

FACULDADE SETE LAGOAS

YAMILE BEATRIZ IGLESIAS VARELA

REABSORÇÃO DENTÁRIA NA MOVIMENTAÇÃO ORTODÔNTICA

GUARULHOS

2016

YAMILE BEATRIZ IGLESIAS VARELA

REABSORÇÃO DENTÁRIA NA MOVIMENTAÇÃO ORTODÔNTICA

Monografia apresentada ao curso de
Especialização *Lato Sensu* da Faculdade FACSETE,
como requisito parcial para conclusão do
Curso de Especialização em Odontologia.

Área de concentração: Ortodontia

Orientador: Prof. Ms. Fabio Schemann Miguel

GUARULHOS

2016

Iglesias, Varela Yamile Beatriz
Reabsorção radicular na movimentação
ortodôntica/Yamile Beatriz Iglesias Varela – 2016.

51 f.

Orientador: Fábio Schemann Miguel

Monografia (especialização) Faculdade Sete
Lagoas (FACSETE), 2016.

1.Reabsorção radicular 2. Movimento
Ortodôntico 3. Ortodontia

I. Título. II. Fábio Schemann Miguel

FACULDADE SETE LAGOAS

Monografia intitulada "***Reabsorção radicular na movimentação ortodôntica***" de autoria da aluna Yamile Beatriz Iglesias Varela, aprovada pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Prof. Ms. Fabio Schemann Miguel – FACSETE / GUARULHOS
Orientador

Prof. Marco Antonio Mattar – FACSETE / GUARULHOS

Prof. Ms. Evandro Eloy Marccone Ferreira – FACSETE / GUARULHOS

Guarulhos, 06 de Maio de 2016

“Não devemos permitir que alguém saia da nossa presença sem se sentir melhor e mais feliz.”

Madre Teresa de Calcutá

DEDICATÓRIA

Agradeço à minha mãe por todo amor e dedicação em minha vida, por ter sido firme me amparando nos momentos difíceis, mostrando que com disciplina e determinação poderia transpor os obstáculos.

Com amor no coração sempre esteve presente em todos os momentos, me incentivando a lutar e crescer profissionalmente, buscar sempre o melhor e também ser melhor. Com muita saudade guardo na lembrança as inúmeras vezes que elevou suas preces para pedir benção e proteção ao Deus dos céus nas longas e cansativas viagens durante a especialização, ou quando aguardava ansiosa meu regresso à Colômbia.

São muitas as lembranças, imensas as saudades e infinitas as alegrias. Você é com muito orgulho, o meu melhor exemplo de vida e determinação.

A você minha amada mãe, deixo aqui registrada a minha eterna gratidão,

Ao meu amado esposo **Fernando**, companheiro, solidário, compreensivo. Sempre me apoiando com palavras de incentivo e confiança, me dando força nos momentos de desânimo e mostrando que eu venceria, mesmo em meio a um mar de dificuldades. Sempre ao meu lado, me fez companhia nas tardes solitárias de sábado e nas muitas noites que estudava. Incansavelmente me ouviu falar sobre ortodontia embora não entendesse nada do que a gente falava, sempre procurando estar presente e disponível para tudo e em todos os momentos. Meu amor, você é um tesouro em minha vida,

Por final, aquele, que me permitiu tudo isso, ao longo de toda a minha vida, a você meu Deus, obrigada, reconheço cada vez mais em todos os meus momentos, que você é o maior mestre.

Obrigada por ser meus torcedores.

AGRADECIMENTOS

Ao meu prezado professor **Dr. Fábio Shemann Miguel**. Me sinto especialmente grata, pela doação de seu tempo, de seus conhecimentos científicos. Agradeço por sua preocupação na qualidade de minha formação acadêmica, por sempre ter acreditado em mim, por me incentivar nos momentos difíceis jamais me deixando desanimar, pois com a sabedoria própria dos grandes mestres sabe andar entre as “pedras do caminho”. Agradeço de coração pela amizade e carinho.

As palavras nem sempre são suficientes para expressar tudo o que sentimos, por isso deixo aqui registrado meu mais profundo e sincero agradecimento por todos estes anos de convivência acadêmica pedindo que Deus derrame suas bênçãos sobre você e alargue cada vez mais suas fronteiras na carreira acadêmica para que outras pessoas possam desfrutar do privilégio de aprender com seus conhecimentos;

Ao meu querido professor **Dr Marco Antônio Mattar**. Pelos ensinamentos, de forma simples e objetiva, de sua grandiosa experiência clínica.

Mas, principalmente, pela sua humildade e sinceridade. Eu o tenho como exemplo de um grande mestre;

À Faculdade de Tecnologia de Sete Lagoas por meio da sua Excelentíssima Reitora, **Profa Dra. Dóris Camargo de Andrade**;

À secretária do Programa de Pós-Graduação ADOCI, SP, **Silvia Pereira** pela atenção e auxílio durante todo o curso. Obrigada por ser essa pessoa muito querida, que não mede esforços em nos ajudar. Você tem um carisma que só é seu.

Aos meus amigos da especialização: **Carla, Andrea, Adalgiza, Narda, Diego, Juan Pablo, Nestor e Mário**. Muito obrigada por permitir me ser sua líder de grupo e por acreditar sempre em cada proposta louca que a gente fazia em procura de nosso bem-estar. Obrigada pela convivência nestes anos de trabalho. Confio em que nossa amizade permaneça no tempo;

A todos os funcionários, de **ADOCI** pela atenção e pelos serviços prestados.

RESUMO

A ortodontia é uma especialidade que trabalha basicamente corrigindo a posição dos dentes devolvendo ao paciente uma oclusão e estética aceitável. O movimento dentário induzido se dá por uma força aplicada através de aparelho fixo e aparelho removível, os quais induzem alterações no tecido periodontal levando a produção de citocinas e mediadores químicos que ativam as células odontoclásticas e macrófagos. Concomitantemente à reabsorção óssea pode haver reabsorções radiculares associadas. A reabsorção radicular é uma das consequências mais frequentes do tratamento ortodôntico sendo que sua etiologia está associada a mecanismos biológicos e mecânicos. É importante identificar as inter-relações entre a movimentação dentária induzida e a reabsorção dentária, considerando os aspectos mecânicos (presença ou não de extração, tipo e duração de força, tipo de movimento) e o formato da raiz como aspecto biológico. A morfologia das raízes é um fator de risco para a reabsorção radicular apical, a força ortodôntica deve ser leve e intermitente, os movimentos de intrusão e de torque vestibular e lingual de raiz devem ser executados com cuidado, e a mecânica ortodôntica realizada com extração aumenta o risco de reabsorções radiculares apicais severas.

Palavras chave: Reabsorção radicular, movimento ortodôntico, ortodontia.

ABSTRACT

Orthodontics basically takes care of correct the position of teeth returning to the patient an acceptable aesthetic occlusion. The induced dental movement is by a force applied by braces and removable device where they induce changes in the periodontal tissue leading the production of cytokines and chemical mediators that activate odontoclasts cells, and macrophages, concomitantly with bone resorption can be associated radicular resorption. The resorption root is one of most consistent causes of orthodontic treatment being that its etiology is associated the biological and mechanical mechanisms. Is very important identify the interrelations between the induced tooth movement and tooth resorption, considering the mechanical aspects (Presence or absence of extraction, type and duration of force, movement type) and format the root that biological aspect. The morphology of roots is a risk factor for resorption apical root, orthodontic force should be light and intermittent, that the movements of intrusion and vestibular torque and lingual root must be performed carefully and orthodontic mechanics performed with extraction increases the risk of resorption apical root severe.

Keywords: Root resorption, orthodontic movement, orthodontics.

LISTA DE ABREVIATURAS

RRAE. Reabsorção radicular apical externa.

LP. Ligamento periodontal.

ICS. Incisivo central superior.

PTH. Paratormônio.

IL-1 β . Interleucina 1 β .

VDR. Receptor da vitamina D.

OPG. Osteoprotegerina.

RANKL. Ligante solúvel do receptor do fator kB.

N Newtons.

MAA. Mordida aberta anterior.

ASA. Ácido Acetilsalicílico.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. PROPOSIÇÃO	12
3. REVISÃO DE LITERATURA	13
4. DISCUSSÃO	38
4.1 Fatores de risco	38
4.1.1 Fatores relacionados com o paciente	38
4.1.1.1 Idade	38
4.1.1.2 Gênero	39
4.1.1.3 Hereditariedade e genética	39
4.1.1.4 Tipo de má oclusão	40
4.1.1.5 Sobremordida vertical/ sobremordida horizontal	40
4.1.1.6 Forma e comprimento da raiz.....	41
4.1.2 Fatores relacionados com o tratamento.....	42
4.1.2.1 Tipo de tratamento (com e sem extrações).....	42
4.1.2.2 Tipo e duração da força.....	42
4.1.2.3 Tipos de movimento	43
4.1.2.4 Duração do tratamento.....	44
5. CONCLUSÃO	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

1. INTRODUÇÃO

Devido à grande incidência durante o tratamento ortodôntico, a reabsorção radicular é um tema amplamente discutido e investigado em todo o mundo. É possível observar, no entanto, que a vasta literatura sobre o tema, é também muito controversa em relação aos fatores que realmente interferem na ocorrência e severidade do grau de reabsorção durante o tratamento ortodôntico (PICANÇO, 2013). Com o aumento na demanda pelo tratamento ortodôntico em todas as idades, faz-se necessário estudar e aprofundar o entendimento sobre essa patologia que ainda constitui um desafio aos profissionais da ortodontia.

Sob a perspectiva do autor supracitado, tais fatores poderiam ser divididos em gerais, locais e mecânicos. Os fatores gerais seriam a hereditariedade, sexo, idade, estado de saúde e alergias. Os fatores locais seriam o tipo de má oclusão, hábitos, traumas prévios, estágio de desenvolvimento radicular, forma radicular e estado de saúde bucal, enquanto os fatores mecânicos seriam a magnitude da força ortodôntica, o intervalo de aplicação da força, o tipo de força e sua duração.

Para CONSOLARO (2011) a etiologia das reabsorções dentárias não é multifatorial, não dependendo da presença de várias causas atuando ao mesmo tempo para que a doença ocorra. Para este autor, as reabsorções dentárias têm múltiplas causas, as quais agem independentemente umas das outras, algumas dessas causas até podem se associar, mas isso não é usual.

Algumas reabsorções podem ser frequentes e aceitáveis clinicamente como as que ocorrem com a movimentação ortodôntica, mas não devem ser denominadas ou identificadas como normais. Essas reabsorções são caracterizadas como processo patológico na dentição permanente devido ao fato de não haver renovação dos tecidos mineralizados dentários (CONSOLARO, 2004).

A partir da problemática envolvendo seus possíveis agentes etiológicos, surgiu a motivação por verificar por meio de uma revisão de literatura o papel do tratamento ortodôntico na reabsorção radicular.

2. PROPOSIÇÃO

Este trabalho propõe-se a realizar uma revisão de literatura sobre a reabsorção radicular apical externa associada ao tratamento ortodôntico, considerando a morfologia radicular, os tipos de movimentos ortodônticos, tipo e duração da força ortodôntica e tratamento com ou sem exodontia.

3. REVISÃO DE LITERATURA

LEVANDER e MALMGREN (1988) realizaram uma pesquisa sobre a RRAE grave após o tratamento ortodôntico com aparelhos fixos. Analisaram, através de radiografias intraorais, o antes e depois de 610 incisivos superiores em 153 pacientes sendo 75 meninos e 78 meninas; e investigaram a relação entre a RRAE e o formato apical da raiz. Concluíram que o grau de RRAE é maior em raízes em forma de pipeta ou ponta abaulada do que em dentes com raiz normal. A partir deste estudo os autores criaram a classificação mais utilizada atualmente para identificar a morfologia das raízes, estabelecendo quatro formatos principais: curta, obtusa, tortuosa e em forma de pipeta. Estes mesmos autores apresentaram no mesmo ano o sistema de classificação de reabsorção radicular, onde é possível observar que o grau de reabsorção radicular varia entre o grau 1 quando existe um contorno irregular na raiz e o grau 4, definido pela perda de mais de 1/3 do comprimento da raiz. O grau de reabsorção radicular também pode ser considerado moderado quando a reabsorção radicular é $>2\text{mm}$ e $\leq 1/3$ do comprimento da raiz ou severa quando a reabsorção radicular é $>1/3$ do comprimento da raiz.

