRA et al, 2016; SAMESHIMA; SINCLAIR, 2001a; TOMOYASU et al., 2009). Além disso, foi escolhido o ponto de corte em 2 mm para definir se o dente foi ou não afetado por RRAE para evitar possível superestimação da ocorrência de RRAE que poderia acontecer por limitação da imagem radiográfica (LAGES et al., 2009), e por ser a referência utilizada por grande parte dos estudos, permitindo assim a comparação dos resultados encontrados (AL-QAWASMI et al., 2003a; BRIN et al., 2003; DIBIASE et al., 2016; GULDEN et al., 2009; IGLESIAS-LINARES et al., 2017; LINHARTOVA; CERNOCHOVA; IZAKOVICOVA HOLLA, 2013; TOMOYASU et al., 2009).

Inicialmente, dezenove fatores selecionados para este estudo potencialmente associados à RRAE foram avaliados em um modelo de regressão univariada. Posteriormente, ajustou-se o modelo de regressão para todos os fatores estudados, com intuito de eliminar possíveis fatores de confundimento. O modelo de regressão final foi ajustado apenas para os nove fatores que apresentaram um OR significativo nos dois modelos anteriores: incisivo central e lateral, forma e tamanho radicular, transpasse horizontal e vertical, extração de pré-molar superior, tratamento em 2 fases, tempo e local de tratamento.

Os incisivos laterais foram mais acometidos por RRAE do que os incisivos centrais, corroborando estudos prévios (FREITAS et al., 2013; PEREIRA et al., 2016; SAMESHIMA; SINCLAIR, 2001a). Em geral, estes dentes são expostos a maior deslocamento radicular durante a correção da má oclusão, função e melhora da estética do sorriso. Além disso, a morfologia radicular faz com que haja concentração de força no ápice da raiz, favorecendo à RRAE nestes dentes (BREZNIAK; WASERSTEIN, 1993b). Quanto ao tamanho das raízes avaliadas, foi visto no presente estudo que a cada milímetro a mais no comprimento de raiz, as chances de ocorrer RRAE aumentaram em 29%, confirmando os achados de outros estudos que encontraram uma associação positiva entre RRAE e raízes mais longas (ARTUN et al, 2009; FONTANA et al., 2012). Isto pode ser explicado uma vez que quanto maior a distância do ápice radicular para o ponto de aplicação da força ortodôntica, maior seu deslocamento nos movimentos de inclinação.

Incisivos com forma radicular diferente de rombóide também foram mais acometidos por RRAE, principalmente as raízes dilaceradas, como relatado por outros estudos (LEVANDER; MALMGREN; STENBACK, 1998; SAMESHIMA; SINCLAIR, 2001a). Apesar de não existir uma clara justificativa, sugere-se que a alteração no desenvolvimento que gerou o desvio radicular pode estar associado com a maior suscetibilidade à RRAE nessa região (SAMESHIMA; SINCLAIR, 2001a).

Quanto às características da má oclusão, pacientes com transpasse horizontal aumentado foram mais propensos à RRAE ao final do tratamento do que aqueles com transpasse normal, assim como relatado por outros estudos (ARTUN et al., 2009; BRIN et al., 2003; MAUÉS; NASCIMENTO; VILELLA, 2015; PATEL et al., 2012; SAMESHIMA; SINCLAIR, 2001a). Transpasse horizontal aumentado pressupõe maior deslocamento radicular dos incisivos superiores durante a correção da má oclusão, o que explicaria o porquê desta característica ser um fator de risco para RRAE. Além disso, Linge e Linge (1991) relacionaram o transpasse horizontal aumentado com utilização de arcos ortodônticos retangulares com torques ativos e histórico de trauma dentário, fatores estes que também já foram descritos como de risco para RRAE. Em relação ao transpasse vertical, os pacientes com sobremordida exagerada foram menos afetados por RRAE do que aqueles com transpasse normal. Uma vez que na análise de regressão univariada este fator não foi associado com RRAE, existe a possibilidade de ter havido interação entre sobremordida exagerada e outro fator estudado.

Quanto aos fatores relacionados ao tratamento ortodôntico, o tratamento com extração de pré-molar foi um fator de risco para ocorrência de RRAE. Apesar de existirem trabalhos que corroborem este achado (FONTANA et al., 2012; FREITAS et al., 2013; MAUÉS; NASCIMENTO; VILELLA, 2015; MOTOKAWA et al., 2012; PEREIRA et al., 2016; PEREIRA et al., 2014; PICANÇO et al., 2013), outros discordam desta associação (DIBIASE et al., 2016; IGLESIAS-LINARES et al., 2013; IGLESIAS-LINARES et al., 2014; LEE; LEE, 2016; LINHARTOVA; CERNOCHOVA; IZAKOVICOVA HOLLA, 2013; LINHARTOVA et al., 2017; PANDIS et al., 2008; SHARAB et al., 2015; TOMOYASU et al., 2009). Diferenças nos dentes avaliados e combinações de dentes extraídos, assim como falta de padronização na mecânica e na força

aplicada para fechamento de espaço da extração podem justificar essa divergência de resultados. Segundo Artun et al. (2009), o tratamento com extrações pode ser considerado um fator que representa maior quantidade de MDO e, por isso, seria um fator de risco para RRAE.

Pacientes que realizaram o tratamento ortodôntico em 2 fases apresentaram 41% menos chance de desenvolverem RRAE. Esta menor suscetibilidade também foi relatada por Brin et al. (2003). De acordo com estes autores, a modificação precoce do crescimento em pacientes Classe II, que reduz a severidade do transpasse horizontal, pode ser um fator importante na redução do risco de RRAE ao final do tratamento ortodôntico. Portanto, apesar do tratamento em 2 fases não ser mais eficiente do que o tratamento tardio, no que diz respeito a correção da má oclusão de Classe II, outra vantagem, além da redução do risco de trauma dentário nos incisivos superiores projetados (THIRUVENKATACHARI et al., 2015), poderia ser a menor suscetibilidade destes pacientes em desenvolver RRAE ao final do tratamento ortodôntico, de acordo com os achados do presente estudo.

O fato dos pacientes serem tratados em diferentes locais não teve associação com o grau de RRAE, assim como relatado por Artun et al. (2009). Quanto ao tempo de tratamento, o valor de OR indicou que a cada mês de tratamento, a chance de RRAE aumenta em 1%. Entretanto, este resultado não foi estatisticamente significativo no modelo de regressão final e, portanto, o tempo de tratamento não foi considerado como fator de risco para RRAE, apesar de estudos na literatura terem associado positivamente a RRAE com tempo de tratamento prolongado (BRIN et al., 2003; JIANG et al., 2017; LEE; LEE, 2016; LINHARTOVA et al., 2017; MAUÉS; NASCIMENTO; VILELLA, 2015; PANDIS et al., 2008; PATEL et al., 2012; PEREIRA et al., 2016; PEREIRA et al., 2014; PICANÇO et al., 2013; SHARAB et al., 2015). Considerando-se que esta amostra foi composta por pacientes tratados em instituições de ensino, deve-se considerar que recessos durante o calendário acadêmico podem interromper o tratamento ativo destes pacientes por alguns meses. Acar et al. (1999), mostraram que a aplicação de forças contínuas resultaram em maiores níveis de RRAE do que forças descontínuas. Portanto, mesmo havendo longos períodos de tratamento, não foi possível correlacionar o aumento de RRAE com esta variável.

O presente estudo foi capaz de reunir uma amostra de 564 pacientes, submetidos ao tratamento ortodôntico corretivo em três diferentes instituições, para que pudessem ser identificados possíveis fatores de risco para RRAE após tratamento ortodôntico em um total de 2173 incisivos avaliados. De acordo com nosso conhecimento, esta foi uma das maiores amostras já estudadas em brasileiros. Outro estudo realizado com grande número de brasileiros foi o de Fontana et al. (2012), que avaliaram 377 pacientes, porém a RRAE foi avaliada após 6 meses do início do tratamento ortodôntico. Logo, possíveis encurtamentos radiculares que poderiam ter ocorrido após este tempo não foram detectados, ao contrário do presente estudo, que avaliou RRAE após o final do tratamento ortodôntico. Uma vez que diferenças entre povos já foi descrito na literatura (SAMESHIMA; SINCLAIR, 2001a), é importante considerarmos que características inerentes de cada população podem interferir no processo de RRAE e, assim, existirem diferentes fatores associados com RRAE entre os povos.

