



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**REABSORÇÃO RADICULAR EM INCISIVOS INFERIORES NO
TRATAMENTO ORTODÔNTICO – REVISÃO SISTEMÁTICA**

Trabalho submetido por
Regis Antonio Farah Simony
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

setembro de 2021



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**REABSORÇÃO RADICULAR EM INCISIVOS INFERIORES NO
TRATAMENTO ORTODÔNTICO – REVISÃO SISTEMÁTICA**

Trabalho submetido por
Regis Antonio Farah Simony
para a obtenção do grau de **Mestre em Medicina Dentária**

Trabalho orientado por
Prof.^a Doutora Ana Margarida Ramos Sintra Delgado

e coorientado por
Mestre Paulo Mascarenhas

setembro de 2021

DEDICATÓRIA

*Ao meu melhor amigo, parceiro, companheiro de tantos anos, Luiz, por toda
a força e incentivo durante o mestrado.*

AGRADECIMENTOS

À Nossa Senhora de Fátima fonte de luz e vida.

Ao Instituto Universitário Egas Moniz, que tornou este sonho uma realidade.

À minha orientadora Prof.^a Doutora Ana Margarida Sintra Delgado pelo o seu total apoio, disponibilidade e orientação, durante a execução deste trabalho.

Ao Mestre Paulo Mascarenhas pela sua constante disponibilidade, ajuda e apoio.

Ao João Botelho pela imensa ajuda e orientação deste trabalho.

A todos os Médicos Dentistas da Clínica Dentária Egas Moniz, por compartilharem todo conhecimento durante essa jornada.

Às funcionárias da farmácia e todos funcionários da Egas Moniz, por todo carinho que sempre me trataram.

Ao meu amigo e parceiro de longa data, Luiz, pelo seu constante amor e força, e ter navegado neste barco junto comigo, sem nunca deixá-lo afundar. Por não ter medido sacrifícios para que eu pudesse realizar esse sonho. Muito obrigado por fazer parte da minha vida.

Aos meus colegas de curso, por tornarem esta jornada muito mais divertida.

Aos meus queridos amigos, Marco e Karina, que tanto me incentivaram e apoiaram nessa jornada.

Aos grandes amigos que fiz nesta instituição, que se tornaram a minha família, por toda a amizade e companheirismo.

RESUMO

Objetivos: As reabsorções radiculares constituem uma dificuldade clínica relevante durante e/ou após o tratamento ortodôntico, contudo a literatura permanece contraditória. A presente revisão sistemática visou analisar o nível de evidência da associação entre a reabsorção radicular em incisivos inferiores e o tratamento ortodôntico (tipo de tratamento, força, movimento e duração de tratamento).

Materiais e Métodos: Foram utilizadas duas bases de dados eletrônicas (*PubMed e LILACS*) até Julho de 2021. Foram incluídos estudos que reportaram a incidência de reabsorção radicular apical durante o tratamento ortodôntico e avaliada por radiografias periapicais e/ou ortopantomografias. Esta revisão foi estruturada de acordo com o *Cochrane Handbook of Systematic Reviews of Interventions* e relatada de acordo com as diretrizes PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses*). O risco de viés de estudos observacionais foi avaliado usando *Newcastle-Ottawa Scale* (NOS) e, para ensaios clínicos, o *Cochrane Risk of Bias Tool*.

Resultados: A partir de uma amostra inicial de 925 estudos, 448 artigos duplicados foram removidos, perfazendo 477 para avaliação. Destes, foram excluídos 426 artigos pela irrelevância para com o tema. Assim, 51 artigos foram analisados, sendo 39 excluídos resultando em 12 artigos. Todos estudos foram considerados de baixo risco de viés, portanto, de alta qualidade metodológica. Os estudos apresentaram uma elevada heterogeneidade metodológica, impedindo a realização de estimativas meta-analíticas. De uma forma narrativa, a associação entre a existência de reabsorção radicular com o aumento dos níveis de força e tempo de tratamento ortodôntico parece ser verosímil, mas carece de maior número de estudos de elevada qualidade.

Conclusão: Em virtude da variabilidade metodológica dos estudos, não nos é possível apresentar uma conclusão robusta quanto à associação entre a reabsorção radicular e o tratamento ortodôntico. Estudos futuros devem ter em consideração a presença de um grupo controle, critérios de seleção apertados, e exames adequados antes e após o tratamento de forma a esclarecer melhor esta temática de investigação.

Palavras-chave: Ortodontia, Reabsorção Radicular, Tratamento Ortodôntico, Ortodontia Corretiva

ABSTRAT

Aim: Root resorption is a relevant clinical difficulty during and/or after orthodontic treatment, however the literature remains contradictory. The present systematic review aimed to analyze the level of evidence of the association between root resorption in lower incisors and orthodontic treatment (type of treatment, strength, movement and duration of treatment).

Material and Methods: Two electronic databases (PubMed and LILACS) were used until July 2021. Studies reporting the incidence of apical root resorption during orthodontic treatment and evaluated by periapical radiographs and/or orthopantomography were included. This review was structured according to the Cochrane Handbook of Systematic Reviews of Interventions and reported according to the PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses) guidelines. The risk of bias from observational studies was assessed using the Newcastle-Ottawa Scale (NOS), for clinical trials, the Cochrane Risk of Bias Tool.

Results: From an initial sample of 925 studies, 448 duplicate articles were removed, making 477 for evaluation. Of these, 426 articles were excluded due to their irrelevance to the topic. Thus, 51 articles were analyzed, 39 being excluded resulting in 12 articles. All studies were considered to be of low risk of bias, therefore, of high methodological quality. The studies showed a high methodological heterogeneity, preventing the realization of meta-analytic estimates. In a narrative way, the association between the existence of root resorption with increased levels of strength and length of orthodontic treatment seems to be credible, but there is a lack of higher quality studies.