HARRIS e BUTLER (1992) tiveram como objeto de estudo os padrões de reabsorção radicular antes e após correção ortodôntica de casos de mordida aberta anterior. Foram avaliados 32 adolescentes com mordida aberta, com dois terços deles apresentando má oclusão de classe II e um terço deles, má oclusão classe III. Em momento posterior, comparou esse grupo a outro composto por pacientes com mordida profunda. No primeiro grupo, havia presença de raízes encurtadas antes do tratamento, evidência de que houve reabsorção durante ou após a formação radicular. Durante o período de tratamento, ambos os grupos apresentaram reabsorção, mas após o tratamento, os pacientes com mordida aberta continuaram a possuir significativamente maior grau de reabsorção e menor quantidade de suporte ósseo. A partir da pesquisa, concluiu-se que o tratamento ortodôntico, nesses casos, não é por si só a maior causa de reabsorção radicular; porém, a estética e a função obtidas ao fim do tratamento justificam o risco.

BECK e HARRIS (1994) avaliaram a reabsorção radicular apical de 83 indivíduos, com idade variando de 11 a 26 anos e má oclusão de Classe I, que

foram tratados com e sem extração de pré- molares e foram divididos em 2 grupos: grupo 1, tratado pela técnica de *Begg* e o outro grupo pela técnica de *Edgewise*, realizaram telerradiografias pré e pós-tratamento e concluíram que as técnicas usadas apresentaram o mesmo risco e grau de reabsorção radicular. O sexo e a idade não interferiram no grau de reabsorção, intrusão sofreu mais reabsorção e que a duração do tratamento independe da quantidade de reabsorção.

NE; WHITERSPOON; GUTMANN (1999) afirmaram que o processo de reabsorção dos tecidos duros é um resultado da interação entre células tipo clasto com fatores regulatórios locais (citocinas), advindos geralmente de células inflamatórias, e fatores sistêmicos, representados principalmente por hormônios, dentre os quais os esteróides sexuais e o paratormônio (PTH) desempenham um papel fundamental. Os monócitos e os macrófagos são células inflamatórias relacionadas ao desenvolvimento e reparo de todos os tecidos. Os monócitos do sangue circulante, uma vez no tecido injuriado, tornam-se macrófagos, que têm a função primordial de remover os detritos locais responsáveis pela perpetuação de estímulos pró-inflamatórios na área. Tais estímulos são quimiotáticos para macrófagos e outras células precursoras da linhagem monocítico-macrofágica, que podem proliferar e se diferenciar em clastos a partir de complexa interação com células osteoblásticas ou indiferenciadas do tecido conjuntivo adjacente. O osteoclasto e o odontoclasto são as células ativas da reabsorção óssea e radicular, respectivamente. Possuem tempo de vida médio de aproximadamente duas semanas, sendo caracterizadas não só pelo número variado de núcleos, que pode ser de 20 a 100 numa mesma célula, como por serem móveis e apresentarem altas taxas de metabolismo celular. Em geral, os osteoclastos apresentam maior volume e número de núcleos que os odontoclastos, além de serem mais móveis. Entretanto, apesar destas sutis diferenças morfológicas, osteoclastos e odontoclastos parecem representar funcionalmente o mesmo tipo celular. Os clastos apresentam como principais estruturas: receptores específicos na superfície de membrana citoplasmática, a zona clara ou de adesão e a borda em escova. Os receptores de superfície são específicos para fatores regulatórios sistêmicos como o PTH e a calcitonina. A zona clara, bastante evidente nos osteoclastos e menos evidente ou até mesmo ausente nos odontoclastos, é a região citoplasmática onde a partir da interação específica com moléculas expostas pelo tecido duro danificado permite a

fixação celular, isolando o meio para o ataque ácido e proteolítico decorrentes de enzimas liberadas pela borda em escova durante o processo de reabsorção. A atuação de cada uma destas regiões clásticas resulta na formação da chamada lacuna de Howship, onde ocorre a degradação mineral. Inicialmente, dentro desta lacuna, há a solubilização da matriz orgânica do tecido duro, expondo o conteúdo mineral que então é degradado pelas substâncias ácidas produzidas pelos clastos e liberadas dentro da lacuna. Os componentes orgânicos são degradados a partir de enzimas proteolíticas como metaloproteinases da matriz extracelular, especialmente a MMP- 9, e cisteínas proteinases, como a catepsina K. Assim, a matriz mineral é destruída, liberando inúmeras citocinas e fatores de crescimento, como o fator de crescimento de transformação- β (TGF- β). As citocinas e os fatores de crescimento liberados após a degradação do tecido duro irão estimular o repovoamento desta superfície através da diferenciação de células indiferenciadas em blastos (osteoblastos e cementoblastos), depositando nova matriz mineral, que, em associação com outros fatores como a redução no pH local, acabam inativando os clastos. Os blastos são as principais células envolvidas no processo de remodelação do tecido mineralizado por serem capazes de ativar e inativar a ação dos clastos.

MCNAB *et al.* (2000), relacionaram o tipo de aparelho e extração dentária com a incidência de reabsorção radicular em dentes posteriores após o tratamento ortodôntico de 97 indivíduos, com idade média inicial de 13,9 anos. Analisaram radiografias panorâmicas antes e após o tratamento. Aproximadamente 60% destes indivíduos foram tratados com extrações dentárias e, 74% utilizaram aparelhos da técnica *Edgewise* e 26% com a técnica de *Begg*. Relataram que a incidência de reabsorção radicular nos dentes posteriores foi maior na técnica de *Begg*; houve maior incidência de reabsorção nos casos com extrações dentárias, e os molares sofreram maior reabsorção radicular do que os pré-molares, devido ao maior esforço mecânico sobre os molares por um maior período de tempo.

FRANCISCHONE (2002), para testar a associação entre endócrinopatias e as forças ortodônticas avaliou, por meio de radiografias os dentes e os ossos maxilares de 81 pacientes que apresentavam algum tipo de endocrinopatia. Os resultados não evidenciaram casos com reabsorções múltiplas ou severas, apenas eventuais reabsorções decorrentes de lesões periapicais crônicas e traumatismos. Dessa forma, demonstrou-se clinicamente que os dentes e suas raízes não estão

envolvidos nos sistemas reguladores do “turnover” ósseo ou participam do controle dos níveis sanguíneos de cálcio. Portanto, eliminou-se possibilidade da influência de distúrbios endócrinos na etiopatogenia das reabsorções radiculares.

AL-QAWASMI *et al.* (2003) fez a primeira descrição de associação da reabsorção radicular apical externa durante o tratamento ortodôntico e a presença de polimorfismo de IL-1 β , em seu estudo sugerem o envolvimento de IL-1 β na patogênese da reabsorção apical externa estimulando células clásticas durante o movimento ortodôntico e que a baixa produção de IL-1 β resulta em menos reabsorção do osso cortical na interface com o ligamento periodontal. Para os autores, a associação entre a reabsorção radicular apical externa e a presença do polimorfismo de IL-1 β tem uma relação estreita com a etiopatogenia desse diagnóstico, encontrando maior predisposição em indivíduos com alelo 1, enquanto os indivíduos homocigotos para o alelo 2 são protegidos contra essa doença.

FRITZ *et al.* (2003), investigaram se e em que medida a RRAE ocorre em pacientes tratados com aparelho lingual fixo. O coletivo foi composto por 33 mulheres e 7 homens, com idade média de 24,2 anos. 456 incisivos e caninos superiores e inferiores foram avaliados. As mudanças no comprimento radicular foram mensuradas com radiografias panorâmicas e telerradiografias pré e pós-tratamento. Acharam que a taxa de RRAE foi de 3,7%. Os dentes 11, 12 e 21 apresentaram maior taxa de RRAE que os dentes 31, 32 e 43 com reabsorções \leq 10%. Apenas 18% dos 456 dentes analisados foram afetados pela reabsorção pronunciada $>$ 10%. 82% dos dentes estavam livres de reabsorção. Nenhuma relação significativa entre o grau de RRAE e parâmetros como idade, sexo, tempo de tratamento ativo, má oclusão, ou a extensão e direção do movimento apical foi achada. Concluíram que a terapia ortodôntica lingual resultou em apenas pequenas reabsorções radiculares. Encurtamentos de raiz pronunciados observados em alguns pacientes obedeceram à predisposição individual como principal fator de risco para a ocorrência de RRAE.

BRIN *et al.* (2003), avaliaram o grau de RRAE em uma amostra de 138 crianças que apresentaram má oclusão de Classe II, divisão 1^a, com “overjet” $>$ 7mm, tratados em uma única fase com o aparelho fixo e comparado com outro grupo tratado em duas fases, com o AEB ou o bionator, seguidos pelo aparelho fixo.

Avaliaram-se 532 incisivos, achando que a proporção da RRAE dos incisivos foi ligeiramente maior no grupo que realizou apenas uma fase. Não houve diferença na incidência de RRAE entre os dentes que tiveram trauma e aqueles que não tinham, e houve apenas um leve aumento na frequência de RRAE em dentes com morfologia radicular alterada. Acharam associação significativa entre RRAE, a magnitude da redução do overjet, e o tempo de tratamento com aparelhos fixos. Concluíram que não todos os incisivos em uma criança respondem do mesmo jeito, e as variáveis desempenham um papel na determinação da resposta da raiz às forças ortodônticas.

WEILAND (2003), estudou a RRAE causada pelo uso dos fios de aço comparado aos fios superelásticos. Utilizaram-se 90 pré-molares de 27 pacientes (10 masculinos e 17 femininos). Todos com extrações de pré-molares indicadas. No grupo experimental, um pré-molar de um lado foi ativado com fio de aço com “*offset*” de 1mm e reativado durante quatro semanas. O pré-molar contralateral foi movido com fio superelástico com força de 0.8 a 1N. Depois foi ativado em 4,5mm e permaneceu sem ativação 12 semanas. Os dentes do grupo controle foram extraídos antes das ativações do grupo experimental. A profundidade, o perímetro, a área e o volume da lacuna de RRAE foram avaliados com microscópio. Acharam que o movimento com fio superelástico foi maior do que aquele com fio de aço. A profundidade da lacuna de RRAE não diferiu significativamente entre ambos os grupos. Entretanto os perímetros dos que utilizaram o fio superelástico, foram maiores do que aqueles com fio de aço. Concluiu-se que a movimentação com fio superelástico é mais rápida, com uma força constante comparada com o fio de aço, que inicialmente é maior, mas rapidamente declina. Porém, o fio superelástico apresenta maior severidade de RRAE.

HAUG *et al.* (2003) citaram como fatores regulatórios locais ativadores da reabsorção: as baixas tensões de O₂, a acidez do meio, citocinas inflamatórias e derivadas dos blastos, tais como fator estimulador de colônias de macrófagos (M-CSF) e de granulócitos-macrófagos (GM-CSF), interleucinas (IL-1 e IL-6), fator de necrose tumoral- α (TNF- α), prostaglandinas (PGE) e osteopontina. Outros fatores são ácidos, proteases e endotoxinas (LPS) de origem bacteriana, que perduram a ação dos agentes inflamatórios na área, além de neuropeptídeos como o polipeptídeo vasointestinal (VIP) e o NYP, o antagonista simpático da ação do VIP.

Dentre os mediadores locais inibitórios do processo reabsortivo, tem-se: TGF- β , interferon gama (IFN- γ), interleucinas-4, -10 e -13, receptor antagonista da IL-1 (IL-1ra) e concentrações locais de óxido nítrico.

CONSOLARO *et al.* (2004), afirmam no seu artigo que há uma grande quantidade de fatores ambientais envolvidos na etiopatogenia da RRAE durante a movimentação ortodôntica como: tipo de má-oclusão, tipo e extensão do movimento dentário induzido, forma e comprimento da raiz; intensidade e distribuição da força, densidade e altura do osso alveolar, tipo de mecânica aplicada, história dentária anterior como bruxismo, traumatismo dentário prévio, lesões periapicais, doença periodontal, onicofagia e outros vícios. Relataram que a RRAE representa um fenômeno mediado por várias citocinas, fatores de crescimento e produtos do ácido araquidônico, além de outros mediadores como óxido nítrico. Em suma, a RRAE é um fenômeno análogo à reabsorção óssea. Todas as evidências clínicas e experimentais demonstram que a RRAE relaciona-se com fatores ambientais locais. De acordo com os autores, as raízes curtas quando movimentadas apresentam maior índice de RRAE, pois concentram mais forças no ligamento periodontal, com maior possibilidade de lesão cementoblástica e consequente RRAE.

CONSOLARO *et al.* (2004), fizeram uma análise criteriosa do trabalho apresentado por AL-QAWASMI *et al.* (2003) em *Dentofacial Orthopedics*, sobre uma possível predisposição genética para justificar as RRAE em Ortodontia, mas apresentou algumas limitações metodológicas e equívocos na interpretação de seus resultados. A crítica ressalta que, na maioria, estas limitações foram mencionadas e reconhecidas pelos autores na discussão do trabalho, mas o seu resumo e título foram muito taxativos e conclusivos. A citação deste trabalho como prova definitiva de associação entre hereditariedade e RRAE em Ortodontia pode traduzir também o desejo de excluir da prática clínica a responsabilidade de planejar de forma individualizada e detalhada cada tratamento com base no conhecimento das possibilidades e limitações técnicas oferecidas pela ciência ortodôntica, bem como nas suas bases biológicas, por exemplo, valorizando a morfologia radicular e da crista óssea alveolar e o papel dos cementoblastos na proteção da superfície radicular.