Como limitação deste trabalho, pode-se citar o modelo de estudo retrospectivo, uma vez que não é possível a seleção de um grupo controle para comparação dos achados e a coleta de dados de fatores relacionados com o tratamento e aqueles descritos na anamnese não ser tão precisa quanto em estudos prospectivos, e o fato de ser um estudo radiográfico que pode limitar a visualização de RRAE, apesar de terem sido utilizadas radiografias periapicais que, dentre as opções de exames bidimensionais, seria a forma mais adequada. Sugere-se que novos trabalhos prospectivos que avaliem tomografias computadorizadas sejam realizados, a fim de esclarecer se existem e quais seriam as características clínicas e genéticas do paciente que indiquem ao ortodontista maior suscetibilidade à RRAE, assim como quais seriam as alternativas de tratamento mais associadas com RRAE ao final do tratamento ortodôntico.

CONCLUSÃO

De acordo com o que foi proposto, após análise de radiografias periapicais de incisivos laterais e centrais superiores ao início e ao final do tratamento ortodôntico, foi possível concluir que foram mais suscetíveis à RRAE:

- a) dentre os fatores clínicos: os incisivos laterais superiores; os incisivos superiores com raízes mais longas; os incisivos superiores com raízes dilaceradas; pacientes com transpasse horizontal aumentado;
- b) dentre os fatores relacionados ao tratamento ortodôntico: pacientes submetidos ao tratamento com extração de pré-molar superior.
Pacientes que realizaram tratamento em 2 fases foram menos afetados por RRAE;
- c) dentre os fatores gerais avaliados, nenhuma das variáveis estudadas foi associada positivamente com RRAE.

Portanto, aspectos relacionados à morfologia radicular e fatores relacionados com a quantidade de deslocamento radicular puderam ser considerados como fatores de risco para RRAE.

REFERÊNCIAS

- ACAR, A. et al. Continuous vs. discontinuous force application and root resorption. *Angle Orthod.*, v. 69, n. 2, p. 159-163, 1999.
- AKYALCIN, S. et al. Evaluation of three-dimensional root surface changes and resorption following rapid maxillary expansion: a cone beam computed tomography investigation. *Orthod. Craniofac. Res.*, v. 18, n. 1, p. 117-126, 2015.
- AL-QAWASMI, et al. Genetic predisposition to external apical root resorption. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 123, n. 3, p. 242-252, 2003a.
- AL-QAWASMI, et al. Genetic predisposition to external apical root resorption in orthodontic patients: linkage of chromosome-18 marker. *J. Dent. Res.*, v. 82, n. 5, p. 356-360, 2003b.
- ALZAHAWI, K. et al. Root resorption after leveling with super-elastic and conventional steel arch wires: a prospective study. *Prog. Orthod.*, v. 15, p. 1-7, 2014.
- AMINOSHARIAE, A. et al. Association of genetic polymorphism and external apical root resorption: A systematic review. *Angle Orthod.*, v. 86, n. 6, p. 1042-1049, 2016.
- ANDREASEN, J. O. Review of root resorption systems and models. Etiology of root resorption and the homeostatic mechanisms of the periodontal ligament. In: DAVIDOVITCH, Z. *Biological mechanisms of tooth eruption and root resorption*. p. 9-22, 1988 apud BREZNIAK, N.; WASSERSTEIN, A. Root resorption after orthodontic treatment: part 1. Literature Review. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 103, n. 1, p. 62-66, 1993a.
- ARITA, K. et al. Effects of diabetes on tooth movement and root resorption after orthodontic force application in rats. *Orthod. Craniofac. Res.*, v. 19, p. 83-92, 2016.
- ARTUN, J. et al. Identification of orthodontic patients at risk of severe apical root resorption. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 135, n. 4, p. 448-455, 2009.
- BARROS, S. E. et al. Root resorption of maxillary incisors retracted with and without skeletal anchorage. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 151, n. 2, p. 397-406, 2017.
- BATES, S. Absorption. *Br. J. Dent. Sci.*, v. 1, p. 1-256, 1856 apud BREZNIAK, N.; WASSERSTEIN, A. Root resorption after orthodontic treatment: part 1. Literature Review. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 103, n. 1, p. 62-66, 1993a.

BAUMRIND, S.; KORN, E. L.; BOYD, R. L. Apical root resorption in orthodontically treated adults. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 110, n. 3, p. 311-320, 1996.

BECKS, H.; MARSHALL, J. A. Resorption or absorption? *J. Am. Dent. Assoc.*, p. 1528-1537, 1932 apud BREZNIAK, N.; WASSERSTEIN, A. Root resorption after orthodontic treatment: part 1. Literature Review. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 103, n. 1, p. 62-66, 1993a.

BOYLE, W. J.; SIMONET, W. S.; LACEY, D. L. Osteoclast differentiation and activation. *Nature*, v. 423, n. 15, p. 337-342, 2003.

BREZNIAK, N. et al. A comparison of three methods to accurately measure root length. *Angle Orthod.*, v. 74, n. 6, p. 786-791, 2004.

BREZNIAK, N.; WASSERSTEIN, A. Orthodontically induced inflammatory root resorption. Part I: The basic science aspects. *Angle Orthod.*, v. 72, n. 2, p. 175-179, 2002a.

BREZNIAK, N.; WASSERSTEIN, A. Orthodontically induced inflammatory root resorption. Part II: The clinical aspects. *Angle Orthod.*, v. 72, n. 2, p. 180-184, 2002b.

BREZNIAK, N.; WASSERSTEIN, A. Root resorption after orthodontic treatment: part 1. Literature Review. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 103, n. 1, p. 62-66, 1993a.

BREZNIAK, N.; WASSERSTEIN, A. Root resorption after orthodontic treatment: part 2. Literature review. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 103, n. 2, p. 138-146, 1993b.

BRIN, I. et al. External apical root resorption in Class II malocclusion: A retrospective review of 1- versus 2-phase treatment. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 124, n. 2, p. 151-156, 2003.

CAPELOZZA FILHO, L.; SILVA FILHO, O. G. Reabsorção radicular na clínica ortodôntica: atitudes para uma conduta preventiva. *Rev. Den. Press Orto. Ortop. Fac.*, v. 3, n.1, p. 104-126, 1998.

CHEN, W.; HAQ, A. A. A.; ZHOU, Y. Root resorption of self-ligating and conventional preadjusted brackets in severe anterior crowding Class I patients: a longitudinal retrospective study. *BMC Oral Health*, v. 15, n. 115, p. 1-6, 2015.

CONSOLARO, A. *Reabsorções dentárias nas especialidades clínicas*. 2ª ed. Maringá: Dental Press, 2005.

DAVIDOVITCH, Z. Tooth movement. *Crit. Rev. Oral Biol. Med.*, v. 2, n. 4, p.411-450, 1991.

DIBIASE, A. T. et al. Effect of supplemental vibrational force on orthodontically induced inflammatory root resorption: A multicenter randomized clinical trial. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 150, n. 6, p. 918-927, 2016.

DINDAROGLU, F.; DOGAN, S. Evaluation and comparison of root resorption between tooth-borne and tooth-tissue borne rapid maxillary expansion appliances: a CBCT study. *Angle Orthod.*, v. 86, n. 1, p. 46-52, 2016.

ELHADDACHI, R. et al. Orthodontic aligners and root resorption: A systematic review. *International Orthod.*, v. 15, p. 1-12, 2017.

EROSS, E. et al. Physical properties of root cementum: Part 25. Extent of root resorption after the application of light and heavy buccopalatal jiggling forces for 12 weeks: A microcomputed tomography study. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 147, n. 6, p. 738-746, 2015.

FONTANA, M. L. S. S. N. et al. Association analysis of clinical aspects and vitamin D receptor gene polymorphism with external apical root resorption in orthodontic patients. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 142, n. 3, p. 339-347, 2012.

FREITAS, J. C. et al. Long-term evaluation of apical root resorption after orthodontic treatment using periapical radiography and cone beam computed tomography. *Dental Press J. Orthod.*, v. 18, n. 4, p. 104-112, 2013.

GULDEN, N. et al. Interleukin-1 polymorphisms in relation to external apical root resorption (EARR). *J. Orofac. Orthop.*, v. 70, n. 1, p. 20-38, 2009.

GUO, Y. et al. Genetic and clinical risk factors of root resorption associated with orthodontic treatment. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 150, n. 2, p. 283-289, 2016.

HAMMARSTROM, L.; LINDSKOG, S. General morphologic aspects of resorption of teeth and alveolar bone. *Int. Endod. J.*, v. 18, p. 93-108, 1985.

HANDEM, R. H. et al. External root resorption with the selfligating Damon system—a retrospective study. *Prog. Orthod.*, v. 17, n. 20, p. 1-6, 2016.

HARRIS, E. F.; KINERET, S. E.; TOLLEY, E. A. A heritable component for external apical root resorption in patients treated orthodontically. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 111, n. 3, p. 301-309, 1997.

HARRY, M. R.; SIMS, M. R. Root resorption in bicuspid intrusion. A scanning electron microscope study. *Angle Orthod.*, v. 52, n. 3, p. 235-258, 1982.