Conclusion: Due to the methodological variability of the studies, it is not possible for us to present a robust conclusion regarding the association between root resorption and orthodontic treatment. Future studies should take into account the presence of a control group, strict selection criteria, and adequate examinations before and after treatment in order to better clarify this research theme.

Keywords: Orthodontics, Root Resorption, Orthodontic Treatment and Corrective Orthodontics

ÍNDICE

I. INTRODUÇÃO.....	11
1.1 Reabsorção radicular	11
1.2 Reabsorção radicular apical	12
1.3 Classificação	13
1.4 Etiologia	15
1.5 Fatores associados a movimentação dentária induzida ortodonticamente.....	20
1.6 Avaliações microscópicas	21
1.7 Fatores não-genéticos	22
1.8 Fatores genéticos.....	24
1.9 Estudos clínicos e radiográficos.....	25
II. OBJETIVOS E PERGUNTA PICO	29
III. MATERIAIS E MÉTODOS.....	31
3.1 Critérios de elegibilidade.....	31
3.2 Pesquisa e seleção dos estudos	31
3.3 Processo de extração de dados e análise do risco de viés.....	32
3.4 Síntese de dados	33
IV. RESULTADOS.....	35
4.1 Seleção de estudos	35
4.2 Síntese de dados	38
4.3 Características dos estudos	38
4.4 Análise do risco de viés.....	38
4.5 Síntese de resultados.....	40
V. DISCUSSÃO.....	43
5.1 Resumo dos principais resultados	43
5.2 Qualidade da evidência e possíveis vieses no processo de revisão	43

5.3	Concordância e discordância com outras revisões ou estudos.....	44
VI.	CONCLUSÃO.....	47
6.1	Perspetivas futuras	47
6.2	Financiamento	48
6.3	Conflitos de interesse	48
VII.	BIBLIOGRAFIA	49
VIII.	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela de características dos estudos incluídos.....	36
Tabela 2 - Avaliação de Risco de Viés (Cochrane Risk of Bias Tool).	39
Tabela 3 - Newcastle-Ottawa Scale (NOS) para avaliação de Risco de Viés.	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma PRISMA do processo de inclusão de artigos.	35
--	----

ÍNDICE DE SIGLAS

ADN - ácido desoxirribonucleico

cN – Centínewtons

g/cm² – grama por centímetro quadrado

IL - Interleucina

mg/kg – miligrama por quilo

mm – milímetro

RRAE – reabsorção radicular apical externa

RRIO – reabsorção radicular inflamatória induzida ortodonticamente

Rx – raio x

SNP – *single nucleotide polymorphism*

I. INTRODUÇÃO

1.1 Reabsorção radicular

A reabsorção radicular constitui um processo de perda de tecidos dentários como dentina, cemento e osso alveolar na raiz do dente, podendo ser um fenômeno fisiológico ou uma alteração patológica (Bishara et al., 1999; Levander et al., 1998; Sameshima & Sinclair, 2001).

A reabsorção radicular fisiológica tem sido reportada em indivíduos não submetidos a tratamento ortodôntico, apesar da incidência e severidade em doentes sujeitos a tratamentos ortodônticos ser significativamente mais alta (Brezniak & Wassertein, 1993; Zahrowski et al., 2009).

Constantemente, a reabsorção radicular patológica é mencionada como uma iatrogenia decorrente do tratamento ortodôntico (Graber & Vanarsdall, 1996; Moyers, 1988). Está associada a traumas físicos ou mecânicos e pode variar desde lesões superficiais a um dano radicular extenso que compromete seriamente a estrutura dentária (Bishara et al., 1999; Levander et al., 1998; Sameshima & Sinclair, 2001). Especificamente, o movimento dentário por tração ortodôntica tem sido proposto como um possível fator desencadeante da reabsorção radicular (Andreasen, 1988). Contudo, a maioria dos estudos apontam diferentes fatores desencadeantes do quadro clínico de reabsorção radicular, tais como: a suscetibilidade do indivíduo, fatores físicos, fatores sistêmicos ou fatores hereditários (Bishara et al., 1999; Levander et al., 1998; Sameshima & Sinclair, 2001).

Os dentes anteriores parecem ser as peças dentárias mais suscetíveis à ocorrência de reabsorção da raiz, porque a relação destes dentes com o osso alveolar e o periodonto tendem a transferir as forças principalmente ao ápex radicular (Goldson & Henrikson, 1975). Diversos estudos correlacionaram a reabsorção radicular em incisivos superiores (Apajalahti & Peltola, 2007; Kaley & Phillips, 1991; Levander et al., 1998; Levander & Malmgren, 2000; Malmgren et al., 1982; Mohandesan et al.; 2007), inferiores (McFadden et al., 1989) e laterais (Blake et al., 1995). Por outro lado, Pizzallo & Telles (1998) propuseram uma ordem decrescente de risco para reabsorção radicular em dentes:

incisivo lateral superior esquerdo, incisivo central superior direito e incisivo central superior esquerdo.

Considerando que a reabsorção radicular ocorrida durante o tratamento ortodôntico é de natureza multifatorial, qualquer paciente pode ser considerado como um paciente de risco. Hartsfield & Everett (2004), referem que a prevalência de reabsorção radicular pode variar entre indivíduos e entre dentes do mesmo indivíduo, apresentando diferentes graus de gravidade. Assim, torna-se difícil de prever os grupos de indivíduos que vão desenvolver maiores níveis de reabsorção radicular. O estudo e avaliação dos fatores de risco relacionados com o tratamento ortodôntico e com o paciente são essenciais, uma vez que permitem o diagnóstico precoce, prevenindo, desta forma, possíveis complicações associadas à reabsorção radicular induzida pelo tratamento ortodôntico (Lopatiene & Dumbravaite, 2008).