ODEBRECHT *et al.* (2004), na sua pesquisa objetivaram comparar pacientes portadores de bruxismo e pacientes sem sinais clínicos de desgaste dentário em relação à quantidade de RRAE nos incisivos superiores. Por tanto foram avaliados clínica e radiograficamente 64 pacientes com idade entre 18 e 41 anos, divididos em dois grupos: o grupo 1, formado por indivíduos sem sinais clínicos de desgaste dentário e o grupo 2 bruxônomos com sinais clínicos de desgaste dentário. 256 dentes foram analisados por meio de radiografias periapicais e utilizou-se a classificação de Malmgreen. Os resultados demonstraram que quando feita a comparação entre o grupo 1 e 2 (controle vs bruxismo), observou-se que a RRAE média para o segundo foi significativamente maior do que para o primeiro, sugerindo com isso que realmente o hábito de ranger os dentes pode influenciar ou acarretar uma certa quantidade de RRAE.

BELTRÃO (2005), avaliou a RRAE dos incisivos, após da correção da MAA com aparelho *Edgwise* e a correlacionou com os movimentos anteroposteriores e verticais dos ápices, a duração de uso dos elásticos, o tempo de tratamento e as alterações de overjet e overbite. Selecionaram-se, 120 documentações. A amostra foi dividida em quatro grupos: dois com MAA: indivíduos tratados com extração (G1), e indivíduos sem extração (G2), e dois grupos com overjet normal: indivíduos tratados com extração (G3), e indivíduos sem extração (G4). O grau de RRAE foi avaliado com radiografias periapicais e com a classificação de Malmgreen. A movimentação dos incisivos nos sentidos anteroposterior e vertical foi avaliada com telerradiografias iniciais e finais. Acharam que houve diferença significativa do grau de RRAE entre os grupos com MAA (G1 e G2) e entre os grupos com overbite normal (G3 e G4). Observou-se RRAE mais severa nos grupos tratados com extração (G1 e G3) que nos grupos sem extração (G2 e G4). Concluíram que o uso dos elásticos verticais não influenciou no grau de RRAE, mas sim o movimento de retração nos casos de extração. O tempo de tratamento não teve correlação com o grau de RRAE em ambos os grupos.

CHAN e DARENDELILER (2005) avaliaram o volume de RRAE decorrente de inclinação para vestibular e identificaram os locais em que a RRAE é mais prevalente. Durante 4 semanas, 36 prés-molares superiores e inferiores em 16 pacientes com média de idade de 13,9 anos, indicados ortodônticamente para extração, foram submetidos e divididos em grupo de força leve(25g), força

pesada(225g) e força controle(0g), para depois ser extraídos e analisados em imagem de microscopia eletrônica concluindo que o maior volume de RRAE foi observado para o grupo de força “pesada” comparado aos grupos de força “leve” e controle. Embora mais RRAE tenha sido mensurada no grupo de força “leve”, nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada entre os grupos de força “leve” e controle. As superfícies vestibulo-cervical e lingo-apical apresentaram maior incidência de RRAE do que as demais.

CHIQUETO (2005), avaliou se o grau de RRAE decorrente do tratamento ortodôntico é semelhante entre os pacientes com sobremordida acentuada, tratados com a mecânica intrusiva de acentuação e reversão de curva de Spee, e os pacientes com trespasse vertical normal. 60 pacientes com más oclusões de Classe I e II, tratados sem extração foram divididos em dois grupos: o grupo 1, composto de 30 pacientes com sobremordida acentuada, tratados com mecânica intrusiva, e grupo 2, constituído por 30 pacientes com trespasse vertical normal, tratados sem mecânica intrusiva. Utilizaram-se radiografias periapicais pré e pos-tratamento para avaliar o grau de RRAE. Além disso, foi verificada a correlação entre o grau de RRAE e a quantidade de movimentação dentária. Analisou-se também a influência da morfologia radicular no grau de RRAE. Os resultados revelaram um maior grau de RRAE no grupo tratado com mecânica intrusiva e houve correlação estatisticamente significativa com a quantidade de correção de sobremordida e com a intrusão dos ICS. Com relação à morfologia radicular, as raízes curtas e triangulares apresentaram maior RRAE, mas não foi encontrada significância estatística entre o grau de RRAE e as formas radiculares.

SMALE *et al.* (2005), em um estudo sobre RRAE observaram radiografias periapicais padronizadas e digitalizadas feitas antes do tratamento (T1) e em um período médio de 6,4 meses após da colocação dos braquetes dos incisivos superiores (T2) em 290 pacientes com idade entre 10 e 57 anos. A RRAE promedio dos 4 incisivos foi 0,53mm, quanto que a media da amostra do dente mais severamente reabsorvido foi de 1,18mm. 4,1% dos pacientes tiveram RRAE media de 1,5mm ou mais, e 15,5% tiveram pelo menos 1 dente com 2mm ou mais de RRAE. A quantidade máxima de RRAE foi de 4,4mm. A grande variação dos índices de RRAE mostrou que desvios na forma radicular, raízes longas e estreitas e o aumento entre o período T1 e T2 foram fatores de risco para RRAE dos incisivos

superiores, onde raízes normais e raízes amplas foram fatores preventivos com uma explicável variável de 14% para os incisivos centrais e de 24% para os incisivos laterais. Concluíram que a RRAE pode se apresentar desde a fase de nivelamento. Embora dentes com raízes longas, estreitas e desviadas sejam fatores de risco durante o estágio inicial do tratamento, a percentagem desse risco é menor do que 25%.

HAN *et al.* (2005), considerando os movimentos de intrusão e extrusão, compararam a reabsorção radicular, após a aplicação de forças contínuas de intrusão e extrusão de 100 cN, por oito semanas, em nove pacientes com média de idade de 15,3 anos. Onze primeiros prés-molares superiores de seis pacientes aleatoriamente selecionados, foram extraídos antes do início do tratamento ortodôntico e serviram de controle. A reabsorção radicular foi avaliada por um scanner de microscopia eletrônica, e a severidade da reabsorção foi avaliada visualmente por escores das raízes. Como resultado, a reabsorção foi encontrada em ambos os dentes intruídos e extruídos. Porém, uma diferença significativa foi encontrada entre os dentes intruídos e os de controle, mas não entre os dentes extruídos e os de controle, demonstrou-se uma reabsorção de 5,78% das superfícies das raízes distais e mesiais dos dentes intruídos e de 1,28 das superfícies das raízes dos dentes extruídos, sendo essa diferença estatisticamente significativa. Assim, concluíram que a intrusão de dentes causa quatro vezes mais reabsorção radicular do que a extrusão.

ARIAS e MARQUEZ- OROZCO (2006), objetivaram em um estudo determinar por medição direta os efeitos que o ASA, Ibuprofeno e Acetaminofeno têm na movimentação ortodôntica e avaliar histologicamente as diferenças na reabsorção óssea na área de pressão em ratos tratados com estes analgésicos. Trinta e seis ratos adultos foram divididos em quatro grupos de nove cada um. Aparelhos ortodônticos foram colocados sobre os incisivos dos ratos. Nos três grupos experimentais, analgésicos foram diluídos em água de osmose reversa e entregues a través de uma sonda gástrica: 100mg/kg de ASA, ou 30mg/kg de Ibuprofeno, ou 200mg/kg de Acetaminofeno. O grupo controle recebeu apenas a água de osmose reversa. Os resultados demonstraram que os analgésicos antiinflamatórios não esteróides tais como ASA e o Ibuprofeno provocaram uma diminuição no número de osteoclastos, provavelmente pela inibição da secreção de

prostaglandinas reduzindo, portanto, a movimentação ortodôntica. O Acetaminofeno não afetou a movimentação ortodôntica nos ratos e deve ser o medicamento de eleição para tratar sintomas dolorosos durante o tratamento ortodôntico.

HARRIS *et al.* (2006), mensuraram o volume de RRAE decorrente das forças intrusivas controladas leves e pesadas. Identificaram os locais onde a RRAE era mais prevalente. A amostra constituiu-se de 54 primeiros prés-molares superiores indicados ortodônticamente para extração de 27 pacientes, com uma média de idade de 15,6 anos. Sob a técnica segmentada, utilizou-se cantilever spring feito em fio beta-titânio-molibdênio 0,017" x 0,025". Os pacientes foram divididos aleatoriamente em 3 grupos, e aplicaram-se vários níveis de força: o grupo 1, força pesada (225g) em 1 lado e força de controle (0g) no lado contralateral; grupo 2, força leve (25g) em 1 lado e força de controle (0g) no lado contralateral; grupo 3, força leve (25g) em 1 lado e força pesada (225g) no lado contralateral. Após o período experimental (4 semanas), os dentes foram extraídos e analisados usando uma tomografia microcomputarizada. A diferença entre os 3 grupos foi estatisticamente significativa. O volume médio de RRAE no grupo de força "leve" e "pesada" foi cerca de 2 e 4 vezes maior do que no grupo controle, respectivamente. As superfícies mesio-apical e disto-apical apresentaram maior incidência de RRAE do que as demais superfícies, sem diferença significativa.

CASA *et al.* (2006), a través da aplicação de um método histoquímico com fosfatasa ácida tartrato resistente (trap) e microscopia eletrônica, analisaram a aparência e distribuição de células clásticas decorrente da aplicação de torque contínuo sobre 28 prés-molares superiores com desenvolvimento radicular completo, obtidos de 14 pacientes (13-16 anos de idade) que se extraíram com fines ortodônticos. A amostra foi dividida em 5 grupos experimentais: sem aplicação de força, e contínua aplicação de força com fios de níquel titânio super elástico por 1,2,3 e 4 semanas. Ao exame ultraestrutural, revelou-se que as lacunas de reabsorção e as células clásticas foram encontradas na superfície do cimento nas áreas sob compressão e aumentaram em extensão e número com a duração da força. Observou-se alguns sinais de reparo no cimento, mesmo com a manutenção do nível da força.

GADBEN *et al.* (2006), avaliaram RRAE em decorrência da movimentação ortodôntica e a sua relação com as formas das raízes, gênero e tratamento com ou sem extrações de prés-molares. A amostra utilizada foi composta de 47 pacientes, de ambos os gêneros, com idade variando entre 9 e 29 anos. Foram utilizadas radiografias periapicais de incisivos superiores, obtidas antes e após o tratamento ortodôntico. Para avaliação do grau de RRAE e da forma radicular induzidas pela movimentação ortodôntica foi utilizada a classificação de Levander e Malmgren (1988). A través dos resultados, verificou-se que a RRAE ocorreu em 100% dos casos, apresentando níveis variados. Dentes com raízes de forma abaulada ou romboidal, pacientes do gênero feminino e casos tratados com extrações de pré-molares apresentaram maior RRAE ao final do tratamento ortodôntico.

FREITAS *et al.* (2007), avaliaram o grau de reabsorção radicular em pacientes com mordida aberta e pacientes com sobremordida normais, tratados com e sem extrações de prés-molares. Radiografias periapicais pré-tratamento e pós-tratamento foram utilizadas para avaliar a quantidade de reabsorção radicular. Foram selecionados 120 pacientes e divididos em quatro grupos. O grupo 1 era composto por 32 pacientes tratados com extrações de prés-molares; o grupo 2 incluiu 28 pacientes com mordida aberta, tratados sem extrações no grupo 3 foram 30 pacientes com sobremordida normal, tratados com extrações de prés-molares e o grupo 4 consistiu em 30 pacientes com sobremordida normal, tratados sem extrações. A reabsorção radicular foi semelhante entre mordida aberta e protocolos de tratamento de sobremordida normais, mas os tratamentos com extração mostraram maior reabsorção radicular do que os tratamentos sem extrações. Houve uma correlação estatisticamente significativa na correção de *overjet* e retração dos incisivos centrais superiores com o grau de reabsorção radicular.

DEGUCHI *et al.* (2008), compararam a quantidade de RRAE entre a intrusão com miniparafuso e com extrabucal j- hook (“gancho j”) em 18 pacientes com idade média $20,7 \pm 2,5$ anos (grupo j-hg) and $21,5 \pm 3,7$ (grupo miniparafuso) com primeiros prés-molares superiores indicados para extração. No grupo j-hg utilizou-se aparelho *Edgewise* com extraoral j-hook adaptado num fio de aço de 0.016”x0.022” com força de 100gr por lado. A força foi verificada uma vez por mês (cada consulta) com um tensiômetro. Todos os pacientes foram solicitados a

registrar o tempo total que eles usavam o j-hook todos os dias. Somente os pacientes que utilizaram o j-hook mais de sete horas por dia, em média, foram incluídos neste estudo. No grupo de implante, dois miniparafusos (diâmetro; 1,5mm, comprimento, 6mm) foram colocados sob anestesia local na região pré-maxilar. A carga foi aplicada usando fio de amarelo a partir do implante para o gancho soldado no fio de aço inoxidável. 016" x .022" em 1 mês depois da cicatrização. O tempo experimental para ambos os grupos foi de sete meses, concluindo que houve significativamente mais RRAE no grupo j-hg do que no grupo de implante após a intrusão dos incisivos superiores.