HARTSFIELD, J. K., Jr. Pathways in external apical root resorption associated with orthodontia. *Orthod. Craniofac. Res.*, v. 12, p. 236-242, 2009.

HARTSFIELD, J. K., Jr; EVERETT, E. T.; AL-QAWASMI, R. A. Genetic factors in external apical root resorption and orthodontic treatment. *Crit. Rev. Oral Biol. Med.*, v. 15, n. 2, p. 115-122, 2004.

HENNEMAN, S.; VON DEN HOFF, J. W.; MALTHA, J.C. Mechanobiology of tooth movement. *Eur. J. Orthod.*, v. 30, n. 3, p. 299-306, 2008.

HENRY, J. R.; WEINMAN, J. P. The pattern of resorption and repair of human cementum. *J. Am. Dent. Assoc.*, v. 42, n. 3, p. 270-290, 1951.

HIGASHI, D. T. et al. Three consecutive days of application of LED therapy is necessary to inhibit experimentally induced root resorption in rats: a microtomographic study. *Lasers Med. Sci.*, v. 32, p. 181-187, 2017.

IGLESIAS-LINARES, A. et al. Interleukin 1 gene cluster SNPs (rs1800587, rs1143634) influences post-orthodontic root resorption in endodontic and their contralateral vital control teeth differently. *Int. Endod. J.*, v. 45, p. 1018-1026, 2012a.

IGLESIAS-LINARES, A. et al. Interleukin 1 receptor antagonist (IL1RN) genetic variations condition post-orthodontic external root resorption in endodontically-treated teeth. *Histol. Histopathol.*, v. 28, p. 767-773, 2013.

IGLESIAS-LINARES, A. et al. Orthodontically induced external apical root resorption in patients treated with fixed appliances vs removable aligners. *Angle Orthod.*, v. 87. n. 1, p. 3-10, 2017.

IGLESIAS-LINARES, A. et al. Osteopontin gene SNPs (rs9138, rs11730582) mediate susceptibility to external root resorption in orthodontic patients. *Oral Dis.*, v. 20, p. 307-312, 2014.

IGLESIAS-LINARES, A. et al. Postorthodontic external root resorption in root-filled teeth is influenced by interleukin-1 β polymorphism. *J. Endod.*, v. 38, n. 3, p. 283-287, 2012b.

IGLESIAS-LINARES, A. et al. Postorthodontic external root resorption is associated with IL1 receptor antagonist gene variations. *Oral Dis.*, v. 18, p. 198-205, 2012c.

IOANNIDOU-MARATHIOTOU, I.; ZAFEIRIADIS, A. A.; PAPADOPOULOS, M. A. Root resorption of endodontically treated teeth following orthodontic treatment: a meta-analysis. *Clin. Oral Invest.*, v. 17, p. 1733-1744, 2013.

JANSON, G. et al. Root resorption in Class II malocclusion treatment with Class II elastics. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 150, n. 4, p. 585-591, 2016.

JIANG, F. et al. Root resorptions associated with canine retraction treatment. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 152, n. 3, p. 348-354, 2017.

KALKWARF, K. L.; KREJCI, R. F.; PAN, Y. C. Effect of apical root resorption on periodontal support. *J. Prosthet. Dent.*, v. 56, n. 3, p. 317-319, 1986.

KILLIANY, D. M. Root resorption caused by orthodontic treatment: an evidence-based review of literature. *Semin. Orthod.*, v. 5, n. 2, p. 128-133, 1999.

KIRSCHNECK, C. et al. Meloxicam medication reduces orthodontically induced dental root resorption and tooth movement velocity: a combined in vivo and in vitro study of dental-periodontal cells and tissue. *Cell Tissue Res.*, v. 368, p. 61-78, 2017.

KRISHNAN, V.; DAVIDOVITCH, Z. Cellular, molecular, and tissue-level reactions of tooth orthodontic force. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 129, n. 4, p. 469.e1-32, 2006.

LAGES, E. M. B. et al. Association of functional gene polymorphism IL-1b in patients with external apical root resorption. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 136, n. 4, p. 542-546, 2009.

LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, v. 33, n. 1, p. 19-174, 1977.

LEE, Y. J.; LEE, T. Y. External root resorption during orthodontic treatment in root-filled teeth and contralateral teeth with vital pulp: A clinical study of contributing factors. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 149, n. 1, p. 84-89, 2016.

LEITE, V. et al. Comparison of root resorption between self-ligating and conventional preadjusted brackets using cone beam computed tomography. *Angle Orthod.*, v. 82, n. 6, p. 1078-1082, 2012.

LEVANDER, E.; MALMGREN, O. Evaluation of the risk of root resorption during orthodontic treatment: A study of upper incisors. *Eur. J. Orthod.*, v. 10, p. 30-38, 1988.

LEVANDER, E., MALMGREN, O., STENBACK, K. Apical root resorption during orthodontic treatment of patients with multiple aplasia: a study of maxillary incisors. *Eur. J. Orthod.*, v. 20, p. 427-434, 1998.

LI, J. et al. Short-term effects of nicotine on orthodontically induced root resorption in rats. *Angle Orthod.*, v. 86, n. 2, p. 199-205, 2016.

LINGE, B. O.; LINGE, L. Apical root resorption in upper anterior teeth. *Eur. J. Orthod.*, v. 5, p. 173-183, 1983.

LINGE, L.; LINGE, B. O. Patient characteristics and treatment variables associated with apical root resorption during orthodontic treatment. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 99, n. 1, p. 35-43, 1991.

LINHARTOVA, P.; CERNOCHOVA, P.; IZAKOVICOVA HOLLA, L. IL1 gene polymorphisms in relation to external apical root resorption concurrent with orthodontia. *Oral Dis.*, v. 19, p. 262-270, 2013.

LINHARTOVA, P. B. et al. Genetic determinants and postorthodontic external apical root resorption in Czech children. *Oral Dis.*, v. 23, p. 29-35, 2017.

LIU, Y. et al. Osteoprotegerin-Knockout mice developed early onset root resorption. *J. Endod.*, v. 42, n. 10, p. 1516-1522, 2016.

LIU, Z. et al. Ultrasound enhances the healing of orthodontically induced root resorption in rats. *Angle Orthod.*, v. 82, n. 1, p. 48-55, 2012.

LOSS, B. G.; JOHN, R. P.; LAINE, M. L. Identification of genetic risk factors for periodontitis and possible mechanisms of action. *J. Clin. Periodontol.*, v. 32, n. 6, p. 159-179, 2005.

MALMGREN, O. et al. Root resorption after orthodontic treatment of traumatized teeth. *Am. J. Orthod.*, v. 82, n. 6, 1982.

MARTINS, D. C. et al. Rapid maxillary expansion: Do banded teeth develop more external root resorption than non-banded anchorage teeth? *Angle Orthod.*, v. 86, n. 1, p. 39-45, 2016.

MATSUDA, Y. et al. RANKL and OPG expression: Jiggling force affects root resorption in rats. *Angle Orthod.*, v. 87, n. 1, p. 41-48, 2017.

MAUÉS, C. P. R.; NASCIMENTO, R. R.; VILELLA, O. V. Severe root resorption resulting from orthodontic treatment: Prevalence and risk factors. *Dental Press J. Orthod.*, v. 20, n. 1, p. 52-58, 2015.

MCFADDEN, W. M. et al. A study of the relationship between incisor intrusion and root shortening. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 96, n. 5, p. 390-396, 1989.

MCLAUGHLIN, K. D. Quantitative determination of root resorption during orthodontic treatment [abstract]. *Am. J. Orthod.*, v. 50, n. 2, p. 143, 1964.

MCNAB, S. et al. External apical root resorption following orthodontic treatment. *Angle Orthod.*, v. 70, n. 3, p. 227-232, 2000.

MIRABELLA, A. D.; ARTUN, J. Risk factors for apical root resorption of maxillary anterior teeth in adult orthodontic patients. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 108, n. 1, p. 48-55, 1995.

MOTOKAWA, M. et al. Association between root resorption incident to orthodontic treatment and treatment factors. *Eur. J. Orthod.*, v. 34, p. 350-356, 2012.

MOTOKAWA, M. et al. Open bite as a risk factor for orthodontic root resorption. *Eur. J. Orthod.*, v. 35, p. 790-795, 2013.

MURPHY, C. et al. The effect of corticision on root resorption with heavy and light forces. *Angle Orthod.*, v. 86, n. 1, p. 17-23, 2016.

NEWMAN, W. G. Possible etiologic factors in external root resorption. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 67, n. 5, p. 522-539, 1975.

NGAN, P. W. et al. Immunohistochemical assessment of the effect of chemical and mechanical stimuli on cAMP and prostaglandin E levels in human gingival fibroblasts in vitro. *Arch. Oral. Biol.*, v. 33, n. 3, p. 163-174, 1988.