1.2 Reabsorção radicular apical

Bates (1856) foi o pioneiro em abordar as reabsorções radiculares na dentição permanente. No entanto, a associação entre as reabsorções radiculares com o tratamento ortodôntico só foi descrito, mais tarde, por Ottolengui (1914), tendo-se tornado um tópico de grande interesse na Ortodontia em 1927. Já Ketcham (1927), através de uma análise radiográfica, aferiu 385 pacientes tratados com aparatologia ortodôntica, revelando a reabsorção radicular em 21% dos dentes anteriores. O autor procurou demonstrar a associação entre a aparatologia ortodôntica utilizada e a frequência de reabsorção radicular, contudo sem sucesso. Ademais, constatou existir maior incidência de reabsorção radicular nos dentes anteriores superiores, e em apenas 1% dos indivíduos que não usaram aparelho ortodôntico. Sendo assim, observou que além do estímulo mecânico provocado pelos aparelhos fixos, existem outros fatores alusivos, evidenciando a propensão individual como causa principal (Ketcham, 1927).

Anos mais tarde, Stalhane & Hedegard (1975) observaram que após movimentos dentários moderados a severos com elevado impacto no periodonto, como intrusão, extrusão e luxação lateral, ocorreram reabsorções progressivas em 8 a 11% dos dentes lesados.

Goldson & Henrikson (1975) constataram, também, uma maior frequência de reabsorções radiculares em dentes incisivos superiores e incisivos inferiores. Também, os mesmos autores observaram uma maior frequência para reabsorção radicular após o movimento dentário em dentes endodonticamente tratados, dentes previamente extraídos e em dentes parcialmente extraídos, quando comparados com a movimentação de dentes lesados.

Entretanto, na atualidade, a etiologia das reabsorções radiculares tem sido referida de maneira diferente pelos autores, reportado a seguir, no item sobre os fatores etiológicos.

Geralmente, a reabsorção apical ocorre em 96,21% (Becks, 1942) a 100% (Cansanção, 1980; Silva Filho, 1993) dos pacientes submetidos ao tratamento ortodôntico. A reabsorção acontece pela exposição da dentina, que é formada alheia ao sistema imunológico, salientando proteínas estranhas ao organismo. Ao ser iniciado o processo de retirada da camada de cementoblastos, as proteínas singulares se tornam evidentes ao sistema imunológico, que desencadeia a produção de anticorpos, “antidentina” (Hammarstrom & Lindsskog, 1992; Hidalgo, 2001). Todavia, a recolonização da região pelos cementoblastos adjacentes é inibida pela inflamação da área acometida, mantendo-se a reabsorção. Ao findar a inflamação, a área afetada é recolonizada pelos cementoblastos e a reabsorção é suspensa. Sendo assim, isso ocorre nos traumatismos e nas movimentações por forças ortodônticas em função da concentração de forças no ápice dentário, a ocasionar uma grande destruição dos cementoblastos pela compressão de células e vasos periodontais (Consolaro, 2004).

1.3 Classificação

O principal propósito deste trabalho é favorecer a compreensão dos fatores responsáveis pela reabsorção dentária, principalmente daqueles induzidos pelo tratamento ortodôntico fixo. Por isso, é preciso determinar a classificação utilizada pelos diversos autores.

A primeira classificação amplamente aceita, porém sem um critério específico, descreve de uma forma bem ampla a reabsorção radicular em fisiológica, quando ocorre

na dentição decídua, e patológica, quando ocorre na dentição permanente (Becks & Marshall, 1932; Marshall, 1935). Já Hemley (1941) foi o pioneiro a dividir a reabsorção radicular em graus diferentes: 1 (suave), abrange apenas um leve arredondamento do ápice radicular; 2 (moderado), há perda do ápice radicular, a estar aquém do terço apical da raiz; 3 (médio), onde a extensão da reabsorção abrange o terço apical da raiz e 4 (acentuado), quando a reabsorção ultrapassa o terço médio da raiz.

Andreasen (1985) categorizou a reabsorção em três tipos, conforme a etiologia e a patogenia: 1) reabsorção de superfície, provocada pela injúria ao ligamento periodontal, podendo ser reparada caso a mesma não persista; 2) reabsorção inflamatória, resultante da associação entre injúria ao ligamento periodontal e à superfície radicular, existindo bactérias presentes no canal radicular e; 3) reabsorção por substituição, em função da união entre o osso adjacente e a superfície radicular.

Feiglin (1986) especificou a reabsorção radicular em interna, quando o processo é provocado por algum sinal inflamatório na polpa. A reabsorção externa foi apontada fisiológica quando ocorre na dentição decídua, quando consequente do tratamento, reabsorção provocada por trauma, ou reabsorção provocada pela pressão de um dente adjacente não erupcionado. A reabsorção inflamatória é possível ser apical ou cervical. A apical acomete apenas os dentes não vitais, sendo o tratamento endodôntico a melhor opção. Na reabsorção radicular inflamatória cervical a polpa pode ou não ter vitalidade, indicada por uma pequena cavidade na margem cervical sendo capaz de envolver a dentina a longo prazo.

Tronstad (1988) relatou dois tipos de reabsorção inflamatória. Reabsorção transitória, em que o agente etiológico é mínimo e age por um curto espaço de tempo, onde a inflamação é apenas transitória. Reabsorção inflamatória progressiva quando o fator etiológico se estende por um longo período de tempo.

As reabsorções foram classificadas por Puche (1993) em irreversíveis e reversíveis. As irreversíveis foram diagnosticadas na reabsorção fisiológica na dentição decídua, na reabsorção de incisivos laterais superiores durante a erupção dos caninos, na reabsorção provocada pelo movimento fisiológico dos dentes e na reabsorção idiopática. As reversíveis acontecem devido à compressão do ligamento periodontal resultante de uma carga oclusal excessiva.