BARBAGALLO *et al.* (2008), compararam a magnitude de RRAE e sistemas de forças convencionais: leve (25g) e pesada (225g) com aparelho termoplástico removível sequencial (TAs) em 54 primeiros pré-molares superiores de 27 pacientes com extrações indicadas. Dividiram-se em 3 grupos. No grupo 1, TAs foram usados para mover os dentes de um lado numa direção bucal, cada 2 semanas (movimento TA); os dentes contralaterais não foram movidos e serviram como controle. No grupo 2, o movimento TA foi usado em 1 lado e uma força vestibular pesada aplicou-se no lado oposto. No grupo 3, o movimento TA foi utilizado em um lado e uma força bucal leve aplicou-se no lado oposto. As forças leves e pesadas foram fornecidas por meio de uma mola de beta-titânio sem reativações. O tratamento foi de 8 semanas com trocas dos ATs cada 14 dias, e cada paciente teve 4 aparelhos. Após do experimento, os dentes foram extraídos. A maior RRAE foi observada no grupo de força "pesada". O grupo "TAs" obteve RRAE similar ao grupo de força "leve". As superfícies vestibulo-cervical e lingo-apical apresentaram maior RRAE em todos os grupos. Concluíram que TAs têm efeitos similares sobre RRAE às forças leves convencionais.

PANDIS *et al.* (2008), investigaram a RRAE comparando o braquete autoligado *Damon 2 (Ormco)*, em incisivos maxilares de 96 pacientes, por meio de radiografias panorâmicas, realizadas antes e depois do tratamento ortodôntico e medidas em milímetros. A distorção das mensurações causada pelas radiografias panorâmicas foi avaliada utilizando-se uma sonda periodontal no incisivo lateral durante a tomada radiográfica. A magnificação obtida foi estimada em 14%, o que significa que para uma reabsorção radicular de 1,5mm a magnificação é menor do que 0.2mm. A hipótese testada foi que as diferenças no modo de ligação dos

bráquetes afetariam as taxas de RRAE. Analisando os resultados, não houve diferença na quantidade de reabsorção apical quando comparadas as duas aparatologias.

RAMANATHAN e HOFMAN (2009), tiveram como principal objetivo comparar o grau de reabsorção radicular dos incisivos durante diferentes movimentos dentários usando três técnicas diferentes, ou seja, o arco de intrusão basal, o arco de três componentes, e nivelamento do arco dentário superior com o aparelho “*Straigh-Wire*”. Foram avaliadas radiografias de 49 indivíduos (20 homens e 29 mulheres), com idade média de 14,5 anos que foram tomadas em dois momentos, nos dois primeiros grupos após a fase de nivelamento, e no terceiro grupo logo após a colocação do arco; e em todos os grupos após 6 meses do início do tratamento, sendo nesse período onde a quantidade de reabsorção foi obtida. As médias de reabsorção nos incisivos foram diferentes nos três grupos, o grupo do arco de três componentes mostrou uma maior reabsorção (0,46mm) do que o grupo de arco de intrusão basal (0,26mm) e o grupo tratado com a técnica de “*Straigh-Wire*” (0,25mm), demonstrando não haver nenhuma diferença no índice significativo de reabsorção entre as técnicas, mas mesmo assim demonstrou que a técnica de intrusão do arco de três componentes resultou em um índice maior da reabsorção radicular.

BELLOMO *et al.* (2009), avaliaram radiograficamente os comprimentos radiculares de incisivos centrais superiores e laterais, superiores e inferiores, frente ao estímulo de forças ortopédicas funcionais, após o término do tratamento. Foram selecionados aleatoriamente 30 indivíduos, com idade média de 11,5 anos, de um universo de 60 indivíduos, totalizando 107 incisivos com rizogênese completa, 80 incisivos com rizogênese incompleta e a altura de 141 cristas alveolares entre os incisivos. Os aparelhos ortopédicos funcionais utilizados foram de vários modelos: pistas planas simples e compostas, Bimler A e C, Simoes Network (SN's): SN1, SN3, SN4, SN7, SN11. A análise das imagens obtidas por radiografias periapicais antes e após o término do tratamento foi feita por um único examinador. Após análise estatística dos resultados observou-se alongamento adicional médio de 9% nos dentes com rizogênese completa, de 30% nos dentes com rizogênese incompleta e a altura da crista óssea manteve-se inalterada. Assim, os autores concluíram que o tratamento utilizando técnicas ortopédicas funcionais parece não induzir reabsorções

radiculares nem predas ósseas alveolares, possibilitando também o final normal da rizogênese.

PAETYANGKUL *et al.* (2009), analisaram a superfície da raiz e quantificaram o volume de RRAE após a aplicação de forças leves e pesadas em direção vestibular durante 12 semanas. Analisaram 40 primeiros prés-molares superiores e inferiores de 10 pacientes (média de idade de 14,3 anos). Uma força leve vestibular de 25g foi aplicada ao dente experimental, e uma força pesada de 225g foi aplicada sobre o pré-molar contralateral. 12 semanas depois de aplicação da força, os prés-molares foram extraídos e analisados através de tomografia microcomputarizada. As reabsorções foram analisadas para medições volumétricas. Observaram que a força leve produziu RRAE significativamente menor que a força pesada. Os primeiros prés-molares superiores eram mais propensos à RRAE do que os primeiros prés-molares inferiores. Houve diferença significativa entre as superfícies vestibular e lingual, com maior RRAE na superfície vestibular em ambos os grupos, que correspondem às zonas de pressão do movimento vestibular. Concluíram que o volume de crateras e reabsorção óssea induzida por forças em direção vestibular durante 12 semanas sobre os primeiros prés-molares foi diretamente proporcional à magnitude da força.

PREOTEASA *et al.* (2009), correlacionaram a RRAE com algumas características morfológicas como fatores de risco. Analisaram 50 pacientes que dividiram em dois grupos com um número igual de indivíduos: aparelho removível e aparelho fixo. Avaliaram se a divergência facial por médio do ângulo FMA, a gravidade das más oclusões de Classe de Angle, a morfologia apical inicial para os 4 incisivos e caninos superiores e inferiores, (formas normal, abaulada, tortuosa e pipeta). Para estabelecer a presença e a gravidade da RRAE em radiografias panorâmicas foram analisadas as mudanças no contorno apical e encurtamento dos dentes por médio do índice de Shape(1987). Os autores perceberam que em casos tratados com aparelhos ortodônticos removíveis não foi encontrada RRAE, enquanto que no grupo de aparelhos fixos sim. Pôde-se concluir que a prevalência de RRAE é influenciada pelo sexo e idade dos pacientes sendo maior em homens que nas mulheres e maior em pacientes mais velhos. Os Dentes frontais inferiores apresentaram RRAE sendo mais frequentes no incisivo central inferior. A

Prevalência de RRAE é maior quando existe hipo ou hiperdivergência facial, má oclusão de Classe II e III de Angle, e raízes tortuosas.

BASTOS LAGES *et al.* (2009), estudaram novamente o polimorfismo do gene de IL-1 β associado com a RRAE. Foram avaliados 61 pacientes ortodônticos, divididos em 2 grupos: 23 indivíduos com reabsorção radicular maior que 2mm e 38 indivíduos com reabsorção menor que 2mm. A presença ou ausência de RRAE foi verificada por meio de radiografias periapicais, analisadas antes e após do tratamento ortodôntico. Houve diferenças importantes entre as frequências dos alelos e genótipos do polimorfismo do gene IL-1 β , entre o grupo afetado e não afetado pela reabsorção. Observou-se que indivíduos com o genótipo 1/1 apresentavam uma probabilidade sete vezes maior de desenvolver RRAE, comparados àqueles com o genótipo 2/2. Concluiu-se, então, que indivíduos homocigotos para o alelo 1 apresentam maior predisposição para a reabsorção radicular, e indivíduos homocigotos para o alelo 2 são mais protegidos a esse efeito indesejável do tratamento ortodôntico.

GÜLDEN *et al.* (2009), verificaram a associação da RRAE com o polimorfismo da IL-1 β . Compararam 96 radiografias panorâmicas que exibiram RRAE com 162 que não a apresentaram (grupo controle). Um subgrupo de RRAE (49 pacientes) foi submetido a análise de sangue para a associação com o polimorfismo dos genes IL-1A e IL-1B. No caso da variação IL-1A, o genótipo 2 pudo ser visto com frequência maior no grupo de RRAE. A distribuição dos genótipos do polimorfismo de IL-1B foi comparável à distribuição na amostra de controle. Em particular, o alelo 1 do polimorfismo IL-1B, associado com história familiar de RRAE, foi observado com menor frequência no grupo de pacientes RRAE. Os dados disponíveis apontaram a que o polimorfismo da IL-1A genótipo 2 tem associação com RRAE. Apesar do baixo número de casos na própria amostra, os dados coletados revelou que o alelo 1 do polimorfismo IL-1B em pacientes com RRAE esporádica não contribuem para a predisposição, em contraste com casos familiares.

SIQUEIRA *et al.* (2009), avaliaram a ocorrência de RRAE nos primeiros molares superiores em 19 pacientes com idade media de 8 – 10 anos, com má oclusão do tipo Classe II divisão 1^a, tratados com aparelho extra-bucal (AEB) de

tração alta por 12 meses. Avaliaram-se radiografias periapicais dos primeiros molares permanentes superiores, pré e pós-tratamento. As 76 radiografias foram divididas em dois grupos, de acordo com o grau de formação radicular. O grupo A consistiu de 18 radiografias com formação radicular incompleta, com exceção da raiz palatina. O grupo B consistiu de 20 radiografias com formação radicular completa. Mensurou-se os comprimentos radiculares com um paquímetro digital. No grupo A ocorreu um aumento significativo dos comprimentos radiculares, enquanto no grupo B as diferenças dos comprimentos radiculares não foram significativas. Ou seja, os dentes com formação radicular incompleta ao início do tratamento apresentaram crescimento radicular normal durante o tratamento. Concluiu-se que o AEB de tração alta não influencia negativamente na formação radicular e não provoca RRAE dos molares submetidos à ação, quando corretamente indicado e aplicado.

JIANG *et al.*, (2010), realizaram um estudo clínico com 96 indivíduos que foram tratados com aparelhos fixos por pelo menos 1 ano e meio. Avaliaram radiografias panorâmicas e investigaram a relação entre a RRAE e os seguintes fatores: sexo, idade, extração versus não extração, dentes específicos e duração do tratamento. Concluíram que o sexo não foi um fator influenciador na RRAE e na duração do tratamento. A idade do paciente pareceu ser um fator de influência na RRAE. Os pacientes mais velhos tiveram uma RRAE mais significativa após o tratamento ortodôntico. Os casos com extração tiveram influência na duração do tratamento e RRAE. Os casos que foram necessários a realização de extrações tiveram um tempo de tratamento mais longo e RRAE mais grave do que os casos que não envolveram extração. A influência da extração na RRAE pode ser uma consequência da duração do tratamento. A duração do tratamento tem uma correlação estatisticamente significativa com RRAE pós-tratamento. Quanto maior o tempo de tratamento mais severo foi à RRAE. O grau de RRAE pré-tratamento parece influenciar a RRAE após o tratamento ortodôntico na dentição superior.

LIU e CHANG (2010), desenvolveram um trabalho de pesquisa afim de avaliar se havia diferenças quanto à frequência de RRAE em pacientes tratados com retração em massa e intrusão utilizando ancoragem esquelética. Foram selecionados 50 pacientes com necessidade de extração dos primeiros pré-molares superiores; 30 pacientes receberam mini-implantes como fonte de ancoragem, e 20 utilizaram métodos tradicionais. A retração se deu por meio de molas fechadas de

NiTi, e radiografias periapicais e laterais foram realizadas pré e pós tratamento. Os resultados mostraram que houve maior incidência de RRAE nos incisivos laterais dos pacientes que utilizaram ancoragem esquelética. Também nesses pacientes, o tempo de tratamento foi mais longo e houve maior retração da bateria anterior. No entanto, os valores encontrados para reabsorções nos incisivos centrais dos dois grupos não foram estatisticamente significantes e a quantidade de RRAE foi relacionada ao tempo de tratamento, e não à quantidade de retração feita. Sendo assim, a ancoragem esquelética proporciona melhoras significantes para pacientes com Classe II severa, no entanto, o tempo de tratamento necessário pode acarretar RRAE no paciente.

