

**FACULDADE SETE LAGOAS**

**LUIZ EDUARDO MACIEL**

**REABSORÇÃO RADICULAR EXTERNA APICAL (RREA)  
EM TRATAMENTOS ORTODÔNTICOS**

ALFENAS, 2019

**LUIZ EDUARDO MACIEL**

**REABSORÇÃO RADICULAR EXTERNA APICAL (RREA)  
EM TRATAMENTOS ORTODÔNTICOS**

Monografia apresentada ao curso de Especialização *Lato Sensu* da faculdade Sete Lagoas, Nucleo Alfenas como requisito parcial para a conclusão do curso de Ortodontia.

Orientadora: Profa. Esp. Vera Lúcia de Souza  
Nora

ALFENAS, 2019

## **AGRADECIMENTOS**

Encerro hoje mais um ciclo muito importante em minha vida, onde carreguei comigo, além de muito aprendizado, a oportunidade de conhecer pessoas incríveis que tanto me ajudaram e de estudar nesse grande Instituto.

Nada disso seria possível se não fosse, primeiramente, Deus. A minha família pelo apoio. A minha namorada que sempre esteve comigo. Ao meu árduo esforço e persistência.

Aos grandes professores que muito me ensinaram e ainda continuam ensinando, em especial, a professora Vera, Ana Carla, Ludmila e Fernanda. Estas sempre me acompanharam durante a minha evolução em aprendizado. Me conduziram de perto na clínica de ortodontia. Meu muito obrigado!

## RESUMO

Alguns pacientes que se submetem a tratamento ortodôntico apresentam arredondamento apical devido à força de movimentação, o que é considerado normal, mas em alguns casos esse efeito pode evoluir para reabsorção radicular apical externa. Esse problema parece não estar relacionado diretamente às forças dos aparelhos ortodônticos e sim à vários fatores envolvidos, além de serem imprevisíveis e apresentarem magnitude variável. A biologia do movimento dentário inclui uma série de reações teciduais após a ação de forças ortodônticas. Inúmeras variáveis, envolvendo fatores biológicos e mecânicos, parecem motivar o grau e o acontecimento das alterações radiculares durante o movimento dentário. Sendo assim, serão apresentados nesse trabalho causas de risco que podem levar a reabsorção radicular em pacientes tratados ortodonticamente, como morfologia da raiz, os dentes mais susceptíveis, fatores preditivos, magnitude de força, intervalo de aplicação de forças, duração da força e tempo de tratamento. Como a reabsorção radicular é imprevisível e pode ser decorrente de vários fatores, é de suma importância que seja feito um diagnóstico cuidadoso e criterioso através de anamnese e exames radiográficos.

**Palavras-chave:** Movimentação Dentária. Reabsorção da Raiz. Ortodontia.

## **ABSTRACT**

Some patients who undergo orthodontic treatment have an apical pattern due to the force of movement, which is considered normal, but in some cases its effect may evolve to external apical root resorption. This problem does not seem to be connected to the Orthodontic and simeal devices involve factors, as well as being unpredictable and variable in magnitude. The biology of tooth movement includes a series of tissue reactions following an action of orthodontic forces. Inactive variables, biological and mechanical emission factors, seem to motivate the degree and the occurrence of root changes during tooth movement. Thus, resistance to work with risk of leading to root resorption in orthodontically treated patients, such as root morphology, the most susceptible teeth, predictive factors, magnitude of force, interval of force application, duration of force and treatment time. As root resorption is unpredictable and may be due to several factors, it is important to make a careful and judicious diagnosis through anamnesis and radiographic examinations.

**Key words:** Dental movement, Tooth movement, Orthodontics.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	5
<b>2 PROPOSIÇÃO</b> .....	7
<b>3 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	8
3.1 MECANISMO DA MOVIMENTAÇÃO DENTÁRIA .....	8
3.2 REABSORÇÃO RADICULAR APICAL EXTERNA .....	9
<b>3.2.1 Exames Complementares de Diagnóstico</b> .....	13
3.3 OUTROS RELATOS .....	14
<b>4 DISCUSSÃO</b> .....	21
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	23
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	24

## 1 INTRODUÇÃO

A movimentação dentária induzida por aparelhos ortodônticos constitui-se em um dos procedimentos terapêuticos mais aplicados na clínica odontológica. A procura da estética e da funcionalidade bucal e dentária requer o tratamento ortodôntico, o qual, muito frequentemente, está associado às reabsorções radiculares que podem, em situação extrema, levar à perda dentária e/ou ao comprometimento periodontal (CARDOSO, 2011).

O conhecimento da biologia da movimentação dentária induzida implica em reconhecer os fenômenos teciduais, celulares e moleculares a cada dia de sua evolução. Assim, este conhecimento pode interferir de forma segura e consciente em procedimentos e intervenções para aperfeiçoar o tratamento ortodôntico e o conforto do paciente, reduzir as reabsorções radiculares ou evitá-las e, ainda, viabilizar o tratamento ortodôntico para pacientes sistemicamente comprometidos (MALDONADO, 2009).

A reabsorção dentária é um termo utilizado para designar a perda de substância da raiz dentária onde os tecidos dentários mineralizados são eliminados pelas células clásticas em algum ponto da superfície radicular interna ou externa do dente. Durante a movimentação ortodôntica, a compressão no ligamento periodontal pode provocar necrose dos cementoblastos desta região, expondo a dentina à ação dos osteoclastos e macrófagos, que iniciam o processo de reabsorção radicular externa proveniente do tratamento ortodôntico (CONSOLARO, 2005).

Em ortodontia, a tão temida reabsorção já foi amplamente estudada e sabe-se que um dos fatores relacionados à sua causa é o excesso de força aplicado ao elemento durante a movimentação ortodôntica, embora não seja o único fator observado em casos de reabsorção severa. Dessa forma, muitos foram os avanços mecânicos e medidas tomadas, para que o índice de reabsorção radicular fosse diminuído dentro dos consultórios, como a utilização de fios mais biocompatíveis, aparelhos que diminuem o atrito entre dente e fio, maiores espaços entre as consultas dos pacientes dentre outros aspectos (CONSTANTINO et al., 2018).