De acordo com o mecanismo de ocorrência, as reabsorções podem ser sub-divididas em inflamatórias e por substituição. As reabsorções inflamatórias decorrem de um agente agressor, que leva à lesão externa e/ou interna, e pela ação de mediadores concentrados no exsudato inflamatório. As designadas por substituição são o resultado de uma anquilose alvéolo-dentária prévia a decorrer, na grande maioria dos casos, um componente inflamatório, enquanto que na inflamatória geralmente não há anquilose. Posteriormente, o dente é reabsorvido e essa parte será substituída por osso, dando origem a novas trabéculas ósseas.

Levander & Malmgren (1988), classificaram as reabsorções dentárias baseada na gravidade da reabsorção em extrema, acentuada, moderada, leve e ausente.

Para (Tavares & Sampaio, 1997) as reabsorções consequentes do tratamento ortodôntico podem ser consideradas como externa, inflamatória e patológica. Segundo Capellozza & Silva Filho (1998) a etiologia pode ser dividida em: fatores gerais, locais e mecânicos. Os fatores gerais compõem o sexo, a idade, a hereditariedade e o estado de saúde. Os fatores locais são citados pelo tipo de má oclusão, forma radicular, história de traumatismo prévio, estágio de desenvolvimento e saúde oral. De entre os fatores mecânicos, são considerados pelos autores o intervalo de aplicação de força, a magnitude da força ortodôntica, o tipo e a duração da força.

1.4 Etiologia

Há vários trabalhos na literatura a relacionar a etiopatogenia das reabsorções com os tratamentos ortodônticos (Canto, 1997; Deshields, 1969; Goldin, 1989; Janson, 2000; Ketcham, 1927; Linge B. & Linge L., 1983; Newman, 1975; Phillips, 1955; Reitan, 1974; Sameshima & Asgarifar, 2001), tipos de más oclusões (Vonderahe, 1973), comprimento e forma da raiz (Choy, 2000; Consolaro, 2002; Furquim, 2002; Kjaer, 1995; Levander & Malmgren, 1988; Mirabella & Artun, 1995; Sameshima & Asgarifar, 2001).

Vonderahe (1973) referiu que não há correspondência entre as más-oclusões, enumeradas de modo clássico, e as reabsorções radiculares. De acordo com alguns autores, a correspondência se dá entre a gravidade da má oclusão e essa patologia, devido aos recursos mecânicos solicitados (Harris et al., 1997; Linge B. & Linge L., 1983; Linge

L. & Linge B., 1991) e longo tempo de tratamento (Goldin, 1989; Harris et al., 1997; Levander & Malmgren, 1988; Linge L. & Linge B., 1991; Reitan, 1994; Taithongchai et al., 1996).

Segundo Capelozza (1998), a prática clínica evidencia que tratamentos longos, difíceis e de objetivos amplos, aumentam o risco de reabsorção radicular. Assim sendo, são fatores de risco para a reabsorção radicular, a gravidade da má oclusão e o tempo de tratamento previsto.

Os hábitos parafuncionais como onicofagia (Odenrick & Brattstrom, 1983; Odenrick; Brattstrom, 1985) e disfunção de língua (Cangialosi, 1984; Harris & Butler, 1992; Nahoum, 1975; Nanda et al., 1972; Newman, 1975; Subtelny, 1964) devem ser analisados, antes do tratamento ortodôntico, pois podem acentuar a reabsorção radicular, concomitantemente com sua frequência e intensidade (Brezniak & Wassertein, 1993; Ramanathan & Hofman, 2006, Pereira, 2014).

O trauma prévio também é um fator local muito relatado na literatura. Após um traumatismo, os dentes traumatizados são mais suscetíveis à reabsorção durante o tratamento ortodôntico (Andreasen, 1985; Arvystas & Chivian, 2004; Malmgren, 1982; Marshall, 1935; Taithongchai et al., 1996). Dentes que sofreram trauma e que revelam reabsorção radicular devido a este acontecimento, quando sujeitos a terapia ortodôntica revelam-se mais sensíveis pelo fato do ligamento periodontal e o cemento terem sofrido lesões posteriormente. Ainda assim, não existe contraindicação para a movimentação destes dentes, desde que exista um bom planejamento do tratamento ortodôntico, que deve ser iniciado, pelo menos, após 3 meses de ter corrido o trauma (Lopatiene & Dumbravaite, 2008, Pereira, 2014).

No caso de ocorrer inadequação da mecânica aplicada (Linge, B. & Linge, L., 1983; Rosemberg, 1972), dentes com raízes relativamente formadas apresentam intensidade de reabsorção iguais aqueles com raízes completas. De outro modo, Hendrix e colaboradores (1994) constataram que os dentes com raízes incompletas no início do tratamento ortodôntico, apresentaram menos reabsorção no final do tratamento em comparação com dentes com raízes completas.

Segundo os autores (Consolaro, 2002; Ketcham, 1927; Kjaer, 1995; Levander & Malmgren, 1988; Mirabella & Artun, 1995; Sameshima & Asgarifar, 2001; Sameshima & Sinclair, 2004) a morfologia radicular é indicada como uma importante causa da reabsorção radicular e deve ser levado em conta antes do tratamento para se indicar a predisposição à reabsorção. Levander & Malmgren (1988), mencionaram a forma radicular como sendo prenunciadora para as reabsorções radiculares, sendo que raízes com pontas em forma de pipeta ou arredondada têm maior tendência para as reabsorções.