WELTMAN *et al.* (2010), realizaram uma revisão sistemática da literatura, utilizando bases de dados eletrônicas para pesquisar as reabsorções radiculares e sua relação com a movimentação ortodôntica. Alguns dos fatores estudados foram: forças contínuas e descontínuas, a utilização de aparelhos fixos ou removíveis, forças leves ou pesadas, se o movimento do tipo intrusivo ou extrusivo, a sequência do arco utilizada, a história de trauma dos dentes submetidos ao tratamento ortodôntico, a morfologia dental e o tratamento em uma ou duas fases. Constataram que os resultados não foram conclusivos, mas concluíram que o aumento da incidência e severidade da RRAE é encontrado em pacientes submetidos a exaustiva terapia ortodôntica. Aplicação de força pesada produziu significativamente mais RRAE do que força leve.

PAETYANGKUL *et al.* (2011), investigaram as quantidades de reabsorção volumetricamente após a aplicação de forças controladas leves e pesadas em direção vestibular durante 4, 8 e 12 semanas. A amostra foi composta de 54 primeiros pré- molares superiores em 36 pacientes (idade média de 14,9 anos; 21 femininos, 15 masculinos) que necessitaram de extrações de primeiros pré-molares como parte do seu tratamento ortodôntico. Os dentes foram divididos em 3 grupos que variaram na duração da aplicação da força: 4, 8, ou 12 semanas. Os pré-molares direitos ou esquerdos foram selecionados aleatoriamente para receber 2 níveis de forças. Uma força leve dirigida vestibularmente de 25g foi aplicado ao dente experimental sobre um lado, enquanto uma força pesada de 225g foi aplicada sobre o pré-molar contralateral. No final do período experimental, os dentes foram extraídos e analisados com a tomografia microcomputurizada. Diferenças

significativas no grau de reabsorção radicular foram encontradas entre 4, 8 e 12 semanas de aplicação da força, com reabsorção substancialmente mais severa nos grupos de maior duração da força. A força leve produziu reabsorção radicular significativamente menor que a força pesada.

KING *et al.* (2011) examinaram trinta primeiros pré-molares superiores de 15 pacientes com indicação de extrair como parte do seu tratamento ortodôntico. Cada dente no mesmo paciente foi escolhido aleatoriamente para ter uma inclinação de 2,5° ou 15° da raiz para distal durante 4 semanas. Após do período experimental, os dentes foram extraídos e examinados por tomografia microcomputurizada de varredura. Uma diferença significativa foi encontrada na quantidade de reabsorção radicular total entre as forças leves e pesadas. Os volumes médios das crateras de reabsorção do grupo 15° são maiores do que no grupo de 2,5°. Quando as áreas de compressão no ligamento periodontal foram comparadas com as áreas de tensão, a significância foi vista apenas nas zonas apical e cervical. Baseado nesta experiência, pode-se concluir que a 15° de inclinação distal da raiz causa RRAE mais do que a inclinação de 2,5°. Além disso, a reabsorção radicular maior foi encontrada em áreas sob pressão quando comparado com áreas sob tensão.

BARTLEY *et al.* (2011) realizaram um estudo que pretendia avaliar e quantificar a extensão de reabsorção radicular após a aplicação de 2,5° e 15° de torque vestibular de raiz durante 4 semanas. Quinze indivíduos que necessitavam de extração bilateral dos seus primeiros pré-molares superiores para o tratamento ortodôntico foram estudados. Ao utilizar um protocolo padronizado experimental, os pré-molares direito e esquerdo foram aleatoriamente submetido a 2,5° ou 15° de torque vestibular da raiz. No final do período de 4 semana, os pré-molares foram extraídos. A análise volumétrica de reabsorção radicular foi realizada por meio de tomografia microcomputurizada. Em geral, as quantidades de reabsorção radicular eram comparáveis após a aplicação de 2,5° ou 15° de torque. Houve uma diferença significativa entre os 2 níveis de força apenas na região apical.

WU *et al.* (2011) realizaram um estudo prospectivo com o objetivo medir e comparar quantitativamente os locais, dimensões e volume de crateras de reabsorção radicular após aplicação de forças pesadas e leves na rotação de molares por 4 semanas através de 15 pacientes necessitando de extração bilateral

de pré-molares superiores. Cada paciente recebeu uma força pesada de rotação (225g) em um pré-molar e uma força rotacional leve (25g) no pré-molar contralateral por 28 dias. Após foram extraídos e analisados digitalmente e concluíram que forças rotacionais pesadas causam mais reabsorção radicular que forças rotacionais leves. Áreas de compressão (disto-vestibular e mesio-lingual) mostram maior reabsorção do que em outras áreas em todos os níveis da raiz. Mais reabsorção radicular ocorreu em áreas de compressão do que em áreas de tensão. As variáveis de idade e sexo não foram estatisticamente significativas. Reabsorção da raiz foi evidente após 4 semanas de aplicação das forças. Reabsorção radicular foi mais observada na região apical do que nas regiões média e cervical.

ONO *et al.* (2011), compararam a eficácia da radiografia digital e radiografia digital de subtração na detecção de reabsorção radicular externa simulada. Os 49 dentes de mandíbulas humanas maceradas com RRAE de diferentes dimensões, simuladas na região apical e lingual, foram radiografados com variação de ângulos de projeção. Para avaliação do desempenho dos métodos de diagnóstico, pares de radiografias periapicais e imagens subtraídas foram apresentadas a 3 radiografistas.

Não houve diferença estatisticamente significativa entre os métodos na detecção de reabsorções apicais, independentemente do tamanho da lesão, assim como não houve diferença entre os métodos na detecção de reabsorções linguais de 1,2mm ou mais. A radiografia de subtração foi significativamente superior à radiografia digital para detecção de lesões linguais de cerca de 1mm. Cavidades na superfície lingual de cerca de 0,5mm não foram detectadas com precisão por nenhum dos métodos.

IGLESIAS-LINARES *et al.* (2012), analisaram 146 pré-molares superiores com intuito de investigar se as variantes genéticas do gene da interleucina-1 (il-1) estão associados com uma possível variabilidade genética causadora de RRAE pós-ortodôntica, em dentes obturados endodonticamente comparando- os com os dentes homólogos com polpas vitais. A seleção genética foi realizada para dois polimorfismos de nucleótido único, snps:rs1800587 (il-1a) e rs1143634 (il-1b) do gene il-1. Os pré-molares foram radiografados para avaliação da RRAE e os indivíduos foram divididos em dois grupos segundo a presença ou ausência de uma

RRAE maior de 2mm pós-tratamento ortodôntico. Não observaram diferença na il-1a, contudo puderam observar que quando se expressava il-1b, os dentes obturados endodonticamente apresentavam duas vezes mais risco de sofrerem RRAE pós-tratamento ortodôntico que os dentes vitais.

FONTANA *et al.* (2012), avaliaram a associação do polimorfismo no gene receptor da vitamina D com a reabsorção radicular durante o tratamento ortodôntico. A análise da reabsorção foi realizada por meio de radiografias periapicais de incisivos superiores de 377 pacientes, divididos em três grupos: 160 pacientes com reabsorção menor que 1,43mm, 179 com reabsorção maior que 1,43mm e 38 pacientes não tratados (grupo controle). Neste estudo, concluiu-se que o polimorfismo no gene receptor da vitamina D apresentou associação com a RRAE. Os autores observaram que genótipos contendo o alelo "C" aumentaram a estabilidade do RNAm e a expressão do receptor da vitamina D, sendo fracamente associado à proteção contra a RRAE em pacientes ortodônticos.

MONTENEGRO *et al.* (2012) estudaram a reabsorção radicular após a aplicação de forças ortodônticas extrusivas leves e pesadas. Analisaram dez indivíduos (7 femininos, 3 masculinos) que necessitaram de extrações maxilar bilateral de primeiros pré- molares como parte de seu tratamento ortodôntico. A amostra total foi constituída por 20 primeiros pré-molares superiores. As forças aplicadas foram leves (25g) ou pesadas (225g) ao primeiro pré-molar direito ou esquerdo durante 28 dias. Após o período experimental, os dentes foram extraídos e analisados com tomografia microcomputorizada. Concluíram que a maior reabsorção foi causada pelas forças pesadas. A discrepância entre os grupos leves e pesados, não foi significativa para as regiões cervical, média e apical separadamente. Somente as superfícies distais foram significativamente diferentes entre as forças leves e pesadas. Não houve diferença significativa entre os terços cervical, médio e apical em relação à ocorrência de RRAE.

MARTINS *et al.* (2012), estudaram a frequência de reabsorções radiculares durante movimentos intrusivos e retrusivos. Foram formados dois grupos, cada um com 28 indivíduos, sendo que o primeiro grupo era formado por pacientes Classe II divisão 2ª, e o segundo Classe II divisão 1ª. Ambos passaram por extrações de pré-molares, sendo que o grupo 1 teve no tratamento a combinação de

mecânica de retração com arcos de curva de Spee acentuada e curva de Spee reversa para correção da mordida profunda. Já o segundo grupo passou somente por retração em massa. Após exames radiográficos, observou-se no grupo que precisou de correção da mordida profunda associada à retração uma maior frequência de reabsorções radiculares, e a relação desses eventos com a severidade do *overbite* inicial e a quantidade de correção necessária foi estatisticamente significativa.

CASTRO (2013), analisou a média de RRAE dos incisivos centrais e laterais superiores em 40 radiografias panorâmicas de pacientes tratados ortodonticamente, com extrações dos primeiros pré-molares, sendo 20 radiografias panorâmicas iniciais (p1) e 20 radiografias panorâmicas finais (p2), analisadas por três observadores treinados. Na primeira fase do estudo cada observador realizou em p1 e p2 três medidas dos incisivos superiores, com auxílio do paquímetro digital, da borda incisal ao ápice radicular e calculou-se a média aritmética das três medidas de cada dente. Na segunda fase do estudo, registrou-se a média aritmética final obtida de cada dente pelos três observadores. Os resultados revelaram a RRAE média de 0,96mm para o dente 12, 0,69mm para o dente 11, 0,89mm para o dente 21 e 1,8mm para o dente 22, demonstrando significância estatística. Além disto, houve diferença estatisticamente significativa entre os incisivos laterais e os incisivos centrais, os quais reabsorveram menos que os primeiros. Pode-se concluir que todos os incisivos superiores apresentaram nível de RRAE não severo após tratamento, com extração dos primeiros pré-molares.

ESTEVES *et al.* (2013), avaliaram radiograficamente a existência de similaridade na RRAE encontrada em dentes tratados e não tratados endodonticamente quando submetidos à terapia ortodôntica. Para tanto, foram estudados 28 pacientes que apresentavam um ICS tratado endodonticamente (grupo experimental) e seu homólogo vital (grupo controle) antes do início da movimentação ortodôntica. A mensuração foi realizada comparando-se as radiografias periapicais pré e pós-tratamento ortodôntico. Os resultados mostraram que não houve diferença estatisticamente significativa quanto à reabsorção radicular apical entre os dentes endodonticamente tratados ou não. Concluiu-se que o tratamento endodôntico não interfere no processo de RRAE decorrente da movimentação ortodôntica. Ou seja, dentes tratados e não tratados

endodonticamente (sem histórico de trauma) que passaram por terapia ortodôntica apresentam reabsorção apical semelhante diante da movimentação dentária induzida.

PICANÇO (2013), no seu estudo estabeleceu em uma amostra com 99 pacientes que foram divididos em: grupo 1 com 50 pertencentes ao grupo controle (grau 0 ou 1) e 49 do grupo experimental (grau 3 ou 4) que o comprimento radicular diminuiu significativamente mais durante o tratamento no grupo com reabsorção severa, quando comparado ao grupo com reabsorção leve. No entanto, o comprimento radicular do grupo que sofreu reabsorção severa já era menor do que o do grupo com reabsorção leve antes do início do tratamento. Isto pode ser considerado um indício de que um menor comprimento radicular no início do tratamento é um fator de risco à ocorrência de maior reabsorção radicular durante o tratamento ortodôntico. Da mesma forma, a proporção coroa: raiz ao início do tratamento era menor no grupo que sofreu reabsorção severa que no grupo com reabsorção suave, e continuou menor ao final do tratamento. Além disto, a proporção coroa-raiz sofreu uma maior diminuição no grupo com reabsorção severa.