NODA, K.; ARAI, C.; NAKAMURA, Y. Root resorption after experimental tooth movement using superelastic forces in the rat. *Eur. J. Orthod.*, v. 32, p. 681-687, 2010.

OLIVEIRA, T. M. F. et al. Maxillary dentoalveolar assessment following retraction of maxillary incisors: a preliminary study. *Dental Press J. Orthod.*, v. 21, n. 5, p. 82-89, 2016.

OTTOLENGUI, R. The physiological and pathological resorption of tooth roots. *Item of Interest*, v. 36, p. 332-62, 1914 apud BREZNIAK, N.; WASSERSTEIN, A. Root resorption after orthodontic treatment: part 1. Literature Review. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 103, n. 1, p. 62-66, 1993a.

PANDIS, N. et al. External apical root resorption in patients treated with conventional and self-ligating brackets. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 134, n. 5, p. 646-651, 2008.

PATEL, N. et al. A CBCT comparison of anterior root resorption in SureSmile and conventional edgewise treatments. *Orthod.*, v. 13, p. 100-109, 2012.

PATTERSON, B. M. et al. Effect of piezocision on root resorption associated with orthodontic force: A microcomputed tomography study. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 151, n. 1, p. 53-62, 2017.

PEREIRA, S. et al. IRAK1 variant is protective for orthodontic-induced external apical root resorption. *Oral Dis.*, v. 22, p. 658-664, 2016.

PEREIRA, S. et al. Polymorphisms of genes encoding P2X7R, IL-1B, OPG and RANK in orthodontic-induced apical root resorption. *Oral Dis.*, v. 20, p. 659-667, 2014.

PHILLIPS, J. R. Apical root resorption under orthodontic therapy. *Angle Orthod.*, v. 25, n. 1, p. 1-22, 1955.

PICANÇO, G. V. et al. Predisposing factors to severe external root resorption associated to orthodontic treatment. *Dental Press J. Orthod.*, v. 18, n. 1, p. 110-120, 2013.

- REITAN, K. Biomechanical principles and reactions. In: GRABER, T. M.; SWAIN, B. F. *Orthodontics current principles and techniques*. St. Louis: CV Mosby, p. 101-192, 1985.
- ROSCOE, M. G.; MEIRA, J. B. C.; CATTANEO, P. M. Association of orthodontic force system and root resorption: A systematic review. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 147, n. 5, p. 610-626, 2015.
- RYGH, P. Orthodontic root resorption studied by electron microscopy. *Angle Orthod.*, v. 47, n. 1, p. 1-16, 1977.
- SAMESHIMA, G. T.; ASGARIFAR, K. O. Assessment of root resorption and root shape: periapical vs panoramic films. *Angle Orthod.*, v. 71, n. 3, p. 185-189, 2001.
- SAMESHIMA, G. T.; SINCLAIR, P. M. Predicting and preventing root resorption: Part I. Diagnostic factors. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 119, n. 5, p. 505-510, 2001a.
- SAMESHIMA, G. T.; SINCLAIR, P. M. Predicting and preventing root resorption: Part II. Treatment factors. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 119, n. 5, p. 511-515, 2001b.
- SEHR, K., et al. Severe external apical root resorption—local cause or genetic predisposition? *J. Orofac. Orthop.*, v. 72, n. 4, p. 321-331, 2011.
- SCHORK, N. J.; FALLIN, D.; LANCHBURY, J. S. Single nucleotide polymorphisms and the future of genetic epidemiology. *Clin. Gent.*, v. 58, p. 250-264, 2000.
- SEGAL, G. R.; SCHIFFMAN, P. H.; TUNCAY, O. C. Meta-analysis of the treatment-related factors of external apical root resorption. *Orthod. Craniofac. Res.*, v. 7, n. 2, p. 71-78, 2004.
- SHAFER, W. G.; HINE, M. K.; LEVI, B. M. *A textbook of oral pathology*. 4th ed. Philadelphia: WB Saunders, p. 328-332, 1983.
- SHARAB, L. Y. et al. Genetic and treatment-related risk factors associated with external apical root resorption (EARR) concurrent with orthodontia. *Orthod. Craniofac. Res.*, v. 18, n. 1, p. 71-82, 2015.
- STENVIK, A.; MJOR, I. A. Pulp and dentine reactions to experimental tooth intrusion. A histological study of the initial changes. *Am. J. Orthod.*, v. 57, n. 4, p. 370-385, 1970.
- SUZUKI, S. S. et al. Low-level laser therapy stimulates bone metabolism and inhibits root resorption during tooth movement in a rodent model. *J. Biophotonics*, v. 9, n. 11-12, p. 1222-1235, 2016.

- TAITHONGCHAI, R.; SOOKKORN, K.; KILLIANY, D. M. Facial and dentoalveolar structure and the prediction of apical root shortening. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 110, n. 3, p. 296-302, 1996.
- THIRUVENKATACHARI, B. et al. Early orthodontic treatment for Class II malocclusion reduces the chance of incisal trauma: Results of a Cochrane systematic review. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 148, n. 1, p. 47-59, 2015.
- TIEU, L. D. et al. Radiologically determined orthodontically induced external apical root resorption in incisors after non-surgical orthodontic treatment of class II division 1 malocclusion: a systematic review. *Prog. Orthod.*, v. 15, n. 48, p. 1-13, 2014.
- TOMOYASU, Y. et al. External apical root resorption and the interleukin-1B gene polymorphism in the Japanese population. *Orthod. Waves*, v. 68, p. 152-157, 2009.
- TRONSTAD, L. Root resorption - a multidisciplinary problem in dentistry. In: DAVIDOVITCH, Z. *Biological mechanisms of tooth eruption and root resorption*. p. 293-302, 1988 apud BREZNIAK, N.; WASSERSTEIN, A. Root resorption after orthodontic treatment: part 1. Literature Review. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 103, n. 1, p. 62-66, 1993a.
- WELTMAN, B. et al. Root resorption associated with orthodontic tooth movement: a systematic review. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 137, n. 4, p. 462-476, 2010.
- WILLIAMS, S. A histomorphometric study of orthodontically induced root resorption. *Am. J. Orthod.*, v. 37, p. 867-875, 1951.
- WINKLER, J. et al. Apical root resorption due to mandibular first molar mesialization: A split-mouth study. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 151, n. 4, p. 708-717, 2017.
- WU, F. L. et al. Interleukin-1 β +3954 polymorphisms and risk of external apical root resorption in orthodontic treatment: A meta-analysis. *Genet. Mol. Res.*, v. 12, n. 4, p. 4678-4686, 2013.
- YANO, S.; MENTAVERRI, R.; KANUPARTHI, D. et al. Functional expression of beta-chemokine receptors in osteoblasts: role of regulated upon activation, normal T cell expressed and secreted (RANTES) in osteoblasts and regulation of its secretion by osteoblasts and osteoclasts. *Endocrinol.*, v. 146, n. 5, p. 2324-2335, 2005.
- YAO-UMEZAWA, E. et al. Relationship between root resorption and individual variation in the calcium/phosphorous ratio of cementum. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 152, n. 4, p. 465-470, 2017.

APÊNDICE

Artigo de Revisão de Literatura/Ortodontia

DOI: 10.18363/rbo.v74n2.p.138

Avaliação dos possíveis fatores de risco para reabsorção radicular apical externa após tratamento ortodôntico

Evaluation of possible risk factors for external apical root resorption after orthodontic treatment

Luciana Quintanilha Pires Fernandes,¹ Jonas Capelli Júnior,¹ Karina de Paula Lopes Campos,² Marcela Mendes Medeiros Michelin,³ Guaracilei Maciel Vidigal Junior³

¹Departamento de Odontologia Preventiva e Comunitária, Faculdade de Odontologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

²Departamento de Prótese, Faculdade de Odontologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

³Departamento de Procedimentos Clínicos Integrados, Faculdade de Odontologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

• Os autores declaram que não há conflito de interesse.

RESUMO

Objetivo: realizar uma revisão sobre possíveis fatores de risco para RRAE em pacientes submetidos ao tratamento ortodôntico. **Material e Métodos:** a pesquisa foi realizada no banco de dados MEDLINE, através do PubMed, usando a ferramenta de busca avançada, onde foram inseridas as seguintes palavras-chave, escolhidas segundo o Descritores em Ciências da Saúde (DeCS): ortodontia, reabsorção radicular, incisivo e polimorfismo genético, associado aos operadores booleanos "E" e "OU". A busca encontrou artigos de 1993 até 2016. **Resultados:** constatou-se que o tratamento ortodôntico é um fator de risco para RRAE, sendo os incisivos superiores os dentes mais acometidos. O sexo e a idade do paciente não parecem influenciar o grau de RRAE, assim como outros fatores clínicos e relacionados ao tratamento ortodôntico, com exceção do tempo de tratamento prolongado e aplicação de forças pesadas, que estão associados com maiores níveis de RRAE. Tratamento com extrações, uso de elásticos intermaxilares e diferentes polimorfismos genéticos apresentaram resultados conflitantes, não sendo possível definir a real relação com a RRAE. Diferenças metodológicas e populacionais entre os artigos avaliados podem explicar a divergência de resultados encontrada na literatura. **Conclusão:** apesar de diversos fatores intrínsecos, clínicos, genéticos e relacionados ao tratamento ortodôntico terem sido descritos na literatura, os mais frequentemente descritos como reais fatores de risco para RRAE são o tempo de tratamento ortodôntico prolongado e a aplicação de forças pesadas.