Segundo Consolaro (2002), nas raízes triangulares e em forma de pipeta, a amenidade da estrutura apical e a concentração de forças nesse local implicam maior propensão as reabsorções dentárias, e gere prematuramente o arredondamento radicular. Esse mesmo critério pode ser usado para as raízes dilaceradas, pois a dilaceração apical sucede numa forma mais fina no ápice dentário. Sabe-se ainda, que raízes estreitas são mais suscetíveis a este fenómeno, e que raízes curtas apresentam o dobro do risco para a reabsorção radicular quando comparadas com raízes médias e longas (Lavender & Malmgren, 1988; Lopatiene & Dumbraivaite, 2008).

Desse modo, a morfologia da raiz dentária configura um dos principais fatores na possibilidade da ocorrência das reabsorções radiculares durante a movimentação dentária induzida (Consolaro, 2002; Kjaer, 1995), pois pode acumular mais ou menos força no ápex dentário (Choy, 2000; Mirabella & Artun, 1995; Sameshima & Asgarifar, 2001).

O grupo dos incisivos apresentam uma maior prevalência para o encurtamento radicular durante a movimentação dentária induzida ortodonticamente por ser o grupo de dentes que mais concentram essas características morfológicas (Cansanção, 1980; Becks & Marshall, 1932; Deshields, 1969; Janson, 2000; Phillips, 1955). Os incisivos mostram-se mais afetados pela reabsorção radicular, teoricamente, por serem unirradiculares e com raízes cónicas, difundindo a força ortodôntica diretamente ao ápex. Esse grupo de dentes são os mais movimentados durante o tratamento ortodôntico, principalmente nos casos de Classe II divisão 1 com exodontia (Almeida, 1998; Cansanção, 1980; Canto, 1997; Janson, 2000). Por outro lado, estes dentes apresentam-se mais expostos aos fatores externos, sobretudo a traumas, o que justifica o alvo como referencial de magnitude das reabsorções dentárias durante os tratamentos ortodônticos (Furquim, 2002).

Tem sido observada, especialmente no movimento de intrusão, a incidência aumentada para reabsorção radicular dos incisivos e caninos. Neste movimento, as forças são direcionadas sobretudo ao ápex radicular causando necrose isquêmica localizada, permitindo a colonização pelos dentinoclastos que resultará no encurtamento da raiz (Andreasen, 1988; Tronstad, 1988). A intrusão do dente envolve, portanto, a reabsorção do osso, especialmente em volta do ápex dentário, enquanto todas as estruturas de apoio estão sob pressão, virtualmente sem áreas de tensão. Durante o movimento de intrusão, áreas menores podem ser formadas mesmo com forças leves, podendo ser observada pequenas lacunas de reabsorção na superfície da raiz. A reabsorção da raiz está frequentemente localizada entre o terço médio e apical e ocorre como resultado de uma inclinação individual de cada dente durante a intrusão (Dermaut & De Munk, 1986).

O movimento de intrusão associado a reabsorção radicular de incisivos foi observado em diferentes estudos, Dermaut & De Munk (1986); McFadden et al. (1989); Brezniak & Wasserstein (1993); e Beck & Harris (1994). Uma maior prevalência de reabsorção radicular em incisivos superiores foi observada nos estudos de Malmgren et al. (1982); Kaley & Phillips (1991); Levander et al. (1998); Levander & Malmgren (2000). Entretanto, Goldson & Henrikson (1975) afirmaram que os incisivos inferiores também apresentam incidência de reabsorção durante o tratamento ortodôntico. Isto foi confirmado por McFadden et al. (1989); Otis et al. (2004) e Armstrong et al. (2006) que encontraram reabsorção radicular também nestes dentes.

Pizzallo & Telles (1998) citaram uma maior propensão de reabsorção de raiz em dentes anteriores, em ordem decrescente, para o incisivo lateral superior esquerdo, incisivo central superior direito e incisivo central superior esquerdo. As lesões graves nos incisivos laterais superiores foram observadas por Blake et al. (1995); Sameshima & Sinclair (2001) e Mohandesan et al. (2007). Uma tendência maior de reabsorção para os incisivos centrais superiores foi encontrada por Copeland & Green (1986); Mavragani et al. (2000) e Freitas et al. (2007).

Os incisivos superiores são considerados como os dentes mais afetados pela reabsorção radicular, principalmente em mecânicas que requerem a intrusão independente da técnica adotada (Anexo B, Quadro 2). Índices maiores de incidência, de 82% e 69% foram encontrados por Mohandesan et al. (2007) e Levander et al. (1998), respectivamente; menores índices, de 48%, 33% e 18% foram observados por Malmgren

et al. (1982); Blake et al. (1995) e Dermaut & de Munk (1986) (Quadro 3). Uma maior incidência de reabsorção radicular nos incisivos superiores em tratamentos com extração de pré-molares se comparado com terapias sem extração foi encontrada nos estudos de Blake et al. (1995) e Pizzallo & Telles (1998). Assim como Mohandesan et al. (2007), Freitas et al. (2007) e Lin et al. (2007) também retrataram esta correlação. As divergências nos resultados podem estar relacionadas ao tempo de tratamento, tamanho da amostra e à técnica ortodôntica utilizada nos estudos, mesmo tendo sido utilizada a mesma técnica radiográfica.

A situação periodontal apresenta-se também como fator muito importante (Andreassen, 1985; Harris et al., 1993). Posto isto, dentes que serão submetidos a tratamento ortodôntico, comprometidos periodontalmente, devem ser avaliados com precisão, levando em conta a quantidade de osso alveolar perdido e a tendência de reabsorção que o paciente apresenta, de acordo com a história pregressa, e em função da influência dos fatores locais.