MOTOCAWA *et al.* (2013), avaliaram a prevalência e o grau de RRAE provocada por mecânica ortodôntica em pacientes com e sem mordida aberta. 111 pacientes tratados com aparelhos multi-braquetes foram divididos em grupos mordida não aberta (NOB) e os grupos de mordida aberta (OB). Além disso, apenas no grupo de OB, todos os dentes foram sub-divididos segundo a oclusão apresentada em hipofunção e não-oclusão. Como resultados encontraram uma prevalência de RRAE significativamente maior no grupo de OB do que no grupo NOB. A prevalência de dentes reabsorvidos com formas anormais de raiz também foi significativamente maior no grupo OB do que no grupo NOB. Por outro lado, no grupo OB, a prevalência de RRAE e dentes com forma de raiz anormal foram significativamente maiores nos dentes com hipofunção do que nos dentes funcionais normais. Houve mais dentes com RRAE e forma da raiz anormal em casos de mordida aberta do que nos casos de mordida normais, e mais dentes com formas de raiz anormais e RRAE em dentes hipofunção do que nos dentes funcionais. Os autores concluíram que a prevalência de RRAE é maior em pacientes OB que pacientes NOB.

CAKMAK *et al.* (2014), mensuraram e compararam quantitativamente os volumes de RRAE após de 4 semanas de trauma oclusal em 48 pré-molares maxilares e mandibulares de 12 pacientes (6 femininos e 6 masculinos). Um lado de cada paciente foi aleatoriamente selecionado como controle. No lado contralateral foi cementado na superfície oclusal do primer pré-molar mandibular, em contato com o primer pré-molar maxilar um ionômero de vidro (Transbond Plus Lihgt 3M Unitek). Após de 4 semanas, ambos primeiros pré-molares foram extraídos. Cada dente foi analisado com tomografia computadorizada para mensurações volumétricas de RRAE. Também foi avaliada a dor com escada análoga visual durante 7 dias. Os resultados obtidos demonstraram que houve diferenças significativas entre o grupo controle e os dentes traumatizados. Não houve diferenças entre as superfícies bucal, lingual, mesial e distal. Além disso não existiram diferenças significativas nos três terços radiculares para ambos os grupos. Não houve correlação entre idade, sexo, volume das crateras de RRAE e dor. Concluíram que os buildups, utilizados para incrementar a dimensão vertical por 4 semanas, causam RRAE ao longo da superfície da raiz.

KRISHNAN *et al.* (2015), desenvolveram uma revisão de literatura que evidênciasse a correlação entre Bifosfonatos e RRAE, os quais são utilizados como inibidores da reabsorção óssea e como medicamentos para a prevenção de doenças como a osteopenia e a osteoporose. Desta evidência disponível puderam concluir que o tempo de tratamento ortodôntico pode ser aumentado quando o paciente recebe terapia com Bisfosfonatos, isto é justificado no fato estes medicamentos interferem na reabsorção osteoclástica. No entanto os bisfosfonatos têm provado reduzir a quantidade de reabsorção nos animais experimentais. Isto poderia revelar-se um valioso complemento em ortodontia para reduzir a reabsorção radicular induzida ortodonticamente. Também podem beneficiar em procedimentos de ancoragem.

MAUÉS *et al.* (2015), utilizaram radiografias periapicais de incisivos superiores e inferiores, de pré- e pós-tratamento ortodôntico, de 129 pacientes, tratados por meio da técnica *Edgewise Standard*. Avaliaram a relação entre RRAE e o sexo dos pacientes, arcada dentária (superior ou inferior), tratamentos com ou sem extrações, duração do tratamento, forma radicular, estágio do ápice radicular (aberto ou fechado), overjet e overbite no início do tratamento. Os incisivos centrais

superiores apresentaram a maior porcentagem de reabsorção radicular severa, seguidos dos incisivos laterais superiores e dos incisivos laterais inferiores. Entre 959 dentes avaliados, 28 (2,9%) apresentaram reabsorção radicular severa. Os fatores de risco relacionados foram: dentes localizados na região anterossuperior, overjet maior ou igual a 5mm ao início do tratamento, tratamentos envolvendo extrações dentárias, tempo prolongado de terapia e formação radicular completa à época do início do tratamento ortodôntico. Este estudo demonstrou que cuidados devem ser tomados em tratamentos ortodônticos envolvendo extrações, com grande retração de incisivos superiores, tratamentos prolongados e/ou ápice radicular completamente formado no início da terapia ortodôntica.

EROSS *et al.* (2015); avaliaram por microtomografia computadorizada a RRAE causada pelo movimento vestibulopalatino com forças descontínuas leves e pesadas e a compararam com RRAE causada pelas forças em direção bucal contínuas, mas equivalentes em pré-molares coletados de 30 pacientes que requereram tratamento com extrações,. As forças aplicadas aleatoriamente nos quadrantes superiores direito e esquerdo, dividiram-se em 3 grupos de 10 pacientes: forças contínuas de direção bucal, leve (25g) ou pesada (225g) ou forças descontínuas em sentido buccopalatal durante 12 semanas. No final do período experimental, os dentes foram extraídos para análise volumétrica e de imagens. Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre forças leves descontínuas, com as forças descontínuas pesadas. Concluíram que forças descontínuas em direção buccopalatal leves e pesadas não causaram significativamente diferentes quantidades de RRE quando se comparam com forças contínuas da mesma magnitude. Por outro lado, as forças descontínuas leves resultaram numa menor RRAE que as forças descontínuas pesadas.

ROSCOE *et al.* (2015), numa revisão sistemática, avaliaram a literatura para determinar o que grau de evidência apoia a associação de sistema de força de ortodontia e a reabsorção radicular. Os critérios de seleção incluíram estudos em humanos realizados com aparelho fixo de ortodontia. Um total de 259 artigos foram recuperados na procura inicial. Depois do processo de revisão, 21 artigos de texto completo obedeceram aos critérios de inclusão. Os tamanhos de mostra variaram desde 10 até 73 pacientes. A maioria dos artigos foram classificados como altos níveis de evidência e baixo risco de sesgo. Embora, não realizou-se uma metanálise,

a partir da literatura disponível parece que existem correlações positivas entre o aumento dos níveis de força e o aumento da reabsorção radicular, assim como entre o aumento do tempo de tratamento e aumento da reabsorção radicular. Por outro lado, uma pausa no movimento dental parece ser beneficiador na redução da reabsorção radicular.

MURPHY *et al.* (2016), investigaram a associação entre corticotomia e diferentes magnitudes de força com RRAE. Quarenta Christopher Murphy e quatro ratos Wistar machos (7 semanas de idade) foram avaliados após a aplicação de uma força entre 10 ou 100g por meio de uma mola ortodôntica colocada sobre os primeiros molares superiores esquerdo para mesialização. Os ratos experimentais foram divididos em quatro grupos, com 11 animais cada: (1) LF, não corticotomia e 10g de força ortodôntica; (2) LFC, corticotomia e 10g de força; (3) HF, não corticotomia e 100g de força; e (4) HFC, corticotomia e 100g de força. Os lados contralaterais foram utilizados como espécime controle. A duração total do período experimental foi de 14 dias. A análise histomorfométrica e microCT revelou uma quantidade significativa de áreas de reabsorção nos grupos experimentais quando comparados aos espécimes controles. No entanto, não houve diferença significativa foi detectada na quantidade de RRAE entre os quatro grupos experimentais. Concluiu-se que no dia 14, nem a quantidade de força nem a incisão cortical causou efeito significativo sobre a RRAE que foi registrado pela análise histomorfométrica ou microCT.

4. DISCUSSÃO

Reabsorção radicular externa (RRAE) é um tema amplamente estudado na ortodontia, pois é uma consequência muito comum ao tratamento ortodôntico. A maioria dos autores consultados relata a presença de reabsorção durante o tratamento ortodôntico, variando apenas a porcentagem de pacientes afetados e o grau de severidade. Em um trabalho realizado por GADBEN *et al.*, 2006, por exemplo, estes autores constataram RRAE em 100% dos casos. Porém, a RRAE não é considerada uma reação “normal”, mas patológica ao periodonto em resposta a aplicação de forças sobre os dentes. Trata-se de uma iatrogenia inerente ao tratamento ortodôntico, atingindo todos os dentes movimentados (Levander e Malmgren, 1988).

Existem alguns fatores que permitem prever a ocorrência de reabsorção durante o tratamento ortodôntico, tais como: morfologia radicular, proporção e angulação coroa: raiz, morfologia da crista óssea, necessidade de movimentos extensos, tratamento com exodontias, mecânica intrusiva, extrusiva, movimento de torque e uso de elásticos intermaxilares.

Para tornar mais didática a leitura e compreensão desta discussão, ela foi dividida em tópicos onde serão discutidos vários dos fatores de predisposição à ocorrência da reabsorção radicular externa.

4.1.Fatores de risco

4.1.1. Fatores relacionados com o paciente

4.1.1.1 Idade

A maioria dos pesquisadores coincidem nos seus estudos que os adultos apresentam maior suscetibilidade para RRAE comparados com as crianças (JIANG, MCDONALD, FU, 2010; PREOTEASA, IONESCU, COMES, BUZEA, 2009;). Isto pode ser justificado pelas alterações que aparecem com a idade, como a diminuição na vascularização do LP, LP menos elástico e mais estreito, o osso alveolar mais

denso, avascular e aplástico e o cimento mais espesso. O terço apical da raiz é mais firmemente ancorado, criando uma resistência ao movimento dentário e predispondo à reabsorção radicular apical (PICANÇO, FREITAS, CANÇADO, 2013). Entretanto, outros autores diferem deste conceito, afirmando nos seus estudos que não tem nenhuma relação entre idade e RRAE (BECK e HARRIS, 1994; FRITZ, DIEDRICH, WIECHMANN 2003; WU, TURK, COLAK, JONES, 2011).

4.1.1.2 Gênero

Em relação ao gênero não existem diferenças estatisticamente significativas de incidência de RRAE entre o gênero masculino e feminino, (FRITZ *et al.*, 2003; JIANG *et al.*, 2010; WU *et al.*, 2011; FONTANA *et al.*, 2012; PICANÇO *et al.*, 2013; ÇAKMAK *et al.*, 2014; MAUÉS *et al.*; 2015).

Dentro da literatura estudada, apenas encontraram uma maior prevalência de RRE em pacientes do gênero feminino GADBEN *et al.*, 2006. Já PREOTEASA *et al.*, 2009; observaram maior prevalência em pacientes do gênero masculino.

4.1.1.3 Hereditariedade e genética

AL-QAWASMI *et al.*, 2003; BASTOS LAGES *et al.*, 2009; estabeleceram que há a interpretação da RRAE como uma complexa condição influenciada por muitos fatores, com o gene IL-1 β pode contribuir com uma importante predisposição para este problema. No entanto, ao analisarem criticamente este estudo, CONSOLARO e ORTIZ; 2004 constataram que afirmar que procurar o gene da RRAE e da suscetibilidade a partir de pesquisas em mediadores e células clásticas, demonstra a falta de um conhecimento completo e amplo da etiopatogenia deste importante fenômeno biológico, imprescindível para o estabelecimento da premissa dos trabalhos. Também consideram que a citação deste trabalho como prova definitiva de associação entre hereditariedade e RRAE em Ortodontia pode traduzir também o desejo de excluir da prática clínica a responsabilidade de planejar de forma individualizada e detalhada cada tratamento com base no conhecimento das possibilidades e limitações técnicas oferecidas pela ciência ortodôntica, bem

como nas suas bases biológicas, por exemplo, valorizando a morfologia radicular e da crista óssea alveolar e o papel dos cementoblastos na proteção da superfície radicular.

4.1.1.4 Tipo de má oclusão

Em relação ao tipo de má oclusão e as técnicas ortodônticas, (FRITZ *et al.*, 2003; PIKANÇO *et al.*, 2013); demonstraram que não há relação com o maior ou menor risco de RRAE.

A RRAE estaria sim, correlacionada à gravidade da má oclusão, onde sendo mais severas, necessitariam maior quantidade de movimento e assim ficariam mais suscetíveis ao aparecimento da RRAE severa (BECK *et al.*, 1994; BRIN *et al.*, 2003; BELTRÃO, 2005; CHIQUETO, 2005; FREITAS *et al.*, 2007; PREOTEASA *et al.*, 2009; MOTOCAWA *et al.*, 2013).

Portanto, nenhuma má oclusão poderia ser considerada imune à RRAE pela movimentação ortodôntica, independentemente da técnica aplicada (BECK; HARRIS, 1994). Deve-se esperar que, de 10 a 20% dos casos tratados ortodonticamente, no geral, serão acometidos por RRAE severas (CONSOLARO, ORTIZ, 2004).

4.1.1.5 Sobremordida vertical/ sobremordida horizontal

Existe unanimidade em considerar o “*overjet*” como fator de risco à reabsorção, pois para sua correção é necessária a retração dos dentes anteriores, e quanto maior a magnitude desta má oclusão, maior será a quantidade de movimento, aumentando o risco e severidade da RRAE (BECK e HARRIS, 1994; BRIN *et al.*, 2003; BELTRÃO, 2005; CHIQUETO, 2005; FREITAS *et al.*, 2007; PREOTEASA *et al.*, 2009; MOTOCAWA *et al.*, 2013). Para MARTINS *et al.*, 2012; a correção de “*overbite*” severa associada à retração causa reabsorções radiculares severas. BELTRÃO, 2005; em seu estudo, observou que quanto mais se corrige o “*overjet*” maior o grau de reabsorção durante o tratamento ortodôntico.