Palavras-chave: Ortodontia; Reabsorção da raiz; Incisivo; Polimorfismo genético.

ABSTRACT

Objective: this study aimed to review the research related to possible risk factors of external apical root resorption (EARR), associated with orthodontic treatment. **Material and Methods:** the MEDLINE database was explored, via PubMed, using the advanced search option. The keywords selected from the Medical Subject Headings (MeSH), used in combination with "AND" and "OR," were: orthodontics, root resorption, incisor, and genetic polymorphism. The research found articles from 1993 to 2016. **Results:** it was found that the orthodontic treatment can be considered as a risk factor of EARR, mostly affecting the upper incisors. Sex and chronological age, along with other clinical factors and those related to orthodontic treatment, do not seem to influence the degree of EARR, except the prolonged treatment time and heavy forces that are associated with increased amounts of EARR. Studies evaluating treatment with extractions, intermaxillary elastics, and different genetic polymorphisms showed contradictory results, restricting the determination of whether these factors can contribute to EARR. Methodological and population sample differences among the evaluated articles may explain the divergent results found in the literature. **Conclusion:** although various intrinsic, clinical, orthodontic, and genetic factors were described in the literature, the most common factors associated with increased values of EARR were prolonged treatment time and heavy forces during the orthodontic treatment.

Keywords: Orthodontics; Root resorption; Incisor; Polymorphism genetic.

Introdução

A reabsorção radicular é uma das consequências indesejáveis do tratamento ortodôntico, que acomete principalmente os incisivos superiores (figura 1).^{1,2} Apesar de 32% dos pacientes submetidos ao tratamento ortodôntico apresentarem reabsorção radicular maior que 3mm, apenas 2% a 5% destes pacientes apresentam reabsorção maior que 5mm.²⁻⁴ Quando ocorre durante o movimento ortodôntico, a reabsorção é resultado de um processo inflamatório⁵ e, por acometer principalmente o contorno do ápice da raiz, é comumente chamada de reabsorção radicular apical externa (RRAE).⁶

Diversos fatores intrínsecos, clínicos e relacionados ao tratamento ortodôntico já foram associados com a etiologia da RRAE, como etnia, sexo, idade, tipo de má oclusão, forma da raiz, tempo de tratamento, força ortodôntica aplicada, tipo de aparelho, quantidade de movimentação dentária

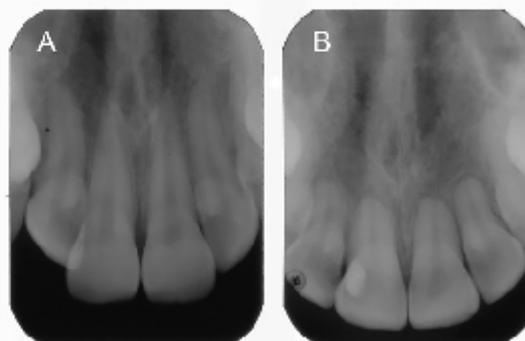


Figura 1. Radiografia periapical inicial (A) e final (B) dos incisivos superiores de uma paciente do sexo feminino, Classe I de Angle, tratada com aparelhos fixos e sem extrações dentárias. É possível observar uma significativa RRAE ao final do tratamento ortodôntico

e tratamento ortodôntico com extrações.^{1,2,7-10} Entretanto, devido à divergência de resultados descritos na literatura, sugere-se que fatores genéticos também possam ter influência no desenvolvimento da RRAE após tratamento ortodôntico.¹¹ Newman¹² foi o primeiro a sugerir a susceptibilidade genética na etiologia da RRAE. Desde então, diversos estudos foram desenvolvidos avaliando se polimorfismos genéticos de citocinas e moléculas envolvidas no processo de RRAE também seriam um fator de risco para esta alteração patológica.^{6,13-27}

Portanto, baseado na extensa literatura avaliando a associação entre RRAE e o tratamento ortodôntico, o objetivo deste estudo foi realizar uma revisão sobre os possíveis fatores de risco para RRAE em pacientes submetidos ao tratamento ortodôntico.

Material e Métodos

A pesquisa foi realizada no banco de dados MEDLINE, através do PubMed, utilizando-se o recurso de busca avançada. Foram utilizadas palavras-chave cadastradas nos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS), com auxílio de operadores booleanos, da seguinte forma: ortodontia “E” reabsorção radicular “E” incisivo “OU” polimorfismo genético.

A busca encontrou um total de 122 artigos, entre os anos de 1993 até 2016. Após avaliação dos títulos, foram selecionados 19 artigos que se aproximaram com o tema da revisão proposta por este estudo. Estes foram lidos na íntegra e, caso alguma referência utilizada nestes artigos fosse considerada de relevância para o presente trabalho, esta também foi incluída na revisão de literatura e na discussão descritas a seguir.

Resultados

1. Reabsorção Radicular Apical Externa (RRAE)

Os odontoclastos são as principais células responsáveis pela reabsorção radicular e apresentam características citológicas e funcionais semelhantes aos osteoclastos, que também atuam no processo de reabsorção. Quando ocorre uma ruptura na região de pré-cimento, os osteoclastos entram em contato com os tecidos mineralizados e, assim, inicia-se o processo de reabsorção do tecido calcificado.^{28,29}

Uma vez que o cimento radicular é mais resistente à reabsorção do que o tecido ósseo, a força aplicada com o tratamento ortodôntico gera uma reabsorção do osso, que

permite a movimentação dentária sem danificar o cimento. Entretanto, uma vez que as células envolvidas no processo de reabsorção óssea também podem atuar no cimento e na dentina, pode haver reabsorção destes tecidos em alguns casos.²⁸ Quando isto ocorre, pode-se observar a reabsorção de superfície ou inflamatória; raramente ocorre a reabsorção por substituição, que levaria à anquilose do dente.³⁰

Fontana *et al.*⁶ relataram que os pacientes que utilizaram

aparelho ortodôntico foram mais comprometidos (RRAE +1,52 mm) do que os pacientes não tratados (RRAE +0,05 mm), ao estudarem a RRAE de incisivos superiores. De acordo com Killiany,³ RRAE maior que 5 mm poderia ocorrer em apenas 5% dos pacientes submetidos ao tratamento ortodôntico. Brin *et al.*,³¹ em um estudo avaliando incisivos superiores após o tratamento ortodôntico, observaram RRAE moderada a severa em 12,4% da amostra, enquanto que em menos de 22% não foi possível detectar RRAE.

Apesar de Lee e Lee³² não terem encontrado diferença quanto ao grau de RRAE entre os diferentes dentes, alguns estudos já mostraram que os dentes superiores são mais suscetíveis à RRAE do que os inferiores.³³ Os incisivos laterais superiores são descritos como os mais acometidos,^{24,34,35} assim como os incisivos centrais superiores.^{12,27,36,37}

2. Fatores Intrínsecos Relacionados com RRAE

Diversos estudos não encontraram relação entre a idade de início do tratamento ortodôntico e o grau de RRAE ao final do tratamento.^{19,22-25} Entretanto, Artun *et al.*³⁸ observaram maiores níveis de RRAE em pacientes com idade inicial reduzida, enquanto outros autores observaram que quanto mais velho o paciente iniciar o tratamento ortodôntico, maior será o grau de RRAE.^{6,32,35,39} Quanto ao sexo, a maioria dos estudos não observou diferença entre homens e mulheres.^{6,16,19,22,23,27,32,36,39} Em contrapartida, alguns estudos já mostraram maiores níveis de RRAE em homens^{24,25,40} e outros em mulheres.⁴¹

3. Fatores Clínicos Relacionados com RRAE

A forma da raiz, sua largura, comprimento e estágio de formação já foram relacionados com grau de RRAE após uso de aparelho ortodôntico. Em geral, raízes mais longas e finas foram preferencialmente acometidas por RRAE.^{4,38} Fontana *et al.*⁶ observaram que incisivos superiores com comprimento de raiz maior que 30 mm apresentaram maiores níveis de RRAE do que raízes menores. Além disso, raízes com formato normal reabsorveram menos do que raízes com formato fora do padrão,³¹ como, por exemplo, raízes pontiagudas e dilaceradas.^{35,38} Entretanto, apesar destes estudos relacionando a morfologia radicular com a RRAE, uma revisão sistemática concluiu que esta variável não parece influenciar o grau de RRAE após tratamento ortodôntico.¹⁰