A reabsorção radicular é uma das consequências indesejáveis do tratamento ortodôntico, que acomete principalmente os incisivos superiores (HARTSFIELD JUNIOR et al., 2004). Apesar de 32% dos pacientes submetidos ao tratamento

ortodôntico apresentarem reabsorção radicular maior que 3mm, apenas 2% a 5% destes pacientes apresentam reabsorção maior que 5mm (HARTSFIELD JUNIOR et al., 2004; LIU et al., 2011). Quando ocorre durante o movimento ortodôntico, a reabsorção é resultado de um processo inflamatório e, por acometer principalmente o contorno do ápice da raiz, é comumente chamada de reabsorção radicular apical externa (RRAE) (FONTANA et al., 2012).

Diversos fatores intrínsecos, clínicos e relacionados ao tratamento ortodôntico já foram associados com a etiologia da RRAE, como etnia, sexo, idade, tipo de má oclusão, forma da raiz, tempo de tratamento, força ortodôntica aplicada, tipo de aparelho, quantidade de movimentação dentária e tratamento ortodôntico com extrações (WELTMAN et al., 2010; FONTANA et al., 2012). Entretanto, devido à divergência de resultados descritos na literatura, sugere-se que fatores genéticos também possam ter influência no desenvolvimento da RRAE após tratamento ortodôntico (HARTSFIELD JUNIOR et al., 2004).

As reabsorções dentárias surgiram como achados clínicos, mais frequente em exames imagiológicos de rotina durante tratamentos ortodônticos, que por sua vez impulsionaram a investigação no sentido de se averiguar este fenômeno. Com o avanço da imagiologia, com mais e melhores métodos de diagnóstico disponíveis, a detecção de alterações morfológicas radiculares durante e após tratamentos dentários ortodônticos passaram a ser medidos e quantificados. (MAUES et al., 2015).

## **2 PROPOSIÇÃO**

O objetivo do presente trabalho foi ampliar o conhecimento sobre as “reabsorções radiculares externas apicais causadas por tratamento ortodôntico”, especialmente, sobre a problemática da reabsorção radicular externa apical, sua influência genética e meios de diagnóstico.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 MECANISMO DA MOVIMENTAÇÃO DENTÁRIA

A movimentação dentária é um processo biológico múltiplo, caracterizado por reações sequenciais do ligamento periodontal em resposta às forças biomecânicas que induzem alteração em duas regiões do tecido periodontal (o lado de tensão e o lado de pressão), quebrando a tensigridade (situação de equilíbrio ou estabilidade de uma estrutura em que as forças aplicadas sobre ela têm uma resultante igual a zero) tecidual e celular (SAYGIN et al., 2000).

Ao ser aplicada a força ortodôntica, a raiz dentária comprime o ligamento periodontal, causando um estresse biológico denominado hialinização. Esse estresse age igual e simultaneamente no osso alveolar e sobre o cemento que envolve e protege a raiz. Sabendo-se que o cemento é mais resistente à reabsorção, o osso alveolar é reabsorvido e remodelado com conseqüente movimentação dentária, enquanto a raiz sofre uma reabsorção insignificante do ponto de vista clínico, denominada arredondamento apical (REGO et al., 2004).

Como qualquer outro agente, uma força aplicada no ligamento periodontal promove diretamente a compressão ou estresse mecânico das células, quebrando seu equilíbrio (tensigridade) e originando uma reação biológica (mecanotransdução). O estímulo mecânico do aparelho ortodôntico pode ser traduzido, biologicamente, na geração de proteínas livres dentro do pequeno espaço do ligamento periodontal, levando às reações acima demonstradas com a produção de citocinas e mediadores químicos como as prostaglandinas e leucotrienos, presentes também no processo inflamatório e que ativam as células osteoblásticas, clásticas e macrófagos. Estas células participam do processo reabsortivo e de remodelação óssea, importantes para a efetiva movimentação dentária (SANTAMARIA et al., 2006).

A ortodontia se caracteriza por movimentar o dente dentro do tecido ósseo, utilizando-se de forças que redireciona o elemento dentário e para que isso ocorra haverá diversas alterações do periodonto. O movimento ortodôntico é realizado com dispositivos ortodônticos planejados, sejam eles os aparelhos removíveis ou fixos.

Estes dispositivos permitem o controle pleno da movimentação dentária induzida e têm o objetivo da correção de problemas estéticos e funcionais, nos níveis dentário e facial. No estresse celular, ocorre aumento significativo da entrada de cálcio para o interior da célula. Esse maior afluxo de cálcio para o citosol estimula várias enzimas, destacando-se a ação das fosfolipases que participam inicialmente do ciclo metabólico do ácido araquidônico, tendo como produtos finais prostaglandinas e leucotrienes; mediadores químicos também pró-inflamatórios (SANTOS et al., 2007).

Com relação a esse assunto Fracalossi et al. (2007) salientaram que as modificações teciduais induzidas estão relacionadas à remodelação tecidual por ativação da reabsorção óssea alveolar no lado de pressão e conseqüentemente aposição óssea no lado de tensão. Esta ação mecânica transformada em evento biológico é definida como mecanotransdução. Forças mecânicas exercidas sobre os dentes são transmitidas aos tecidos de suporte e, se de magnitudes adequadas, propiciam a atividade remodeladora responsável pelo movimento dentário.

Segundo Liu et al. (2011) citaram que quando um agente físico, químico ou biológico atua sobre as células, elas produzem substâncias (mediadores químicos) e se comunicam entre si e com os tecidos vizinhos, a fim de inibir ou anular tal ação. A reação frente a um agente leva a uma circunstancial quebra de homeostasia (equilíbrio celular fisiológico) e aumento da função, caracterizando o estresse celular. As três causas mais comuns da quebra de homeostasia são a redução de oxigênio ou hipóxia, superestimulação e deformação celular. Nestas condições as células produzem e liberam mediadores, pequenas proteínas denominadas citocinas e fatores de crescimento, que são mensagens bioquímicas, que vão se ligar aos receptores de membrana das células agredidas e nos tecidos vizinhos, com o objetivo de se restabelecer a condição de normalidade.

### 3.2 REABSORÇÃO RADICULAR APICAL EXTERNA

English (2001) afirmaram que os dentes mais susceptíveis à reabsorção radicular são os incisivos centrais superiores, seguidos dos incisivos inferiores e os primeiros molares inferiores. Isto provavelmente é devido à extensão da movimentação ortodôntica nestes dentes ser geralmente maior que no restante da

dentição. A estrutura característica das raízes dos incisivos, com sua relação com o osso e o ligamento periodontal, tende a transferir a maioria das forças para o ápice. Quando altos níveis de força são executados nos dentes, ou as forças são em direções desfavoráveis, o equilíbrio resistência-reparo do periápice é patologicamente afetado, aumentando a reabsorção.