Apesar da consideração da maioria dos autores, que consideram o “*overjet*” mais relacionado à reabsorção, outros autores consideram a mordida aberta um forte fator de risco à RRAE. HARRIS e BUTLER, 1992; explicaram que isto se deve ao fato de que o processo que conduz à mordida aberta envolve pressão de língua nos dentes anteriores, excedendo os limites fisiológicos, fazendo com que os cementoblastos invadam a região traumatizada pela língua, resultando em reabsorção. Os hábitos que normalmente exercem pressão sobre os dentes anteriores e excedem os limites fisiológicos podem ser uma causa indireta das reabsorções radiculares, ao aumentar o “*overjet*”, e atuar como causa direta, pela ação de forças que geram movimentos dentários pendulares. A língua desenvolve uma força ortopédica capaz de gerar sobre os dentes as mesmas respostas fisiológicas causadas por mecanoterapia intrusiva ou de torque.

No caso de pacientes com mordida profunda a correção da má oclusão é baseada na mecânica de intrusão com acentuação e reversão da curva de spee. Esta mecânica de correção gera um maior grau de reabsorção radicular. Em alguns estudos presentes na literatura foi observado que há uma correlação estatisticamente significativa entre a reabsorção, quantidade de correção da mordida profunda e a quantidade de intrusão dos incisivos superiores (HAN *et al.*, 2005; CHIQUETO, 2005).

4.1.1.6 Forma e comprimento da raiz

A literatura reporta que pacientes com raízes com formato anormal apresentam maior risco de RRAE, SMALE, *et al.*, 2005; GADBEN, *et al.*, 2006; MOTOCAWA, *et al.*, 2013.

Segundo Consolaro (2004) a morfologia radicular e da crista óssea permitem a prática do conceito de previsibilidade para as reabsorções dentárias durante o tratamento ortodôntico. A estrutura óssea apresenta a propriedade de deflexão óssea caracterizada pela capacidade óssea de ceder estruturalmente, admitindo-se um mínimo de elasticidade. Isto contribui para a movimentação dentária induzida, absorvendo ou diminuindo os efeitos das forças aplicadas sobre o dente, reduzindo o impacto nos tecidos periodontais. Esta capacidade tem papel

mais evidente na crista óssea alveolar. Para este autor, cristas de forma retangulares indicam maior risco a RRAE, pois apresentam menor capacidade de deflexão óssea, tendendo a uma maior concentração de forças nos tecidos periodontais, aumentando a chance de lesões na camada cementoblástica.

4.1.2 Fatores relacionados com o tratamento

4.1.2.1 Tipo de tratamento (com e sem extrações)

O tratamento ortodôntico com extrações apresenta como sequela principal a presença frequente de reabsorções ao final da terapia (BELTRÃO, 2005; ROSCOE *et al.*, 2015). Em muitos estudos coincidem com isto demonstrando que pacientes tratados com exodontias apresentaram mais reabsorção e de grau mais severo, devido à mecânica de retração dos dentes anteriores causando maior movimentação dos ápices radiculares e a necessidade de maior tempo de tratamento (MCNAB *et al.*, 2000; FREITAS *et al.*, 2007; LIOU e CHANG, 2010; MARTINS *et al.*, 2012; CASTRO *et al.*, 2013; MAUÉS *et al.*, 2015).

4.1.2.2 Tipo e duração da força

Estudos feitos por HARRIS *et al.*, 2006; CHAN, DARENDELILER, 2005; BARBAGALLO *et al.*, 2008; PAETYANGKUL *et al.*, 2009; PAETYANGKUL *et al.*, 2011; BARTLEY *et al.*, 2011; KING *et al.*, 2011; EROSS *et al.* (2015); ROSCOE *et al.* (2015); MURPHY *et al.* (2016) avaliaram a influência da magnitude da força ortodôntica na ocorrência da RRAE em pré-molares. Os autores compararam forças de intrusão, extrusão e inclinação para vestibular “leves” (25g) com forças “pesadas” (225g), torque “leve” (2.5°) com torque “pesado” (15°), ou inclinação radicular distal “leve” (2.5°) com inclinação radicular distal “pesada” (15°). Estes estudos apresentaram correlação positiva entre a aplicação de forças pesadas e o aumento da ocorrência de reabsorção radicular. A influência do sistema de forças na severidade da reabsorção radicular, exercido por aparelhos fixos convencionais versus termoplásticos removíveis, também foi avaliada: resultados similares foram encontrados entre pacientes tratados com aparelhos termoplásticos removíveis

“aligners”) com aqueles tratados com aparelhos fixos convencionais com força “leve” (BARBAGALLO *et al.*, 2008).

A influência do regime de carregamento (forças contínuas versus forças intermitentes) foi avaliada por Owman-Moll *et al.* 1995 sem encontrar nenhuma diferença significativa entre os 2 sistemas na ocorrência da reabsorção radicular, no entanto WEILAND 2003, discorda desta ideia reportando diferenças significativas na RRAE entre sistemas de fios de aço inoxidável e fios superelásticos.

Quanto à duração da força, CASA *et al.*, 2006; ROSCOE *et al.*, 2015; mostraram que a profundidade das lacunas de reabsorção aumentou significativamente com maior tempo de tratamento, comparando 1 a 4 semanas de aplicação de força.

Quando 3 períodos experimentais foram comparados (4, 8 e 12 semanas) por PAETYANGKUL *et al.*, (2011); foi observado que a quantidade de reabsorção radicular aumentou significativamente quando um período de 12 semanas de aplicação de força foi alcançado. Isto deve estar relacionado ao aumento da atividade osteoclástica observado após 8 semanas de aplicação de força segundo este autor.

4.1.2.3 Tipos de movimento

BELTRÃO *et al.*, 2005; observou um maior grau de reabsorção ocorrido no grupo tratado com mecânica intrusiva. O grau de reabsorção radicular demonstrou correlação estatisticamente significativa com a quantidade de correção da sobremordida e com a intrusão dos incisivos centrais superiores, corroborando com o estudo de HAN *et al.*, 2005; CHIQUETO, 2005.

Quanto à direção do movimento ortodôntico, esta parece estar altamente relacionada com o local da RRAE foi observado que zonas de “alta- compressão” são mais susceptíveis à reabsorção do que zonas de “alta-tração”.

Por exemplo, o movimento de inclinação para vestibular foi associado à uma maior reabsorção nas regiões véstibulo-cervical e lingo-apical segundo CHAN, DARENDELILER, 2005; WEILAND 2003. Torque radicular vestibular com as regiões

vestíbulo-apical e palato-cervical, BARTLEY *et al.*, 2011. Rotação ao redor do longo eixo do dente com a presença de reabsorção nos limites entre as superfícies vestibular e distal e entre as superfícies lingual e mesial, WU *et al.*, 2011. Inclinação radicular para distal com mais reabsorção na distal no terço apical e na mesial no terço cervical, KING *et al.*, 2011; extrusão com mais reabsorção na superfície distal, MONTENEGRO *et al.*, 2011. No que diz respeito à intrusão, o estudo de HARRIS e DARENDELILER, 2006; reportou maior incidência de reabsorção nas superfícies mesial e distal e no terço apical radicular,

4.1.2.4 Duração do tratamento

Parece existir uma correlação positiva entre o tempo de tratamento e o aumento da reabsorção radicular.

Os resultados de PICANÇO *et al.*, 2013; indicaram que um maior tempo de tratamento é um fator de risco para que ocorra reabsorção radicular severa. Em contrapartida BECK, HARRIS, 1994; afirmam não ter relação entre o tempo de tratamento e o grau de reabsorção.

Segundo BECK e HARRIS, 1994; BRIN *et al.*, 2003; BELTRÃO, 2005; CHIQUETO, 2005; FREITAS *et al.*, 2007; PREOTEASA *et al.*, 2009; MOTOCAWA *et al.*, 2013; a duração do tratamento e a quantidade de deslocamento horizontal radicular apical dos incisivos superiores tiveram correlação forte com a reabsorção radicular.

BRIN *et al.*, 2003; avaliaram a reabsorção radicular em pacientes portadores de má oclusão de Classe II tratados em apenas 1 fase ou com tratamento dividido em 2 fases, observaram que os pacientes submetidos a uma única fase de tratamento tiveram uma proporção de reabsorção moderada a severa ligeiramente maior que os do grupo com duas fases de tratamento.

5. CONCLUSÃO

- A morfologia radicular pode influenciar fortemente a reabsorção radicular. Principalmente raízes dilaceradas e em forma de pipeta, sugerem maior risco de RR pela maior concentração de tensões no ápice radicular;
- A mecânica ortodôntica realizada com extração aumenta o risco de reabsorções radiculares apicais severas. Casos tratados com extração apresentam uma maior tendência à reabsorção severa do que casos tratados sem extração;
- A relação entre RRAE e tratamento ortodôntico está suportada por um alto nível de evidência científica, o qual afirma que uma associação entre o aumento da magnitude da força e o aumento da incidência de reabsorção radicular, assim como entre o aumento do tempo de tratamento e o aumento da RRAE. A maioria dos trabalhos considerou 25g e 225g como força leve e pesada, respectivamente. No que se refere à localização da RRAE, foi observado que zonas de forças de alta-compressão apresentam maior risco de reabsorção do que zonas de forças de alta-tração. Quanto à força ótima mais indicada para movimentar o dente sem causar reabsorções radiculares é a força leve que não ultrapasse o nível ideal talvez abaixo de 20- 25g/cm²;
- Os movimentos ortodônticos de intrusão e de inclinação vestibular de raiz devem ser executados com cuidado porque eles estão mais relacionados com a RRAE;
- Pré-molares com indicação de extração por razões ortodônticas podem ser considerados os dentes mais indicados para a simulação computacional, visto que possibilitam a aquisição de informações detalhadas sobre a localização e a severidade da reabsorção radicular por meio de métodos de diagnóstico de alta precisão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL-QAWASMI, R. A.; HARTSFIELD, J. K. JR.; EVERETT, E. T.; FLURY, L.; LIU, L.; FOROUD, T. M.; MACRI, J. V.; ROBERTS, W. E. Genetic predisposition to external apical root resorption. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** v. 123, n. 3, p. 242-52, Mar. 2003.

ARIAS, O. R.; MARQUEZ-OROZCO, M. C. Aspirin, acetaminophen, and ibuprofen: their effects on orthodontic tooth movement. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** v. 130, n. 3, p. 364-70. Sep. 2006.

BARBAGALLO, L. J.; JONES, A. S.; PETOCZ, P.; DARENDELILER, M. A. Physical properties of root cementum: Part 10. Comparison of the effects of invisible removable thermoplastic appliances with light and heavy orthodontic forces on premolar cementum. A microcomputed-tomography study. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** v. 133, n. 2, p. 218-27, 2008.

BARTLEY, N.; TÜRK, T.; COLAK, C.; ELEKDAĞ-TÜRK, S.; JONES, A.; PETOCZ, P.; DARENDELILER M. A. Physical properties of root cementum: Part 17. Root resorption after the application of 2.5 degrees and 15 degrees of buccal root torque for 4 weeks: a microcomputed tomography study. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** v. 139, n. 4, p. e353-60, 2011.

BASTOS LAGES, E. M.; DRUMMOND, A. F.; PRETTI, H.; COSTA, F. O.; LAGES, E. J.; GONTIJO, A. I.; MIRANDA COTA, L. O.; BRITO, R. B. JR. Association of functional gene polymorphism il-1beta in patients with external apical root resorption. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** v. 136, n. 4, p. 542-546, Oct. 2009.

BECK, B.; HARRIS, E. Apical root resorption in orthodontically treated subjects: analysis of edgewise and light wire mechanics. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** v. 105, p. 4, n. 350-61, 1994.

BELLOMO, JR. D. P.; RINK, M. C. M.; MACHADO, A. R.; MAGALHÃES, D. Avaliação radiográfica do ápice radicular e da crista óssea de incisivos no tratamento ortopédico funcional. **Ortodontia SPO.** v. 42, n. 3, p. 181-9, 2009.

BELTRÃO, R. T. S. Estudo da reabsorção dos incisivos após o tratamento da mordida aberta. Bauru: **Universidade de São Paulo.** 2005.

BRIN, I. 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.

CAKMAK, F.; TURK, T.; KARADENIZ, E. I.; ELEKDAG-TURK, S.; DARENDELILER, M. A. Physical properties of root cementum: part 24. Root resorption of the first premolars after 4 weeks of occlusal trauma. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** v. 145, n. 5, p. 617-25, May 2014.