Pacientes com histórico de trauma nos incisivos superiores já foram avaliados quanto à magnitude de RRAE após

tratamento ortodôntico e, apesar de alguns estudos defenderem a relação entre as duas variáveis,^{38,41,42} Weltman *et al.*¹⁰ realizaram uma revisão sistemática e concluíram que não há relação entre histórico de trauma anterior ao tratamento e RRAE após o aparelho ortodôntico. A presença de tratamento endodôntico em dentes que foram movimentados ortodonticamente exibiram menos RRAE do que dentes vitais e podem ser incluídos de forma segura no tratamento

ortodôntico.^{32,43}

Quanto às características dentárias da má oclusão, o *overjet* foi o mais associado com a magnitude de RRAE.^{31,35,38} Maués *et al.*³⁶ concluíram que um *overjet* maior do que 5 mm seria um fator de risco para RRAE após tratamento ortodôntico. Outras relações oclusais estudadas, como mordida aberta,²⁴ *overbite*,^{39,36} relação molar de Angle,^{19,22-25} desalinhamento¹² e mordida cruzada¹² não parecem ter relação com nível de RRAE.

Harris *et al.*³⁷ avaliaram medidas cefalométricas que poderiam estar associadas com RRAE e encontraram uma relação positiva para algumas destas medidas (ANB, FMA e SN-GoGn). Entretanto, estudos mais recentes não encontraram nenhuma associação entre RRAE e estas medidas cefalométricas.²⁴⁻²⁶

4. Fatores do Tratamento Ortodôntico Relacionados com RRAE

Fontana *et al.*⁶ observaram que incisivos superiores de pacientes submetidos ao tratamento ortodôntico apresentaram maiores níveis de RRAE do que de pacientes que não haviam sido tratados. Weltman *et al.*¹⁰ realizaram uma revisão sistemática onde concluíram que o tratamento ortodôntico corretivo é um dos fatores etiológicos para RRAE. Além disso, muitos estudos já mostraram que quanto maior o tempo de tratamento com aparelho ortodôntico, maior

será RRAE.^{23-26,31,32,36,39} Baumrind *et al.*⁴⁰ concluíram que a cada ano a mais de tratamento, os incisivos superiores teriam mais 0,38 mm de RRAE. Uma revisão sistemática⁴⁴ e uma meta-análise⁹ também concluíram que o tempo de tratamento prolongado estaria associado com maiores níveis de RRAE. Segundo Levander e Malmgren,⁴⁵ o grau de RRAE após os primeiros 6 a 9 meses de tratamento ortodôntico está significativamente relacionado com a quantidade de RRAE ao final do tratamento, sendo que os pacientes que apresentam uma RRAE suave neste período inicial, teriam um maior risco de desenvolver RRAE severa ao final do tratamento.

Não só o tempo de tratamento prolongado aumenta a RRAE, mas também a quantidade de deslocamento radicular gerada pelo aparelho ortodôntico^{9,40} e a aplicação de forças pesadas durante o tratamento.^{10,44,46} Em contrapartida, uma pausa de 2 a 3 meses durante o tratamento ortodôntico pode favorecer o processo de cicatrização do cimento de dentes que sofreram RRAE.^{10,44}

Alguns estudos já observaram uma associação positiva entre tratamento realizado com extrações dentárias com finalidade ortodôntica e aumento de RRAE,^{6,8,24,25,34,36,38,39} enquanto outros não.^{18,19,20,22,23,26,27,32} O uso de elásticos intermaxilares durante o tratamento ortodôntico apresenta resultados controversos, tanto para elásticos posteriores como anteriores.^{6,38,42} Para Motokawa *et al.*,⁸ o uso de elásticos

intermaxilares por mais de 6 meses seria um fator de risco para desenvolvimento de RRAE. Outras variáveis estudadas, como o tipo de aparelho,^{6,38,42} prescrição do bráquete¹⁰ e tipo de fio ortodôntico^{10,38} não parecem influenciar o grau de RRAE ao final do tratamento.

5. Fatores Genéticos Relacionados com RRAE

Após Newman¹² e Harris *et al.*³⁷ terem descrito que a RRAE apresenta um componente hereditário como fator etiológico, diversos estudos envolvendo questões genéticas foram desenvolvidos. O polimorfismo genético é uma variável bastante estudada, sendo definido como uma variação da forma do gene, que ocupa um determinado local no cromossomo, presente com frequência maior que 99% na população.⁴⁷ Em geral, os estudos sobre polimorfismo apresentaram resultados divergentes, sendo necessárias mais pesquisas para melhor entendimento da real relação entre RRAE após o tratamento ortodôntico e as variáveis estudadas.⁴⁸ Dentre os polimorfismos avaliados, estão os da IL-1 β ,^{13,15,17,20-22,24-27,49} IL-1 α ,^{15,17,20,22} IL-6,¹⁶ IL-17,²³ TNF α ,¹⁴ TNSALP,¹⁴ TNFRSF11A,^{14,25} TNFRSF11B,^{23,25} OPG,²⁵ OPN,^{19,23} CASP-1,²⁶ P2RX7,^{23,25,26} receptor *TaqI* da vitamina D⁶, IRAK1²⁴ e IL-1RN.^{16,18,20,22,24}

Dos estudos que avaliaram a relação de polimorfismos genéticos com RRAE, apenas dois foram realizados em amostra brasileira. Lages *et al.*²¹ observaram uma associa-

ção positiva entre o polimorfismo da IL-1 β e RRAE, ao avaliarem radiografias periapicais de incisivos superiores de 61 brasileiros submetidos ao tratamento ortodôntico. Fontana *et al.*,⁶ utilizando uma metodologia semelhante, observaram uma associação positiva entre o polimorfismo do receptor *TaqI* da vitamina D e RRAE, ao estudarem uma amostra de 377 brasileiros.

Discussão

Diversos fatores intrínsecos, clínicos, genéticos e relacionados ao tratamento ortodôntico já foram descritos na literatura, sendo a maioria deles com resultados conflitantes. Além da heterogeneidade da amostra, a diferença na metodologia utilizada em cada trabalho poderia justificar essa divergência de resultados.

A maioria dos estudos que não encontrou diferença quanto ao grau de RRAE entre homens e mulheres, assim como em relação à idade ao início do tratamento ortodôntico, utilizou radiografias panorâmicas para medir o comprimento total dos incisivos superiores, antes e após o tratamento ortodôntico.^{19,22-25,27,32} Em contrapartida, Fontana *et al.*⁶ e Picanço *et al.*³⁹ encontraram valores maiores de RRAE em pacientes mais velhos ao início do tratamento, ao avaliarem incisivos superiores em radiografias periapicais. Além disto, outros estudos que utilizaram estas radiografias observaram resultados diferentes entre homens e mulheres.^{40,41}

Sameshima e Asgarifar,⁵⁰ ao avaliarem a forma radicular e a magnitude de RRAE em radiografias panorâmicas e periapicais, observaram que estas últimas são mais precisas, já que as radiografias panorâmicas podem supraestimar o grau de RRAE em 20%.

Os resultados encontrados por estudos que avaliaram a RRAE utilizando tomografias computadorizadas^{16,34,46} poderiam ser considerados mais precisos, uma vez que a quantificação do grau de RRAE foi obtido por um método que permite uma avaliação tridimensional desta alteração patológica. Entretanto, por ser um exame com custo mais elevado e não fazer parte da documentação ortodôntica padrão, o tamanho da amostra desses estudos costuma ser mais reduzido. Enquanto Guo *et al.*¹⁶ conseguiram avaliar RRAE em uma amostra de 174 pacientes, utilizando tomografia computadorizada de feixe cônico, Sameshima e Sinclair³⁵ avaliaram a RRAE após o tratamento ortodôntico de 868 pacientes, utilizando radiografias periapicais. Isto mostra que o uso de radiografias periapicais permite estudos com amostras maiores, o que seria uma vantagem em relação aos estudos que avaliam tomografias computadorizadas.

Apesar de Weltman *et al.*¹⁰ terem concluído que não há relação entre histórico de trauma anterior ao tratamento e RRAE após o aparelho ortodôntico, a partir de uma revisão sistemática, alguns autores já descreveram que estes dentes

seriam mais propensos a desenvolverem RRAE após o tratamento ortodôntico.^{38,41,42} A divergência nos resultados poderia ser explicada pela falta de detalhes sobre o trauma que acometeu os dentes avaliados, como grau de comprometimento pós-trauma e tipo de tratamento que foi realizado nestes dentes, uma vez que estas variáveis poderiam influenciar no reparo tecidual no local.