Consolaro (2002) citaram que os cementoblastos, ao contrário dos osteoblastos, não possuem receptores para mediadores sistêmicos, como prostaglandinas, leucotrienos, interleucinas I, II e VI, IGF e fator de crescimento tumoral (TNF), que são acumulados nas áreas de compressão do ligamento periodontal contra o osso alveolar. Além disso, os cementoblastos não têm receptores para os hormônios que aceleram ou diminuem o processo contínuo da remodelação óssea, como o paratormônio e a calcitonina, respectivamente. Pode-se dizer, portanto, que os cementoblastos são “surdos” para os mediadores da reabsorção óssea, atuando como “guardiões da integridade da raiz”. Na movimentação dentária, os cementoblastos podem morrer quando a força aplicada sobre o dente comprimiu de tal forma os vasos do ligamento periodontal naquela região que as células entraram em necrose ou migraram. Dessa forma, a superfície radicular, desprotegida pela ausência dos cementoblastos, pode ser ocupada por osteoblastos oriundos do osso vizinho e estes se organizam em unidades osteoremodeladoras, iniciando a reabsorção radicular associada à movimentação ortodôntica. A reabsorção dentária relacionada com ao movimento ortodôntico, é classificada como reabsorção inflamatória.

Capelozza Filho et al. (2002) salientaram que, apesar de reconhecidamente ser um processo de natureza multifatorial, o conhecimento dos fatores que podem levar a reabsorção associada ao tratamento ortodôntico é bastante importante para que o profissional possa tomar atitudes clínicas coerentes, no que se refere a um diagnóstico correto, mecanoterapia que respeite as estruturas biológicas e acompanhamento radiográfico periódico.

Brin et al. (2003) citaram com relação as características microscópicas, que o resultado da força mecânica aplicada nas estruturas do pericemento cria oportunidade para que unidades osteoremodeladoras (BMUs) iniciem a reabsorção em dentina exposta, resultando na reabsorção radicular inflamatória. Esta, geralmente suave, mostra-se assintomática e preserva a vitalidade pulpar,

estabelecendo uma condição insignificante do ponto de vista clínico, com prognóstico geralmente favorável.

Silva Filho et al. (2004) afirmaram que a reabsorção radicular consequente ao movimento ortodôntico preocupa o clínico e é encontrada com bastante frequência quando se analisam microscopicamente os tecidos dentários. O excesso de força gera compressão dos vasos sanguíneos do ligamento periodontal e ausência de oxigênio no local, provocando a morte dos cementoblastos. A reabsorção radicular apical é uma condição comumente observada durante e após o tratamento ortodôntico, levando a um arredondamento do ápice radicular. Esta situação resulta de uma complexa combinação das atividades biológicas, inerentes a cada paciente, associada às forças mecânicas empregadas e pode ocorrer em 39% a 99% dos pacientes ortodônticos.

Mavragani et al. (2005) afirmaram que para que ocorra a reabsorção radicular, previamente deve haver perda da camada cementoblástica. Assim, a superfície radicular fica desnuda e exposta à ação das células clásticas que respondem aos mediadores da reabsorção. Diante de movimentos como o de inclinação, por exemplo, as raízes com formato triangular tendem a concentrar mais força em menor área apical em comparação ao formato romboidal e retangular. Da mesma maneira, algumas formas de término apical concentram mais força em determinada região da raiz ou do alvéolo, como ocorrem nos ápices em forma de pipeta ou com dilaceração.

Mohandesan; Ravanmehr; Valaei (2007) citaram que a reabsorção radicular pode ser considerada tanto um evento fisiológico, envolvendo a esfoliação dos dentes decíduos, como patológico, ao resultar de injúria traumática ou irritação do ligamento periodontal e/ou do tecido pulpar de dentes permanentes. O componente celular ativo deste processo, representado pela interação entre células inflamatórias e outras chamadas de clastos, decorre dos inúmeros estímulos e sinalizações moleculares oriundos de citocinas, neuropeptídeos e produtos de degradação liberados pelo tecido lesado.

Santos et al. (2007) salientaram que alguns fatores que podem estar relacionados à reabsorção radicular têm sido estudados e descritos na literatura e incluem predisposição individual, idade e gênero do paciente, anatomia da raiz, movimentação de dentes tratados endodonticamente, hábitos adversos como onicofagia, estágio de desenvolvimento radicular, o tipo de aparelhagem ortodôntica

utilizada, o tipo de movimentação dentária, magnitude das forças aplicadas e a duração do tratamento.

De acordo com Consoloro et al. (2007) Estas células formam a camada cementoblástica, que reveste a superfície radicular. A resistência da superfície radicular à reabsorção resulta da propriedade dos cementoblastos não apresentarem, na sua membrana celular, receptores aos mediadores estimuladores da reabsorção óssea. A movimentação dentária induzida em áreas ósseas mais densas deve ser planejada com forças menores, pois não haverá redução da intensidade desta força em função da deflexão óssea, que neste caso será mínima ou inexistente.

Segundo Darcey; Qualtrough (2013) a Reabsorção Radicular Apical Externa (RRAE) é a perda progressiva de cimento e dentina através da ação contínua dos osteoclastos. Os osteoclastos são grandes células multinucleadas que se encontram dentro de lacunas (Howship) ou criptas em superfícies de tecidos duros. Distinguem-se de outras células multinucleadas porque na superfície em contacto com o osso/dentina possuem prolongamentos vilosos irregulares.

Freitas et al. (2013) consideraram que a reabsorção radicular apical externa pode ocorrer após o movimento dentário ortodôntico. A sua etiologia é multifatorial e pode estar associada à variabilidade biológica individual, à predisposição genética, ao efeito de fatores mecânicos, sobretudo em casos de extrações de pré-molares, à morfologia triangular das raízes e a reabsorções dentárias existentes antes do tratamento ortodôntico.

Segundo Maues et al. (2015), há uma prevalência de reabsorções radiculares externas severas relacionadas com prováveis fatores de risco decorrentes do tratamento ortodôntico. Os tratamentos ortodônticos que envolvam extrações, significativa retração de incisivos, tratamentos prolongados e existência de ápices radiculares completamente formados precisam de maiores cuidados na realização da ortodontia a fim de evitar as reabsorções radiculares.