CASA, M. A.; FALTIN, R. M.; FALTIN, K.; ARANA-CHAVEZ, V. E. Root resorption on torqued human premolars shown by tartrate-resistant acid phosphatase histochemistry and transmission electron microscopy. **Angle Orthod.** v. 76, n. 6, p. 1015-21, 2006.

CASTRO, B. C. Análise da reabsorção apical dos incisivos superiores em pacientes tratados ortodonticamente. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro Oeste). Campo Grande: **Universidade Federal de Mato Grosso do sul**, 2013.

CHAN, E.; DARENDELILER, M. A. Physical properties of root cementum: Part 5. Volumetric analysis of root resorption craters after application of light and heavy orthodontic forces. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** v. 127, n. 2, p. 186-95, 2005.

CHIQUETO, K. F. V. Influência da mecânica intrusiva de acentuação e reversão da curva de Spee no grau de reabsorção radicular. **Bauru: Universidade de São Paulo**; 2005.

CONSOLARO, A.; CONSOLARO, R. B.; MARTINS-ORTIZ, M. F.; FREITAS, P. Z. Conceitos de genética e hereditariedade aplicados à compreensão das reabsorções dentárias durante a movimentação ortodôntica. **Rev. Dental Press Ortodon. Ortop. Facial**, Maringá, v. 9, n. 2, p. 79-94, mar./abr. 2004.

CONSOLARO, A.; CONSOLARO, R. B.; MARTINS-ORTIZ, M. F.; FREITAS, P. Z. Predisposição genética, hereditariedade e reabsorções radiculares em Ortodontia. Cuidados com interpretações precipitadas: uma análise crítica do trabalho de Al-Qawasmi *et al.* **Rev. Dental Press Ortodon. Ortop. Facial**, Maringá, v. 9, n. 2, p. 136-145, mar./abr. 2004.

DEGUCHI, T.; MURAKAMI, T.; KURODA, S.; YABUUCHI, T.; KAMIOKA, H.; TAKANO-YAMAMOTO, T. Comparison of the intrusion effects on the maxillary incisors between implant anchorage and J-hook headgear. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** v. 133, n. 5, p. 654- 60, 2008.

ESTEVES, T.; RAMOS, A. L.; HIDALGO, M. M. Reabsorção radicular apical de dentes tratados e não tratados endodonticamente após movimentação ortodôntica: uma avaliação radiográfica. **Dental Press Endod.** v. 3, n. 3, p. 69-73, set./dez, 2013.

EROSS, E.; TURK, T.; TURK, S; CAKMAK, F. 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, p. 738-46, 2015.

FONTANA, M. L.; DE SOUZA, C. M.; BERNARDINO, J. F.; HOETTE, F; HOETTE, M. L.; THUM, L. 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, Sep. 2012.

FRANCISCHONE, T. R. C. G. Reabsorção dentária: determinação de sua freqüência em pacientes com endocrinopatias [tese]. Bauru (SP): **Universidade de São Paulo**; 2002.

FREITAS, M. R.; JANSON, G.; HENRIQUES, J. F.; CHIQUETO, K. Evaluation of root resorption after open bite treatment with and without extractions. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** v. 132, n. 2, p. 143 e15-22, Aug 2007.

FRITZ, U.; DIEDRICH, P.; WIECHMANN, D. Apical root resorption after lingual orthodontic therapy. **Journal of Orofacial Orthopedics**, München, v. 64, n. 6, p. 434-42, 2003.

GADBEN, J. M. A.; RIBEIRO, A.; GENEROSO, R.; ARMOND, M. C.; MARQUES, L. S. Avaliação radiográfica periapical dos níveis de reabsorção radicular de incisivos superiores após tratamento ortodôntico. **Arquivos em Odontologia**. Belo Horizonte, v. 42, n. 4, p. 269-276, 2006.

GULDEN, 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.** v. 70, n. 1, p. 20-38, Jan 2009.

HAN, G.; HUANG, S.; VON DEN HOFF, J. W.; ZENG, X.; KUIJPERS-JAGTMAN, A. M. Root resorption after orthodontic intrusion and extrusion: an intraindividual study. **Angle Orthodontist.** v. 75, n. 6, p. 912-8, nov. 2005.

HARRIS, D. A.; JONES, A. S.; DARENDELILER, M. A. Physical properties of root cementum: part 8. Volumetric analysis of root resorption craters after application of controlled intrusive light and heavy orthodontic forces: a microcomputed tomography scan study. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** v. 130, n. 5, p. 639-47, 2006.

HARRIS, E. F.; BUTLER, M. L. Patterns of incisor root resorption before and after orthodontic correction in cases with anterior open bites. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** v. 101, n. 2, p. 112-9, Feb 1992.

HAUG, S. R.; BRUDVIK, P.; FRISTAD, I.; HEYERAAS, K. J. Sympathectomy causes increased root resorption after orthodontic tooth movement in rats: immunohistochemical study. **Cell Tissue Res.** v. 313, n. 2, p. 167-75, Aug 2003.

IGLESIAS-LINARES, A.; YAÑEZ, R. M.; BALLESTA, S.; ORTIZ, E.; MENDOZA, A.; PEREA, E.; SOLANO, E. Interleukin 1 gen cluster snps (rs1800587, rs1143634) influences post- orthodontic root resorption in endodontic and their contralateral vital control teeth differently. **Ent Endod J.** v. 9, p. 136-146, Nov. 2012.

JIANG, R., MCDONALD, J. E.; FU, M. Root resorption before and after orthodontic treatment: a clinical study of contributory factors. **European Journal of Orthodontics.** v. 32, n. 6, p. 693-697, 2010.

KING, A. D.; TURK, T.; COLAK, C.; ELEKDAG-TURK, S.; JONES, A. S.; PETOCZ, P. Physical properties of root cementum: part 21. Extent of root resorption after the application of 2.5 degrees and 15 degrees tips for 4 weeks: a microcomputed tomography study. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** v. 140, n. 6, p. e299-305, 2011.

KRISHNAN, S.; PANDIAN, S.; KUMAR, S. Effect of Bisphosphonates on Orthodontic Tooth Movement—An Update. **Journal of Clinical and Diagnostic Research.** v. 9, n. 4, p.ZE01-ZE05, Apr 2015.

LEVANDER, E.; MALMGREN, O.; STENBACK, K. Apical root resorption during orthodontic treatment of patients with multiple aplasias: a study of maxillary incisors. **European Journal of orthodontics.** v. 20, n. 4, p. 427-34, Aug 1998.

LIU, E. J. W.; CHANG, P. M. H. Apical root resorption in orthodontic patients with en-masse maxillary anterior retraction and intrusion with miniscrews. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** v. 137, n. 2, p. 207–12, 2010.

MARTINS, D. R.; TIBOLA, D.; JANSON, G.; MARIA, F. R. T. Effects of intrusion combined with anterior retraction on apical root resorption. **Eur J Orthod.** v. 34, n. 2, p. 170–75, 2012.

MAUÉS, C. P. R.; do NASCIMENTO, R. R.; VILELLA, V. Severe root resorption resulting from orthodontic treatment: Prevalence and risk factors. **Dental Press J Orthod.** v. 20, n. 1, p. 52-8, Jan/Feb 2015.

MCNAB, S.; BATTISTUTTA, D.; TAVERNE A, SYMONS, A. L. External apical root resorption following orthodontic treatment. **Angle Orthod.** v. 70, n. 3, p. 227-232, 2000.

MONTENEGRO, V. C.; JONES, A.; PETOCZ, P.; GONZALES, C; DARENDELILER, M. A. Physical properties of root cementum: Part 22. Root resorption after the application of light and heavy extrusive orthodontic forces: a microcomputed tomography study. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** v. 141, n. 1, p. e1-9, 2012.

MOTOKAWA, M.; TERAQ, A.; KAKU, M.; KAWATA, T.; GONZALES, C.; DARENDELI- LER, M. A.; TANNE, K. Open bite as a risk factor for orthodontic root resorption. **European Journal of Orthodontics.** v. 35, p. 790–795, 2013.

MURPHY, C.; KALAJZICB, Z.; TARANPREET, C.; UTREJAD, A.; NANDA, R.; URIBE, F. The effect of corticision on root resorption with heavy and light forces. **Angle Orthod.** v. 86, p. 17–23., 2016.

NE, R. F.; WITHERSPOON, D. E.; GUT- MANN, J. L. Tooth Resorption. **Quintessence Int., Berlin,** v. 30, n. 1, p. 9-25, 1999.

ODEBRECHT, R.; CANTO, G. L.; BORTOLON, A. C.; Estudo comparativo da reabsorção radicular em apical em pacientes bruxônimos e pacientes sem sinais clínicos de desgaste dentário. **R Dental Press Ortodon Ortop Facial.** v. 9, n. 2, p. 44-9, 2004.

ONO, E; MEDICI, E.; FAIG, H.; TANAKA, J. L.; DE MORAES, M. E.; DE MELO, J. C. Evaluation of simulated external root resorptions with digital radiography and digital subtraction radiography. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** v. 139, n. 3, p. 324-333, 2011.

PAETYANGKUL, A.; TÜRK, T.; ELEKDAĞ-TÜRK, S.; JONES, A. S.; PETOCZ, P.; DARENDELILER, M. A. Physical properties of root cementum: part 14. The amount of root resorption after force application for 12 weeks on maxillary and mandibular promolars: a microcomputed-tomography study. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** v. 136, n. 4, p. 492-9, 2009.

PAETYANGKUL, A.; TURK, T.; ELEKDAG-TURK, S.; JONES, A. S.; PETOCZ, P.; CHENG, L. L. Physical properties of root cementum: Part 16. Comparisons of root resorption and resorption craters after the application of light and heavy continuous and controlled orthodontic forces for 4, 8, and 12 weeks. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** v. 139, n. 3, p. e279-84, 2011.

PANDIS, N.; NASIKA, M.; POLYCHRONOPOULOU, A.; ELIADES, T. External apical root resorption in patients treated with conventional and self-ligating brackets. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.** Saint Louis, v. 134, n. 5, p. 646-651, 2008.

PICANÇO, G.; de FREITAS, K. M.; CANÇADO, R. H.; VALARELLI, F. P.; PICANÇO, P. R.; FEIJÃO, C. P. Predisposing factors to severe external root resorption associated to orthodontic treatment. **Dental press journal of orthodontics.** v. 18, n. 1, p. 110-120, 2013.

PREOTEASA, C. T.; IONESCU, E.; PREOTEASA, E.; COMES, C. A.; BUZEA, M. C.; GRĂMESCU, A. Orthodontically induced root resorption correlated with morphological characteristics. **Romanian journal of morphology and embryology.** v. 50, n. 2, p. 257-262, 2009.

RAMANATHAN, C.; HOFMAN, Z. Root resorption during orthodontic tooth movements. **European Journal of Orthodontic.** v. 31, p. 578-583, 2009.

ROSCOE, M.; MEIRA, B. C.; CATTANEO, P. Association of orthodontic force system and root resorption: A systematic review. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** v. 147, p. 610-26, 2015.

SILVA, JR. H. V.; GANDINI, JR. L. G.; AMARAL, M. M. P.; GANDINI, M. R. E. A. S. Parâmetros de força ideal aplicada aos principais movimentos ortodônticos. **Ortodontia SPO.** v. 43, n. 4, p. 418-24, 2010.

SIQUEIRA, V. C. V.; GAMEIRO, H. G.; MAGNAMI, M. B. B. A.; SOUSA, M. A.; CARVALHO, A. Z. N. B. Estudo da reabsorção radicular apical após o uso de aparelho extrabucal no tratamento da má oclusão do tipo Classe II, 1a divisão dentária. **Rev. Dent. Press Ortodon. Ortop. Facial.** v. 14, n. 2, p. 54-62, 2009.

SMALE, I.; ARTUN, J; BEHBEHANI, F; DOPPEL, D.; VAN´T HOF, M.; KUIJPERS-JAGTMAN, A. M. Apical root resorption 6 months after initiation of fixed orthodontic appliance therapy. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** v. 128, n. 1, p. 57-67, Jul. 2005.

WEILAND, F. Constant versus dissipating forces in orthodontics: the effect on initial tooth movement and root resorption. **Eur J Orthod.** v. 25, p. 335-42, 2003.

WELTMAN, B.; VIG, K. W.; FIELDS, H. W.; SHANKE, S.; KAIZAR, E. E. Root resorption associated with orthodontic tooth movement: a systematic review. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** v. 137, n. 4, p. 462-476, 2010.

WU, A. T.; TURK, T.; COLAK, C.; ELEKDAG-TURK, S.; JONES, A. S.; PETOCZ, P. Physical properties of root cementum: Part 18. The extent of root resorption after the application of light and heavy controlled rotational orthodontic forces for 4 weeks: a microcomputed tomography study. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** v. 139, n. 5, p. e495-503, 2011.