Embora grande parte dos autores consentem que através dos aparelhos ortodônticos, as forças aplicadas aos dentes são as principais responsáveis por suscitar o processo de reabsorção (Deshields, 1969; Harris & Butler, 1992; Ketcham, 1927; Linge, B. & Linge, L., 1983; Newman, 1975; Reitan, 1974; Vonderahe, 1973), declaram que o tratamento ortodôntico, por si só, não é o maior responsável para a RRAE.

O processo de reabsorção radicular pode ser estimulado por outros fatores associados à aplicação da força. Em relação a idade, pode-se levar em conta que fatores como as características do ligamento periodontal e a adaptação muscular às mudanças oclusais podem ser mais favoráveis em pacientes jovens (Linge, B. & Linge, L., 1983). Reitan (1994) mencionou que as estruturas de suporte no adulto respondem de maneira diferente quando comparadas com tecidos jovens, devido as diferenças anatômicas. Da mesma forma, com o passar da idade, o ligamento periodontal torna-se menos vascularizado e com menos elasticidade, e o cemento torna-se mais espesso. A raiz expõe uma fina camada de cemento, com alguns cementoblastos. O movimento dentário também é induzido pelas fortes fibras apicais da raiz, considerando que o terço apical é mais firmemente ancorado nos pacientes adultos. Sendo assim, Reitan (1994) sugere que a movimentação dentária em pacientes adultos deve ter forças leves, e o stress oclusal deve ser prevenido para diminuir o risco de reabsorção.

Consolaro (2002) contrapondo essa ótica de que a movimentação no paciente adulto é diferente nos pacientes jovens, relata que essa diferença não é considerada nos tecidos saudáveis. Neste sentido, não existem diferenças de frequência de reabsorção radicular entre adultos periodontalmente saudáveis. Opostamente, nos adultos com historial de periodontite crônica, as consequências são relacionadas com coroa clínica aumentada e menor altura da crista óssea alveolar, isto é uma alteração da proporção coroa raiz.

No que diz respeito ao sexo, a maioria dos autores não relatam dimorfismo sexual (Beck & Harris, 1994; Becks & Marshall, 1932; Cansação, 1980; Linge, B. & Linge, L., 1983), apesar de alguns autores acreditarem que as diferenças entre os desequilíbrios hormonais, quando comparadas aos homens, pudessem tornar as mulheres mais suscetíveis, citando essa correlação na literatura passada (Goldin, 1989; Linge, B. & Linge, L., 1983; Mc Fadden, 1989).

1.5 Fatores associados a movimentação dentária induzida ortodonticamente

O predomínio de reabsorção radicular no tratamento ortodôntico parece alterar de acordo com a técnica utilizada, conforme (Anexo A, Quadro 1). Brezniak & Wasserstein (1993) depararam com uma incidência, em graus suaves, de quase a totalidade dos casos tratados, sem ter em conta a técnica utilizada. Já Falahat e colaboradores (2008) também verificaram a ocorrência de reabsorção radicular em incisivos, após a retração de caninos, em todos os casos, com maior incidência para a reabsorção leve (47%), porém houve casos de reabsorção severa (37%) e moderada (6%). Neste último estudo, foi constatado que na maioria dos casos de reabsorção radicular severa ou moderada, as lesões foram reparadas espontaneamente durante o período de observação e não houve nenhuma perda dentária, sendo sugerido que dentes com reabsorção podem ser incluídos no aparelho ortodôntico.

Algumas variáveis encontram-se relacionadas com a reabsorção radicular dentro da mecânica ortodôntica propriamente dita, como o torque (Goldin, 1989), o uso dos elásticos de Classe II e a utilização de fios retangulares de aço inoxidável (Levander et al., 1994; Linge, B. & Linge, L., 1983; Linge, L. & Linge, B., 1991), a magnitude da força aplicada (Reitan, 1994), o movimento de intrusão (Beck & Harris, 1994; Cueto, 1990;

Dermaut & De Munck, 1986), a direção do movimento dentário (Dermaut & De Munck, 1986; Harry & Sims, 1982; Linge, B. & Linge, L., 1983), o tipo de aparelho (Blake et al., 1995; Canto, 1997; Janson, 2000; Mavragani, 2000) e a duração do tratamento (Baumrind et al., 1996; Canto, 1997; Harry & Sims, 1982; Janson, 2000; Mirabella & Artun, 1995).

Alicerçado na teoria de que a o tratamento ortodôntico geralmente provoca uma reabsorção radicular suave (Ahlgren, 1993; Reitan, 1974; Remington, 1989; Silva Filho, 1993) e na presunção de que a reabsorção radicular cessa no momento em que a força é removida (Beck & Harris, 1994; Blake et al., 1995; Copeland & Green, 1986; Remington, 1989), diversos autores acordam que os riscos são justificados pelas melhorias estéticas e funcionais (Brezniak & Wasserstein, 1993; Harris & Butler, 1992; Silva Filho, 1993).

Capellozza (1998) recomenda que a prudência e a experiência do médico dentista na mecânica ortodôntica são as maiores vantagens para a execução de um tratamento ortodôntico adequado no sentido fisiológico. Em resumo, se o conhecimento mostra que a reabsorção detectada radiograficamente é um fenômeno modesto e pouco frequente na prática clínica, não existe necessidade em modificar o tratamento. Deve-se apenas seguir um método que possibilite distinguir, em tempo útil, os doentes e seus dentes suscetíveis. Por menor que sejam as forças exercidas, nenhuma mecânica estará livre de estimular a reabsorção (Owman-Moll et al., 1995).

Na clínica diária, podem ser encontrados diferentes valores de reabsorção radicular (Anexo B, Quadro 3). Nos estudos analisados, a variação das médias de reabsorção radicular encontrada pode indicar a presença de suscetibilidade individual. As diferenças encontradas nos estudos analisados podem ser explicadas devido a fatores que interferem nos resultados, como, tempo de tratamento, tamanho da amostra e método de avaliação utilizado.