Mais recentemente Guo et al. (2016) atribuíram as causas para a RRAE a condições genéticas e ao tratamento ortodôntico, onde não exclui como possíveis fatores de risco, o gênero e a duração de tratamentos ortodônticos.

### 3.2.1 Exames Complementares de Diagnóstico

Segundo Patel (2009), a TCFC é um meio fiável e eficaz na detecção de lesões de reabsorções radiculares mesmo em clínicos sem experiência na interpretação deste exame. Contudo, as radiografias digitais intra-orais (convencionais) permitem um nível aceitável de precisão.

Kumar (2011) vai mais longe, afirmando que não há diferenças significativas na identificação de lesões radiculares entre TCFC e as RP. Os avaliadores deste estudo, devido ao maior detalhe que o TCFC lhes proporcionou, tenderam a sobrestimar os defeitos encontrados, ao passo que, com as periapicais sucedeu o inverso, subestimaram-se. Concluem que nenhum se sobrepõe ao outro, mas que por causa da maior radiação inerente à TCFC, deve-se equacionar o seu uso.

Segundo Kapila (2011), a TCFC apesar de ser mais discriminatória pela maior complexidade oferecida nas suas imagens, só deve ser usada quando as radiografias convencionais não ofereçam informação suficiente para o diagnóstico.

Conforme Makedonast et al. (2013), em relação ao exame auxiliar de diagnóstico que melhor possibilita o diagnóstico das RREA não há unanimidade. Alguns autores defendem a utilização frequente dos novos meios de diagnóstico como a tomografia computadorizada de feixe cónico (TCFC), enquanto outros apoiam o uso da imagiologia “convencional” por rotina como a ortopantomografia (OPTG) ou as radiografias periapicais (RP).

De acordo com Castro et al. (2013) apesar da eficácia do TCFC na detecção de mínimas reabsorções radiculares, através da avaliação a três dimensões e sem sobreposição de outras estruturas, mais estudos devem ser conduzidos para se justificar o uso por rotina no planeamento do tratamento ortodôntico.

Segundo Alquerban (2014), o uso da TCFC não é requisito obrigatório para planeamento ortodôntico, inclusive nos estudos em que compararam as imagens radiográficas convencionais com a TCFC não houve alteração do plano de tratamento. A maior desvantagem atualmente é a maior dose de radiação que o TCFC pressupõe.

O uso do TCFC permitiu também avaliar uma perda de volume significativo, mudanças nas áreas de superfície linear e encurtamento das raízes dos primeiros

molares e pré-molares durante o processo de disjunção palatina (AKYALCIN et al., 2015).

### 3.3 OUTROS RELATOS

Dermaut ; De Munck (1986) relataram a reabsorção radicular em radiografias periapicais antes e depois da intrusão dos incisivos superiores com força de 100g. Os autores selecionaram 20 indivíduos para o grupo experimental, sendo 10 do gênero feminino e 10 do gênero masculino, com idade média de 15 anos e tempo médio de tratamento de 29 semanas. O grupo controle possuía 15 indivíduos, sendo 7 do gênero feminino e 8 do gênero masculino, com idade média de 22 anos e não apresentaram tratamento ortodôntico. O grupo experimental apresentou em média 3,6mm de intrusão e 2,5mm de reabsorção radicular, ao passo que, o grupo controle não apresentou reabsorção radicular.

Em 1989, McFadden et al. avaliaram a relação entre a intrusão dos incisivos superiores e inferiores e a reabsorção radicular em radiografias periapicais e lateral de cabeça pré e pós-tratamento de 38 indivíduos, com idade média inicial de 13,1 anos e tempo médio de tratamento de 28,8 meses. O tratamento foi baseado na filosofia bioprogressiva utilizando arco de intrusão para os incisivos superiores e inferiores. Os incisivos superiores sofreram intrusão média de 0,70mm e os inferiores de 0,85mm. A reabsorção radicular média encontrada foi de 1,84mm para os incisivos superiores e 0,61mm para os inferiores. Os autores constataram que a quantidade de intrusão dos incisivos e a alteração do ângulo dos incisivos superiores e inferiores não estão relacionados com a reabsorção radicular, e o tempo de tratamento ortodôntico e a predisposição individual são fatores relacionados com a reabsorção radicular.

Silva Filho et al. (1993) avaliaram a reabsorção radicular como causa o uso de aparelho ortodôntico. Avaliaram um grupo de 50 indivíduos, 30 gênero feminino e 20 masculino, com idade média de 14 anos e tempo de tratamento de 2 anos, todos analisados utilizavam da técnica de “Edgewise” e do arco reto. Em seus estudos tiveram como conclusão que 100% dos dentes apresentavam reabsorção radicular,

os incisivos superiores foram o que tiveram maior reabsorção radicular junto com os incisivos laterais e centrais.

Martins et al. (1994) estudaram a reabsorção radicular consecutiva à terapia ortodôntica após a remoção do aparelho, analisando a documentação ortodôntica de 39 indivíduos, 31 do gênero feminino e 8 do gênero masculino, todos tratados pela técnica Edgwise. Foram examinadas as radiografias periapicais ao final do tratamento para evidenciar a presença, ou não de reabsorção pós-tratamento e, após 5 anos de controle para analisar o progresso ou não dessas reabsorções. Todos os dentes foram examinados, com exceção dos segundos e terceiros molares, e as radiografias que apresentavam distorções foram eliminadas. Os autores concluíram que a reabsorção radicular observada após o tratamento ortodôntico, não compromete a estabilidade dos dentes, cessando com a remoção do aparelho na maioria dos dentes observados, e mesmo quando a reabsorção apresenta alguma progressão, não é contínua, pois ocorre apenas pela remodelação apical.

Em 1996, Costopoulos e Nanda estudaram a relação entre a reabsorção radicular apical e a intrusão ortodôntica dos incisivos superiores em radiografias cefalométricas laterais e radiografias periapicais pré e pós intrusão. Os autores selecionaram um grupo controle composto por 17 indivíduos com idade inicial média de 16,1 anos e, um grupo experimental composto por 17 indivíduos com idade inicial média de 16,4 anos. O grupo controle foi tratado com aparelho fixo sem arco base de intrusão, ao passo que, o grupo experimental necessitava de correção do trespasse vertical de 2 a 4 mm e foram tratados com arco de intrusão, com fio de TMA 17x25, com força de 15g por dente. O tempo de intrusão médio foi de 4 meses. No grupo experimental houve a intrusão média de 1,9mm e reabsorção radicular apical média de 0,6mm e, no grupo controle houve reabsorção média de 0,2mm. Os autores concluíram que os movimentos de intrusão com forças leves poderiam ser efetivos para reduzir o trespasse vertical causando pequena reabsorção radicular.