Dentre os estudos que avaliaram a influência do tratamento ortodôntico envolvendo extrações dentárias no grau de RRAE, alguns avaliaram apenas incisivos^{6,22,23,26,27,36,38} e outros avaliaram também pré-molares e/ou caninos,^{8,24,25,32,34}

sem discriminar quais dentes sofreram RRAE. Além disso, alguns estudos informaram quais dentes foram extraídos durante o tratamento,^{6,24,25,26,39} enquanto os outros não. Tais diferenças metodológicas poderiam explicar as diferenças nos resultados, assim como a falta de padronização na mecânica e na força aplicada para fechamento de espaço da extração.

Outra variável relacionada com o tratamento que foi amplamente estudada foi o uso de elásticos intermaxilares, tanto posteriores quanto anteriores. Enquanto alguns autores afirmaram que o uso destes elásticos é um fator de risco para RRAE,^{8,38} outros não encontraram nenhuma relação entre ambas as variáveis.^{6,42} Os resultados não semelhantes poderiam ser explicados por se tratar de uma variável de difícil controle, uma vez que não é possível controlar a frequência de uso dos elásticos pelos pacientes, assim como a força exata que estes vão exercer sobre os dentes.

Em relação aos estudos envolvendo questões genéticas, um importante fator a ser observado é a origem étnica da população da amostra, uma vez que diferenças genéticas inerentes de cada população poderiam explicar as diferentes expressões de RRAE.²¹

Conclusão

O tratamento ortodôntico pode causar RRAE, sendo os

incisivos superiores os dentes mais acometidos. Tempo de tratamento ortodôntico prolongado e aplicação de forças pesadas estão associados com maiores níveis de RRAE, enquanto outras características inerentes ao paciente e relacionadas com a má oclusão e o tratamento ortodôntico não parecem ter influência.

Diferentes polimorfismos genéticos parecem influenciar o grau de RRAE. Entretanto, os estudos genéticos devem ser avaliados com cautela, uma vez que diferenças inerentes de cada população podem influenciar nos resultados.

Referências

- Breznik N, Wasserstein A. Orthodontically induced inflammatory root resorption. Part II: the clinical aspects. *Angle Orthod.* 2002;72(2):180-4.
- Hartsfield Junior JK, Everett ET, Al-Qawasmi RA. Genetic factors in external apical root resorption and orthodontic treatment. *Crit Rev Oral Biol Med.* 2004;15(2):115-22.
- Killiany DM. Root resorption caused by orthodontic treatment: an evidence-based review of literature. *Semin Orthod.* 1999;5(2):128-33.
- Taithongchai R, Sookkorn K, Killiany DM. Facial and dentoalveolar structure and the prediction of apical root shortening. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1996;110(3):296-302.
- Liu Z, Xu J, Lingling E, Wang D. Ultrasound enhances the healing of orthodontically induced root resorption in rats. *Angle Orthod.* 2012;82(1):48-55.
- Fontana MLSSN, Souza CM, Bernardino JF, Hoette F, Hoette ML, Thumet L, et al. Association analysis of clinical aspects and vitamin D receptor gene polymorphism with external apical root resorption in orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012;142(3):339-47.
- Breznik N, Wasserstein A. Root resorption after orthodontic treatment: part 2. Literature review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1993;103(2):138-46.
- 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 Orthod.* 2012;34:350-6.
- Segal GR, Schiffman PH, Tuncay OC. Meta-analysis of the treatment-related factors of external apical root resorption. *Orthod Craniofac Res.* 2004;7:71-8.
- Weltman B, Vig KWL, Fields HW, Shanker S, Kaizar EE. Root resorption associated with orthodontic tooth movement: a systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010;137(4):462-76.
- Hartsfield Junior JK. Pathways in external apical root resorption associated with orthodontia. *Orthod Craniofac Res.* 2009;12:236-42.
- Newman WG. Possible etiologic factors in external root resorption. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1975;67(5):522-39.
- Al-Qawasmi RA, Hartsfield Junior JK, Everett ET, Flury L, Liu L, Foroud TM, et al. Genetic predisposition to external apical root resorption. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003;123(3):242-52.
- Al-Qawasmi RA, Hartsfield Junior JK, Everett ET, Flury L, Liu L, Foroud TM, et al. Genetic predisposition to external apical root resorption in orthodontic patients: linkage of chromosome-18 marker. *J Dent Res.* 2003;82(5):356-60.
- Gülden N, Eggermann T, Zerres K, Beer M, Meinelt A, Diedrich P. Interleukin-1 polymorphisms in relation to external apical root resorption (EARR). *J Orofac Orthop.* 2009;70(1):20-38.
- Guo Y, He S, Gu T, Liu Y, Chend S. Genetic and clinical risk factors of root

- resorption associated with orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2016;150(2):283-9.
17. Iglesias-Linares A, Yañez-Vico RM, Ballesta S, Ortiz-Ariza E, Mendoza-Mendoza A, Perea E, et al. Interleukin 1 gene cluster SNPs (rs1800587, rs1143634) influences post-orthodontic root resorption in endodontic and their contralateral vital control teeth differently. *Int Endod J.* 2012;45:1018-26.
 18. Iglesias-Linares A, Yañez-Vico RM, Ballesta S, Ortiz-Ariza E, Mendoza-Mendoza A, Perea E, et al. Interleukin 1 receptor antagonist (IL1RN) genetic variations condition post-orthodontic external root resorption in endodontically-treated teeth. *Histol Histopathol.* 2013;28:767-73.
 19. Iglesias-Linares A, Yañez-Vico RM, Moreno-Fernández AM, Mendoza-Mendoza A, Orce-Romero A, Solano-Reina E, et al. Osteopontin gene SNPs (rs9138, rs11730582) mediate susceptibility to external root resorption in orthodontic patients. *Oral Dis.* 2014;20:307-12.
 20. Iglesias-Linares A, Yañez-Vico RM, Ballesta S, Ortiz-Ariza E, Ortega-Rivera E, Mendoza-Mendoza A, et al. Postorthodontic external root resorption is associated with IL1 receptor antagonist gene variations. *Oral Dis.* 2012;18:198-205.
 21. Lages EMB, Drummond AF, Pretti H, Costa FO, Lages EJP, Gontijo AI, et al. Association of functional gene polymorphism IL-1b in patients with external apical root resorption. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;136(4):542-6.
 22. Linhartova P, Cernochova P, Izakovicova Holla L. IL1 gene polymorphisms in relation to external apical root resorption concurrent with orthodontia. *Oral Dis.* 2013;19:262-70.
 23. Linhartova PB, Cernochova P, Kastovsky J, Vrankova Z, Sirotkova M, Izakovicova Holla L. Genetic determinants and postorthodontic external apical root resorption in Czech children. *Oral Dis.* 2016;1-7.
 24. Pereira S, Nogueira L, Canova F, Lopez M, Silva HC. IRAK1 variant is protective for orthodontic-induced external apical root resorption. *Oral Dis.* 2016;22:658-64.
 25. Pereira S, Lavado N, Nogueira L, Lopez M, Abreu J, Silva H. Polymorphisms of genes encoding P2X7R, IL-1B, OPG and RANK in orthodontic-induced apical root resorption. *Oral Dis.* 2014;20:659-67.
 26. Sharab LY, Morford LA, Dempsey J, Falcão-Alencar G, Mason A, Jacobson E, et al. Genetic and treatment-related risk factors associated with external apical root resorption (EARR) concurrent with orthodontia. *Orthod Craniofac Res.* 2015;18:71-82.
 27. Tomoyasu Y, Yamaguchi T, Tajima A, Inoue I, Maki K. External apical root resorption and the interleukin-1B gene polymorphism in the Japanese population. *Orthod Waves.* 2009;68:152-7.
 28. Brezniak N, Wasserstein A. Root resorption after orthodontic treatment: part 1. Literature Review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1993;103(1):62-6.
 29. Hammarstrom L, Lindskog S. General morphologic aspects of resorption of teeth and alveolar bone. *Int Endod J.* 1985;18:93-108.
 30. Capelozza Filho T, Silva Filho OG. Reabsorção radicular na clínica ortodôntica: atitudes para uma conduta preventiva. *Rev Den Press Orto Ortop Fac.* 1998;3(1):104-26.
 31. Brin I, Tulloch JFC, Koroluk L, Philips C. External apical root resorption in Class II malocclusion: A retrospective review of 1- versus 2-phase treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003;124(2):151-6.
 32. Lee YJ, Lee TY. External root resorption during orthodontic treatment in root-filled teeth and contralateral teeth with vital pulp: A clinical study of contributing factors. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2016;149(1):84-9.
 33. McFadden WC, Engstrom C, Engstrom H, Anholm JM. A study of the relationship between incisor intrusion and root shortening. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1989;96(5):390-6.
 34. Freitas JC, Lyra OCP, Alencar AHG, Estrela C. Long-term evaluation of apical root resorption after orthodontic treatment using periapical radiography and cone beam computed tomography. *Dental Press J Orthod.* 2013;18(4):104-12.
 35. Sameshima GT, Sinclair PM. Predicting and preventing root resorption: Part I. Diagnostic factors. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001;119(5):505-10.
 36. Maués CPR, Nascimento RR, Vilella OV. Severe root resorption resulting from orthodontic treatment: Prevalence and risk factors. *Dental Press J Orthod.* 2015;20(1):52-8.
 37. Harris EF, Kineret SE, Tolley EA. A heritable component for external apical root resorption in patients treated orthodontically. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997;111(3):301-9.
 38. Artun J, Hullenar RV, Doppel D, Kuijpers-Jagtman AM. Identification of orthodontic patients at risk of severe apical root resorption. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;135(4):448-55.
 39. Picanço GV, Freitas KMS, Cançado RH, Valarelli FP, Picanço PRB, Feijão CP. Predisposing factors to severe external root resorption associated to orthodontic treatment. *Dental Press J Orthod.* 2013;18(1):110-20.
 40. Baumrind S, Korn EL, Boyd RL. Apical root resorption in orthodontically treated adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1996;110(3):311-20.
 41. Linge BO, Linge L. Apical root resorption in upper anterior teeth. *Eur J Orthod.* 1983;5:173-83.
 42. Linge L, Linge BO. Patient characteristics and treatment variables associated with apical root resorption during orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1991;99(1):35-43.
 43. Ioannidou-Marathiotou I, Zafeiriadis AA, Papadopoulos MA. Root resorption of endodontically treated teeth following orthodontic treatment: a meta-analysis. *Clin Oral Invest.* 2013;17:1733-44.
 44. Roscoe MG, Meira JBC, Cattaneo PM. Association of orthodontic force system and root resorption: A systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2015;147(5):610-26.
 45. Levander E, Malmgren O. Evaluation of the risk of root resorption during orthodontic treatment: A study of upper incisors. *Eur J Orthod.* 1988;10:30-8.
 46. Eross E, Turk T, Elekdag-Turk S, Cakmak F, Jones AS, Vêgh A, et al. Physical properties of root cementum: Part 25. Extent of root resorption after the application of light and heavy buccopalatal jiggling forces for 12 weeks: A microcomputed tomography study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2015;147(6):738-46.
 47. Schork NJ, Fallin D, Lanchbury JS. Single nucleotide polymorphisms and the future of genetic epidemiology. *Clin Genet.* 2000;58:250-64.
 48. Aminoshariae A, Aminoshariae A, Valiathan M, Kulild JC. Association of genetic polymorphism and external apical root resorption: A systematic review. *Angle Orthod.* 2016. Versão online.
 49. Wu FL, Wang LY, Huang YQ, Guo WB, Liu CD, Li SG. Interleukin-1β +3954 polymorphisms and risk of external apical root resorption in orthodontic treatment: A meta-analysis. *Genet Mol Res.* 2013;12(4):4678-86.
 50. Sameshima GT, Asgarifar KO. Assessment of root resorption and root shape: periapical vs panoramic films. *Angle Orthod.* 2001;71(3):185-9.