1.6 Avaliações microscópicas

Inflamações ósseas na cortical vestibular que não poderiam ser identificadas pela observação macroscópica, atestando que a resposta periodontal, instigada pela terapia ortodôntica, e as alterações histológicas dependem fortemente do tipo de movimento dentário e da estrutura óssea foram verificadas, histologicamente, por Wehrbeim et al.

(1995). Concluíram que, o movimento de torque aumenta o risco de reabsorções radiculares apicais e o movimento de intrusão pode estar relacionado com a reabsorção radicular apical externa (RRAE). Já o movimento de translação é o que menos causa danos aos tecidos. Além disso, descreveram que desde que não haja perfuração da cortical óssea, as reabsorções radiculares laterais são passíveis de reparação cementária e, principalmente, atestaram que as mudanças verificadas histologicamente são substancialmente mais pronunciadas do que as avaliações radiográficas e macroscópicas sugerem. Esclareceram que as respostas histológicas induzidas ortodonticamente, verificadas no ser humano, descartam a necessidade de discussão de um modelo animal.

1.7 Fatores não-genéticos

O género já foi previamente referido como fator de suscetibilidade para a RRAE (Baumrind et al. 1996; Kjaer, 1995; Mohandesan et al. 2007), embora com resultados contraditórios. Baumrind et al. (1996), averiguaram uma maior suscetibilidade para o sexo masculino, enquanto Kjaer (1995) e Mohandesan et al. (2007) identificaram o sexo feminino como o mais suscetível. A variação da exposição a fatores ambientais, como o tabaco e o seu uso frequente mesmo na adolescência, também não pode ser excluída. As discordâncias entre os resultados dos vários autores podem dever-se às diferenças metodológicas, à estratificação da população e à interferência de outros fatores como a variação genética entre populações.

Baumrind et al. (1996) sugerem que, por cada ano de tratamento ortodôntico, ocorrem 0,38mm de reabsorção radicular. Geralmente um tratamento ortodôntico tem uma duração de cerca de dois anos, é importante avaliar se o risco de RRAE é maior a partir deste período. Levander & Malmgren (1988) dividiram os pacientes em grupos, de acordo com a duração do tratamento em um, dois, ou mais de dois anos, e concluíram que o tempo total de tratamento se relacionava com a RRAE. Já Nanekrunsan et al. (2012) verificaram que a partir do terceiro ano de tratamento ortodôntico ocorre um aumento progressivo da incidência de percentagem de RRAE.

Embora teoricamente, os pacientes com maior idade possam ser mais suscetíveis à ocorrência de RRAE por apresentarem o terço apical da raiz mais fortemente ancorado, e com isso contribuir para uma maior pressão local, com a exceção de poucos estudos

(Mavragani et al., 2000; Nanekrungsan et al., 2012; Owman-Moll & Kuroi, 1998; Sameshima & Sinclair, 2001), a maioria dos autores não apresenta associação entre a reabsorção e a idade cronológica (Baumrind et al., 1996; Brezniak & Wasserstein, 1993; Harris et al., 1997; Hendrix et al., 1994; Iglesias-Linares et al., 2012; Mohandesan et al., 2007; Owman-Moll et al., 1995).

Linge, L. & Linge, B. (1991), num estudo de referência, associam a disfunção lingual, especificamente a interposição lingual, com o aumento da incidência de RRAE. Em indivíduos com interposição lingual em simultâneo com hábitos parafuncionais, como o bruxismo ou com mordida aberta anterior, está descrita a ocorrência de RRAE mesmo na ausência de tratamento ortodôntico (Hartsfield, 2009). Muitas vezes, a interposição lingual associada a mordida aberta anterior, e às forças ortodônticas possam ter um efeito aditivo ou interagir com a suscetibilidade individual e determinar o desenvolvimento de RRAE.

O grau de movimento dentário induzido pelo tratamento ortodôntico foi sempre considerado como determinante para a ocorrência de RRAE. Há autores que lhe atribuíram uma contribuição de 10% a um 33% para a variabilidade da RRAE encontrada nos pacientes submetidos a tratamento ortodôntico (Baumrind et al., 1996; Horiuchi et al., 1998; Linge, L. & Linge, B., 1991).

Relativamente ao tipo de má oclusão esquelética (classe I, II ou III), os resultados da literatura são relativamente unânimes ao concluir que não há padrões esqueléticos imunes à RRAE (Baumrind et al., 1996; Nanekrungsan et al., 2012).

Quanto ao trespassse vertical aumentado ou overbite sabe-se que quanto maior é o seu valor, maior será a necessidade de intrusão incisiva e, conseqüentemente, maior a probabilidade de reabsorção radicular destes dentes (Beck & Harris, 1994). Dentre os estudos publicados, alguns descrevem uma associação significativa entre a presença de trespassse horizontal aumentado ou overjet considerável e a ocorrência de RRAE nos incisivos maxilares. A justificação é semelhante à da exodontia dos pré-molares, dado que nestes casos muitas vezes o overjet está aumentado (Beck & Harris, 1994; Harris et al., 1997).

Dentro dos fatores etiológicos, há alguns fatores mecânicos muito importantes de serem salientados no desenvolvimento da RRAE, como é o caso da magnitude da força aplicada ao dente e o tipo de movimento induzido. Entretanto, como sabemos, há uma grande dificuldade na avaliação real destes parâmetros, que ainda é maior quando se pretende avaliar a sua resultante por área radicular, mesmo recorrendo a instrumentos específicos. Para estudar corretamente estes fatores, controlando todas as outras variáveis constituintes, os modelos animais, nomeadamente os que recorrem a análise de elementos finitos são a melhor abordagem, embora a extrapolação para humanos não seja linear e possa induzir a erros. Em amostras de pacientes, só os estudos prospetivos permitem algum rigor na avaliação dos fatores mecânicos.