Harris et al. (1997) avaliaram medidas cefalométricas que poderiam estar associadas com RRAE e encontraram uma relação positiva para algumas destas medidas (ANB, FMA e SN-GoGn). Entretanto, estudos mais recentes de Pereira et al. (2016) não encontraram nenhuma associação entre RRAE e estas medidas cefalométricas.

Parker ; Harris (1998) analisaram 110 adolescentes com maloclusões semelhantes e extrações de pré molares. Nesta avaliação de movimentos dentários que podem exacerbar a reabsorção apical externa revelaram que os movimentos verticais, apical e incisal e o aumento da vestibularização do incisivo foram as ações que mais tiveram reabsorção radicular apical externa, junto com a intrusão incisal e o torque radicular lingual. Já a retração distal de corpo, e extrusão e inclinação lingual da coroa não produziram efeitos.

Em 2000, McNab et al. 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. A reabsorção radicular foi analisada com base em radiografias panorâmicas antes e após o tratamento. Aproximadamente 60% destes indivíduos foram tratados com extrações dentárias e, 74% utilizaram aparelhos da técnica de Begg. Os autores relataram que a incidência de reabsorção radicular nos dentes posteriores foi maior na técnica de Begg e que houve maior incidência de reabsorção nos casos com extrações dentárias. Além disso, 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.

Janson et al. (2000) objetivaram comparar a quantidade de reabsorção radicular após o tratamento ortodôntico entre a técnica Edgewise Simplificada (grupo 1), a técnica Straight Wire (grupo 2) e a Terapia Bioeficiente (grupo 3). Procuraram também estudar a prevalência de reabsorção radicular nos incisivos superiores e inferiores. Os resultados foram os seguintes: o grupo 3 apresentou menos reabsorção radicular que os demais e a prevalência da reabsorção para cada incisivo indicou, em ordem decrescente, uma reabsorção maior para os incisivos centrais, seguido pelos laterais superiores, centrais inferiores e posteriormente os laterais inferiores.

De acordo com Rego (2004), os dentes anteriores são mais atingidos por possuírem raízes cônicas e unirradiculares, transmitindo as forças direto ao ápice, ele ainda afirma que as reabsorções estão relacionadas a alterações sistêmicas destacando as endocrinopatias.

Segundo Consolaro (2005), em seus trabalhos teve como conclusões que a reabsorção radicular externa associada com aparelho ortodôntico é relacionada com a morfologia radicular (forma, comprimento e angulação entre coroa e raiz) e

morfologia óssea (altura, espessura e forma da crista alveolar) estes são o que levam a predisposição de cada indivíduo, e dentes com raízes retangulares as forças são dissipadas mais regularmente entre o ligamento periodontal na estrutura dentária e na estrutura óssea vizinha acarretando menos chance de reabsorção dentária durante a mecanoterapia.

Santamaria et al. (2006) os estudos dele revelaram que a reabsorção radicular externa pode ser relacionada de diversas formas, segundo ele as mais comuns são de eventos fisiológicos, envolvendo a esfoliação de dentes decíduos, como patológicos, por traumas ou irritações do ligamento periodontal, ou do tecido pulpar de dentes permanentes. No processo de reabsorção o componente celular ativo deste processo, representado pela relação entre células inflamatórias e clastos, decorre de estímulos moleculares oriundos de citosinas, neuropeptídios e produtos liberados pela degradação.

Santos et al (2007) se disponibilizaram a estudar a reabsorção radicular após utilização de duas mecânicas ortodônticas constituiu-se com vinte pacientes que apresentavam má oclusão de classe I ou classe II de Angle, com apinhamento anterior nos arcos superior e inferior, sem histórico prévio de tratamento ortodôntico, tratamento endodôntico ou trauma. Não existia apresentação de reabsorção anterior ao tratamento e em todos foram realizados extração de primeiros pré-molares superiores e inferiores sem necessidade de ancoragem, respeitando-se o seguinte protocolo: retração inicial de canino, nivelamento superior e inferior e retração anterior superior e inferior.

Em 2008, Bauss et al. realizaram estudo para avaliar o movimento ortodôntico de intrusão e determinar se este influencia na vitalidade pulpar de incisivos permanentes superiores previamente traumatizados considerando o tipo de trauma dental, tipo de incisivo, período de intrusão e duração do tratamento ortodôntico. Foram utilizados 3 grupos para este estudo, sendo que o grupo 1 compreendia indivíduos com os incisivos superiores traumatizados, o grupo 2 compreendia indivíduos com incisivos superiores não traumatizados, e o grupo 3 consistia de indivíduos com trauma dentário prévio dos incisivos superiores e que não foram previamente tratados ortodonticamente. Os autores concluíram que os incisivos superiores traumatizados, especialmente os incisivos laterais, que possuíam problemas periodontais severos, apresentaram maior susceptibilidade a necrose pulpar durante o tratamento de intrusão ortodôntica em comparação aos dentes não

traumatizados e que a vitalidade pulpar poderá ser mantida até o fim do tratamento e durante o período de contenção se o ortodontista utilizar forças leves durante toda a mecânica.

Weltman et al. (2010) realizaram uma revisão sistemática onde concluíram que o tratamento ortodôntico corretivo é um dos fatores etiológicos para RRAE.

Liou ; Chang em 2010 realizaram um estudo retrospectivo para investigar a reabsorção radicular apical dos incisivos superiores em indivíduos que estão realizando tratamento ortodôntico de retração ântero-superior, intrusão com mini parafusos e os fatores que pré-dispõe o indivíduo a reabsorção radicular apical. Para este estudo foram avaliados 50 indivíduos com protrusão superior, 30 indivíduos tratados com mini parafusos e extração de primeiros pré-molares superiores, e 20 indivíduos foram tratados com extração dos primeiros pré-molares superiores. Para cada indivíduo, foram realizadas radiografias periapicais dos incisivos superiores e radiografias cefalométricas laterais foram feitas antes e após tratamento para avaliar a reabsorção radicular apical e as medidas cefalométricas. Os autores concluíram que a utilização de mini parafuso para a retração ântero-superior foi mais efetiva nos casos de Classe II severa, porém necessita de maior tempo de tratamento e pode pré-dispor o indivíduo a maior chance de ocorrer à reabsorção radicular apical.