Mini Currículo e Contribuição dos Autores

1. Luciana Quintanilha Pires Fernandes - cirurgiã-dentista e especialista. Contribuição: participação científica e intelectual efetiva para o estudo; concepção e delineamento; aquisição dos dados; interpretação dos dados; preparação do manuscrito; redação do manuscrito; revisão crítica e aprovação final.
2. Jonas Capelli Júnior - cirurgião-dentista e PhD. Contribuição: participação científica e intelectual efetiva para o estudo; redação do manuscrito; revisão crítica e aprovação final.
3. Karina de Paula Lopes Campos - cirurgiã-dentista e especialista. Contribuição: participação científica e intelectual efetiva para o estudo; concepção e delineamento; interpretação dos dados; preparação do manuscrito; revisão crítica e aprovação final.
4. Marcela Mendes Medeiros Michelon - cirurgiã-dentista e especialista. Contribuição: participação científica e intelectual efetiva para o estudo; concepção e delineamento; interpretação dos dados; preparação do manuscrito; revisão crítica e aprovação final.
5. Guaracilei Maciel Vidigal Junior - cirurgião-dentista e PhD. Contribuição: participação científica e intelectual efetiva para o estudo; concepção e delineamento; interpretação dos dados; preparação do manuscrito; revisão crítica e aprovação final.

Recebido em: 14/12/2016 / Aprovado em: 15/03/2017

Autor Correspondente

Luciana Quintanilha Pires Fernandes

E-mail: lqpferrandes@hotmail.com

ANEXO



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: A influência do polimorfismo genético na reabsorção radicular induzida pelo tratamento ortodôntico

Pesquisador: Luciana Quintanilha Pires Fernandes

Área Temática: Genética Humana:

(Trata-se de pesquisa envolvendo Genética Humana que não necessita de análise ética por parte da CONEP:);

Versão: 1

CAAE: 56624016.0.1001.5259

Instituição Proponente: Hospital Universitário Pedro Ernesto

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.605.015

Apresentação do Projeto:

O projeto está apresenta todas informações necessárias para avaliação ética.

Objetivo da Pesquisa:

Avaliar uma possível relação genética em casos de reabsorção radicular consequente a tratamento ortoôntico

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Prezado pesquisador: Caracteriza-se como risco direto para os sujeitos da pesquisa a possibilidade de desconforto ou constrangimento no momento do preenchimento dos questionários. Os pesquisadores devem se comprometer a minimizar os riscos ou desconfortos que possam vir a ser causados.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa está bem estruturada e o referencial teórico e metodológico estão explicitados, demonstrando aprofundamento e conhecimento necessários para sua realização. As referências estão adequadas e a pesquisa é exequível.

Endereço: Avenida 28 de Setembro 77 - Térreo
Bairro: Vila Isabel **CEP:** 20.551-030
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2868-8253 **Fax:** (21)2264-0853 **E-mail:** cep-hupe@uerj.br



Continuação do Parecer: 1.605.015

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram avaliadas as informações contidas na Plataforma Brasil e as mesmas se encontram dentro das normas vigentes e sem riscos eminentes ao participante de pesquisa envolvido.

Recomendações:

Não há

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O projeto pode ser realizado da fora como está apresentado. Diante do exposto e à luz da Resolução CNS nº466/2012, o projeto pode ser enquadrado na categoria – APROVADO. Para ter acesso ao PARECER CONSUBSTANCIADO: Clicar na "LUPA" (DETALHAR) - Ir em "DOCUMENTOS DO PROJETO DE PESQUISA", clicar na opção da ramificação (pequeno triângulo no entrocamento do organograma) de pastas chamada – "Apreciação", e depois na Pasta chamada "Pareceres", o Parecer estará nesse local.

Considerações Finais a critério do CEP:

Tendo em vista a legislação vigente, o CEP recomenda ao Pesquisador: Comunicar toda e qualquer alteração do projeto e no termo de consentimento livre e esclarecido, para análise das mudanças; Informar imediatamente qualquer evento adverso ocorrido durante o desenvolvimento da pesquisa; O Comitê de Ética solicita a V. S^a., que encaminhe relatórios parciais de andamento a cada 06 (seis) Meses da pesquisa e ao término, encaminhe a esta comissão um sumário dos resultados do projeto; Os dados individuais de todas as etapas da pesquisa devem ser mantidos em local seguro por 5 anos para possível auditoria dos órgãos competentes.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_687231.pdf	24/05/2016 09:06:04		Aceito
Declaração de Pesquisadores	Declaracao_de_ciencia.pdf	24/05/2016 09:04:54	Luciana Quintanilha Pires Fernandes	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_detalhado.pdf	19/04/2016 15:17:06	Luciana Quintanilha Pires Fernandes	Aceito

Endereço: Avenida 28 de Setembro 77 - Térreo
Bairro: Vila Isabel **CEP:** 20.551-030
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2868-8253 **Fax:** (21)2264-0853 **E-mail:** cep-hupe@uerj.br



Continuação do Parecer: 1.605.015

TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	19/04/2016 14:48:47	Luciana Quintanilha Pires Fernandes	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto.pdf	19/04/2016 14:41:39	Luciana Quintanilha Pires Fernandes	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RIO DE JANEIRO, 24 de Junho de 2016

Assinado por:
DENIZAR VIANNA ARAÚJO
(Coordenador)

Endereço: Avenida 28 de Setembro 77 - Térreo
Bairro: Vila Isabel **CEP:** 20.551-030
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2868-8253 **Fax:** (21)2264-0853 **E-mail:** cep-hupe@uerj.br