Weltman et al. (2010) realizaram uma revisão crítica da literatura enfocando a reabsorção radicular em dentes movimentados ortodonticamente e os resultados demonstraram que a decisão clínica do ortodontista pode interferir de maneira direta nos riscos e na severidade desta reabsorção. A pesquisa referiu-se a 921 citações sendo 144 artigos completos. Devido ao fato da presença de diferentes metodologias, a comparação estatística se tornou impossível. Entretanto a maior parte dos estudos revelaram que o tratamento ortodôntico com forças pesadas podem pré-dispor a reabsorção radicular externa. Quando se faz o tratamento ortodôntico, a reabsorção radicular inflamatória pode ou não ocorrer por isso os ortodontistas devem utilizar forças leves durante o tratamento com o objetivo de minimizar a reabsorção radicular apical.

Fontana et al. (2012) observaram que incisivos superiores de pacientes submetidos ao tratamento ortodôntico apresentaram maiores níveis de RRAE do que de pacientes que não haviam sido tratados.

Maués et al. (2015) concluíram que um *overjet* maior do que 5 mm seria um fator de risco para RRAE após tratamento ortodôntico. Outras relações oclusais

estudadas, como mordida aberta, *overbite*, relação molar de Angle, desalinhamento e mordida cruzada não parecem ter relação com nível de RRAE.

Estudos de Porto ; Barbosa (2015) demonstraram que entre 191 pacientes diagnosticados radiograficamente, 21,5% apresentaram a RRE. Os dentes que tiveram maior predomínio foram os incisivos centrais inferiores quando comparado com os incisivos centrais superiores e os caninos superiores quando comparado com os inferiores. Os pré-molares não apresentaram grande reabsorção apical externa, mas os 1º pré-molares superiores apresentaram maior chance de reabsorção quando comparado com os 2º pré-molares superiores.

Cavalheiro ; Cruz, em 2017, realizaram um trabalho comparando os dados encontrados na literatura, com o objetivo de ressaltar a definição, frequência, diagnóstico, causas e variáveis, severidade, métodos de prevenção, possíveis tratamentos e preservação da reabsorção radicular externa. Entre os fatores que levam a reabsorção radicular, está a anatomia radicular, gênero, idade, predisposição individual, tipos de aparelhos ortodônticos, movimentos, entre outros. Os autores alertam que os ortodontistas devem utilizar forças leves e interrompidas e além de exames radiográficos durante o tratamento, em intervalos corretos, a fim de evitar a ocorrência de reabsorções radiculares extensas. Se, durante o tratamento forças excessivas forem aplicadas, estas poderão produzir reabsorções que vão de suaves a severas, o que comprometerá o sucesso do tratamento. A utilização de maiores intervalos de aplicação de forças, aliada há forças leves permite adequado tempo para a reparação radicular, e a reabsorção tenderá a cessar após a remoção das forças utilizadas.

Constantino et al. (2018) afirmaram que para entender a reabsorção radicular, é necessário que haja conhecimento de como ocorre a movimentação ortodôntica. É necessário ter conhecimentos relativos à biologia celular, processo inflamatório, microcirculação, biopatologia óssea e dentária, bem como conhecer os fatores mecânicos envolvidos tais como: magnitude, direção, duração e intensidade das forças aplicadas.

Ademais, Porto ; Da Costa ; Oliveira (2019) a partir de seu caso clínico conclui que a anamnese inicial do paciente é de extrema importância, pois através dela podem-se obter várias informações essenciais antes de iniciar o tratamento ortodôntico, com ênfase na documentação ortodôntica. De modo geral o tratamento ortodôntico aponta um grau de RRE, embora essa consequência na maioria das

vezes não chega a ter um envolvimento na função dos dentes e nem na sua longevidade. Salientam que os incisivos superiores são os dentes mais acometidos pela RRE, quanto ao gênero, ainda não foram encontradas diferenças significativas entre homens e mulheres, além de existir outros fatores envolvidos na RRE e não só o tratamento ortodôntico.

De acordo com a revisão da literatura apresentada, concluiu-se que a anamnese inicial do paciente por meio da utilização de radiografias periapicais é importante na identificação de reabsorções prévias ao tratamento ortodôntico e na determinação da morfologia radicular e da crista óssea alveolar. O principal fator na previsibilidade das reabsorções dentárias é a morfologia da raiz da crista óssea alveolar. Raízes triangulares com ápices afilados, em forma de pipeta ou com dilaceração, tendem a apresentar reabsorções maiores e mais precoces, bem como dentes com raízes curtas. As cristas ósseas retangulares aumentam a possibilidade de reabsorções radiculares, pois apresentam menor deflexão óssea e concentram maior força no ligamento periodontal. O traumatismo dentário é um fator de risco para reabsorção radicular. Dentes traumatizados devem ser monitorados por um período de seis meses, para serem incluídos na mecanoterapia. Os dentes mais vulneráveis à reabsorção por ordem decrescente são incisivos laterais superiores, incisivos centrais superiores, incisivos inferiores, raiz distal dos primeiros molares inferiores, segundos pré-molares inferiores, segundos pré-molares superiores, molares superiores e inferiores. Embora presente em todos os tratamentos ortodônticos, a magnitude da reabsorção radicular não é totalmente previsível e apresenta variações individuais. Pelo fato de a reabsorção radicular ser imprevisível e depender de múltiplos fatores, é de primordial importância executar um diagnóstico cuidadoso e criterioso através de anamnese e exames radiográficos periapicais, para que seja planejada uma mecanoterapia racional.

## 4 DISCUSSÃO

Na população ocidental, 7 a 10% das pessoas sem qualquer tipo de tratamento ortodôntico tem reabsorção radicular. Se estas reabsorções não forem diagnosticadas em radiografias periapicais antes do início do tratamento ortodôntico, durante a movimentação, elas serão exacerbadas e a culpa recai sobre a Ortodontia, pela falta de diagnóstico prévio (BREZNIAK ; WASSERSTEIN, 2002).

A literatura mostra diversos fatores que podem causar as RRAE, como: fatores intrínsecos, clínicos, genéticos e relacionados ao tratamento ortodôntico (WELTMAN et al., 2010). Sendo assim, as reabsorções radiculares externas apicais são mais que a eliminação progressiva da raiz, são consequência de vários estímulos e fatores, desde os ambientais aos genéticos, portanto multifatorial que faz falta perceber (DARCEY ; QUALTROUGH, 2013).

Dentre os fatores de risco para a reabsorção dentária, os dentes traumatizados devem ser considerados mais predispostos a apresentarem reabsorções radiculares durante o tratamento ortodôntico. E, o principal fator na previsibilidade de reabsorções radiculares decorrentes da mecânica ortodôntica é a forma da raiz e da crista óssea alveolar, mensuráveis, apenas, em radiografias periapicais (SANTOS et al., 2007).

As reabsorções radiculares ocorrem durante a movimentação ortodôntica devido a superfície do cimento conter cementoblastos. Essas células não possuem receptores para os mediadores químicos indutores de reabsorção óssea e por isso, a reabsorção radicular ocorre apenas quando os cementoblastos desaparecem da superfície do cimento. Na movimentação dentária induzida por aparelhos ortodonticos, os cementoblastos podem morrer quando as forças aplicadas sobre o dente comprimem os vasos sanguíneos do ligamento periodontal e então, suas células entraram em necrose ou migraram. Dessa forma, a superfície radicular desprotegida pela ausência dos cementoblastos, pode ser ocupada por osteoblastos vindos do osso vizinho e iniciar a reabsorção radicular associada ao movimento ortodôntico (ALQERBAN et al., 2014).

Os dentes mais afetados pelas reabsorções radiculares têm uma relação com o movimento dentário (em particular a intrusão) e o tamanho da raiz, sendo os mais

afetados os incisivos superiores, seguido pelos incisivos inferiores e primeiros pré-molares. A incidência é maior nos pacientes que realizam tratamentos ortodônticos com intensidade alta de forças aplicadas. Forças pesadas são mais nocivas que as forças leves (WELTMAN et al., 2010).

A radiografia para diagnosticar reabsorções dentárias deve ser sempre tomada com películas periapicais e não panorâmicas. Coincidentemente, apenas 10% das reabsorções dentárias em Ortodontia são severas (CONSOLARO, 2002). Sendo assim, indica-se rotineiramente que sejam realizadas radiografias periapicais dos incisivos superiores e inferiores em pacientes adolescentes e uma série radiográfica periapical completa em pacientes adultos como conduta preventiva habitual, previamente ao início do tratamento. Uma vez que esse tenha sido iniciado, recomenda-se que sejam feitas radiografias periapicais dos incisivos superiores e inferiores a cada seis meses, para controle do custo biológico da mecanoterapia (BAUSS et al., 2008).

Os exames auxiliares de diagnóstico são indispensáveis para avaliar as reabsorções radiculares. As radiografias periapicais são um bom meio de análise, contudo sujeitas a variações de erros sistemáticos do operador, como a angulação entre os dentes e a película, a variação da inclinação dos dentes durante o tratamento ortodôntico, sobreposição de estruturas. Em resumo, subestima a extensão das reabsorções radiculares se as houver, sendo a TCFC o meio de eleição para confirmação da extensão das lesões (CAMPOS et al., 2013).

Contudo, o diagnóstico precoce das reabsorções radiculares permite a implementação de medidas que minimizem ou interrompam a perpetuação destes processos de reabsorção radicular, que produzem efeitos deletérios substanciais na longevidade das peças dentárias na cavidade oral (MAUES et al., 2015).

## 5 CONCLUSÃO

O tempo prolongado do tratamento ortodôntico, a aplicação de forças pesadas, as características inerentes de cada paciente dentre outros fatores podem causar reabsorção radicular apical externa. Porém, o tratamento ortodôntico como um todo, apresenta algum grau de reabsorção radicular apical externa, qualquer que tenha sido a mecanoterapia utilizada. Esse efeito na maioria das vezes não chega a comprometer a função dos dentes, nem a longevidade dos dentes envolvidos. Os dentes mais afetados são os incisivos superiores devido às forças ortodônticas aplicadas sobre eles e a forma de suas raízes que transferem a força para a região apical.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALQERBAN, A. et al. Orthodontic treatment planning for impacted maxillary canines using conventional records versus 3D CBCT. **European journal of orthodontics**, v. 36, n. 6, p. 698-707, Dec., 2014.

AKYALCIN, S. et al. Evaluation of three-dimensional root surface changes and resorption following rapid maxillary expansion: a cone beam computed tomography investigation. **Orthodontics & craniofacial research**, v. 18, p. 117-126, Feb., 2015.

BAUSS, O. et al. Influence of orthodontic intrusion on pulpal vitality of previously traumatized maxillary permanent incisors. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 134, n. 1, p. 12-17, March, 2008.

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

BRIN, I. et al. External apical root resorption in Class II malocclusion: a retrospective review of 1-versus 2-phase treatment. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 124, n. 2, p. 151-156, June, 2003.

CAMPOS, M. J. et al. Apical root resorption: the dark side of the root. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 143, n. 4, p. 492-498, Jan., 2013.

CAPELOZZA FILHO, L. et al. Reabsorção radicular na clínica ortodôntica: aplicação de um método radiográfico para diagnóstico precoce. **Ortodontia**, v. 35, n. 2, p. 14-26, abr./jun., 2002.

CARDOSO, L. B. et al. **Análise morfológica da evolução da reabsorção óssea à distância na movimentação dentária induzida em molares murinos [dissertação]**. Bauru: Universidade Sagrado Coração; May/June, 2011.

CASTRO, I. O. et al. Apical root resorption due to orthodontic treatment detected by cone beam computed tomography. **The Angle Orthodontist**, v. 83, n. 2, p. 196-203, March, 2012.

CAVALHEIRO, C. B.; DA CRUZ, M. C. C. Reabsorção radicular inflamatória induzida ortodonticamente. **ARCHIVES OF HEALTH INVESTIGATION**, v. 6, n.3, p. 196-203, Jan., 2017.

CONSOLARO, A. Reabsorções dentárias nas especialidades clínicas. In: **Reabsorções dentárias nas especialidades clínicas**. 2005.

CONSOLARO, A. Tensão nas áreas de compressão do ligamento periodontal durante o movimento ortodôntico. E os binômios. **Rev. Clin. Ortodon. Dental Press**, v. 6, n. 3, p. 107-111, April, 2007.

CONSTANTINO, G. I. et al. Tratamento ortodôntico e a reabsorção radicular. **REVISTA UNINGÁ REVIEW**, v. 29, n. 1, April, 2018.

COSTOPOULOS, G.; NANDA, R. An evaluation of root resorption incident to orthodontic intrusion. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 109, n. 5, p. 543-548, May, 1996.

DARCEY, J.; QUALTROUGH, A. Resorption: part 1. Pathology, classification and aetiology. **British dental journal**, v. 214, n. 9, p. 439, May, 2013.

DERMAUT, L. R.; DE MUNCK, A. Apical root resorption of upper incisors caused by intrusive tooth movement: a radiographic study. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 90, n. 4, p. 321-326, Oct., 1986.

ENGLISH, H. External apical root resorption as a consequence of orthodontic treatment. **Journal of the New Zealand Society of Periodontology**, n. 86, p. 17, Feb., 2001.

FRACALOSSI, A. C. Cuzzuol. **Análise da movimentação dentária induzida em ratos: influência do alendronato nas reabsorções dentárias, estudo comparativo em cortes transversais e longitudinais e avaliação microscópica em diferentes períodos de observação**. 2007. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

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

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

GUO, Y. et al. Genetic and clinical risk factors of root resorption associated with orthodontic treatment. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 150, n. 2, p. 283-289, May/June 2016.

HARRIS, E. F.; KINERET, S. E.; TOLLEY, E. A. A heritable component for external apical root resorption in patients treated orthodontically. **American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics**, v. 111, n. 3, p. 301-309, May, 1997.

HARTSFIELD JR, J. K. Pathways in external apical root resorption associated with orthodontia. **Orthodontics & craniofacial research**, v. 12, n. 3, p. 236-242, April, 2009.

JANSON, G. R. P. et al. A radiographic comparison of apical root resorption after orthodontic treatment with 3 different fixed appliance techniques. **American journal**

of **orthodontics and dentofacial orthopedics**, v. 118, n. 3, p. 262-273, May/June, 2000.

KAPILA, S.; CONLEY, R. S.; HARRELL J. R. W. E. The current status of cone beam computed tomography imaging in orthodontics. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 40, n. 1, p. 24-34, May, 2011.

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

LIU, E. J. W; CHANG, P. M.H. Apical root resorption in orthodontic patients with en-masse maxillary anterior retraction and intrusion with miniscrews. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 137, n. 2, p. 207-212, May/June, 2010.

LIU, Z. et al. Ultrasound enhances the healing of orthodontically induced root resorption in rats. **The Angle Orthodontist**, v. 82, n. 1, p. 48-55, Feb., 2011.

MAKEDONAS, D.; LUND, H.; HANSEN, K. Root resorption diagnosed with cone beam computed tomography after 6 months and at the end of orthodontic treatment with fixed appliances. **The Angle orthodontist**, v. 83, n. 3, p. 389-393, Nov., 2013.

MALDONADO, V. B. **Efeitos microscópicos do ácido acetilsalicílico (aspirina) e do acetaminofeno (tylenol) na movimentação dentária induzida e nas reabsorções radiculares associadas**. 2009. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MARTINS, D. R.; CANSANÇÃO, J. .; FERNANDEZ SANCHEZ, J. Avaliação radiográfica da reabsorção radicular, consecutiva ao tratamento ortodôntico (cinco anos após a remoção dos aparelhos). **Ortodontia**, v. 27, n. 3, p. 4-8, May, 1994.

MAUÉS, C. P. R.; NASCIMENTO, R. R. do; VILELLA, O. V. Severe root resorption resulting from orthodontic treatment: prevalence and risk factors. **Dental press journal of orthodontics**, v. 20, n. 1, p. 52-58, Feb., 2015.

MAVRAGANI, M.; BRUDVIK, P.; SELVIG, K. A. Orthodontically induced root and alveolar bone resorption: inhibitory effect of systemic doxycycline administration in rats. **The European Journal of Orthodontics**, v. 27, n. 3, p. 215-225, April, 2005.

MCFADDEN, W. M. et al. A study of the relationship between incisor intrusion and root shortening. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 96, n. 5, p. 390-396, Dec., 1989.

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

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

PARKER, R. J.; HARRIS, E. F. Directions of orthodontic tooth movements associated with external apical root resorption of the maxillary central incisor. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 114, n. 6, p. 677-683, May, 1998.

PEREIRA, S. et al. Variant is protective for orthodontic-induced external apical root resorption. **Oral diseases**, v. 22, n. 7, p. 658-664, April, 2016.

PORTO, E. L.; BARBOSA, J. F. Reabsorção dentária: revisão de literatura. **Uningá Review**, V.24, n.2, p.63-66, Out/Dez., 2015.

PORTO, J.; DA COSTA, J. V.; DE OLIVEIRA, R. C. G. Reabsorção dentária externa associado ao tratamento ortodôntico: relato de caso clínico. **REVISTA UNINGÁ**, v. 56, n. S3, p. 130-138, Feb., 2019.

REGO, M. V. N. N. dos et al. Reabsorção radicular e tratamento ortodôntico: mitos e evidências científicas. **J. bras. ortodon. ortop. facial**, p. 292-309, Out/Dez., 2004.

SANTAMARIA J. R., M. et al. Initial changes in pulpal microvasculature during orthodontic tooth movement: a stereological study. **The European Journal of Orthodontics**, v. 28, n. 3, p. 217-220, June/July, 2006.

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

SAYGIN, N. E. et al. Molecular and cell biology of cementum. **Periodontology**, 24, 73-98, June, 2000.

SILVA FILHO, O. G.da et al. Estimativa da reabsorção radicular em 50 casos ortodônticos bem finalizados. **Ortodontia**, v. 26, n. 1, p. 24-35, Out/Dez., 1993.

SILVA FILHO, O. G. da et al. Comportamento radicular durante a movimentação dentária induzida em dentes com rizogênese incompleta. **Ortodontia**, v. 37, n. 3, p. 53-62, April, 2004.

WELTMAN, B. et al. Root resorption associated with orthodontic tooth movement: a systematic review. **American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics**, v. 137, n. 4, p. 462-476, May/June, 2010.