1.8 Fatores genéticos

A contribuição dos fatores mecânicos para a suscetibilidade à RRAE foi estimada em cerca de 25%, pensando que os restantes 75% estarão dependentes de fatores específicos do paciente, nomeadamente de fatores genéticos. A contribuição do perfil genético individual foi sugerida pela primeira vez por Newman (1975) e algumas das estimativas de herdabilidade foram realizadas em irmãos (Al-Qawasmi et al., 2003; Harris et al., 1997) e com gémeos homozigóticos (Ngan et al., 2004). Os resultados mostram valores bastante elevados, entre os 50% os 84%, se bem que não para todos os dentes. Estão descritas diferenças étnicas, com uma menor incidência de RRAE nos asiáticos comparativamente aos caucasianos, o que se poderá dever quer a fatores genéticos quer a fatores ambientais (Tomoyasu et al., 2009).

A existência de alterações quantitativas ou qualitativas do proteoma são determinadas pela base molecular da variabilidade genética, que são os polimorfismos do ácido desoxirribonucleico (ADN).

A única abordagem que tem sido utilizada na RRAE para a identificação dos genes de suscetibilidade a estes fenótipos, consiste na realização de estudos de associação com genes selecionados por terem alguma relação funcional com o fenótipo, o que pressupõe o conhecimento dos fenómenos moleculares envolvidos na RRAE.

A interleucina (IL)-1 β é um dos mediadores da remodelação óssea com maiores evidências de participação na RRAE e os polimorfismos no gene que a codifica foram dos primeiros fatores de suscetibilidade genética a serem propostos. A IL-1 β é uma citocina libertada por células imunoinflamatórias, capaz de ativar os osteoclastos e de induzir a reabsorção óssea.

Um polimorfismo do gene da IL-1 β , o polimorfismo de nucleotídeo simples ou single nucleotide polymorphism (SNP) rs1143634, tem sido frequentemente descrito como estando relacionado com a RRAE (Al-Qawasmi et al., 2003; Bastos et al., 2009; Iglesias-Linares et al., 2012) e com a periodontite (Amaya et al., 2013; Schulz et al., 2011).

Gulden e colaboradores (2009) encontraram uma correlação entre a RRAE e o polimorfismo rs1800587(-889C>t), do gene IL-1 α mas não para o rs1143634 do gene IL-1 β . É possível que numa amostra de maiores dimensões, os resultados tivessem sido iguais para os dois polimorfismos dado que estes foram descritos como estando em forte desequilíbrio de ligação alélica.

1.9 Estudos clínicos e radiográficos

As reabsorções radiculares tornaram-se alvo de pesquisas com o trabalho apresentado por Ketcham (1927), que fez um alerta sobre a importância das radiografias periapicais serem realizadas antes e durante o tratamento ortodôntico.

Para avaliar a reabsorção radicular e sua relação com o tratamento ortodôntico vários autores utilizaram as ortopantomografias e radiografias periapicais (Apajalahti & Peltola, 2007; Jiang et al., 2003; Nigul & Jagomagi, 2006; Mohandesan et al., 2007; Loenen et al., 2007; Ramanathan & Hofman, 2009).

O uso de ortopantomografias para avaliação da reabsorção e forma radicular apresenta alguns pontos negativos. O uso desta técnica pode maximizar o comprimento da perda de raiz em 20% (Jiang et al., 2003). No estudo descrito por Apajalahti & Peltola (2007), os autores usaram a medida do comprimento da raiz pré e pós tratamento ortodôntico, em vez de medir valores absolutos de perda de raiz apical. As angulações

dos incisivos podem mudar durante o tratamento ortodôntico, o que pode interferir na medida do comprimento da raiz na imagem radiográfica. No entanto, na ortopantomografia, as inclinações vestibulo-linguais interferem no comprimento da raiz apenas por um intervalo limitado de 10 mm, que quando interpretado, causa uma diferença de apenas 5% (Apajalahti & Peltola, 2007).

As diferenças das medidas obtidas pelas radiografias geralmente são a base para o diagnóstico da reabsorção radicular apical (Reukers, 1998). Foi observado por Biggesstaff & Phillips (1976), quando compararam as técnicas de radiografias periapicais da bissetriz e do paralelismo, uma maior distorção na proporção coroa/raiz pela técnica da bissetriz, o que influencia no diagnóstico da reabsorção. Dessa maneira, chegaram a conclusão que a técnica do paralelismo deve ser utilizada no diagnóstico da reabsorção já que apresenta menor grau de distorção.

Seja na prática clínica como na área jurídica, os médicos dentistas ortodontistas enfrentam um problema muito comum em relação ao encurtamento radicular, que é geralmente causado pelas diferenças de angulação da película radiográfica (Brezniak, 2004).

Segundo Leach et al. (2001) uma das formas mais corretas para se determinar o comprimento radicular dos incisivos superiores é o uso das telerradiografias.

Alguns autores (Levander & Malmgren, 1988; Sameshima & Asgarifar, 2001; Sameshima & Sinclair, 2004) procuraram avaliar a importância da morfologia radicular para a incidência das reabsorções e também a possibilidade de uma previsão ou estimativa do risco de ocorrência de reabsorção radicular severa no estágio inicial do tratamento ortodôntico.

Artun (2005) verificou através de uma amostra de 247 pacientes com idades entre os 10,1 e 57,1 que existe associação entre a reabsorção encontrada no início do tratamento ortodôntico, nos 6 meses iniciais (T1) e após 12 meses (T2 e T3). Concluíram usando um programa ortodôntico para padronização de imagens realizadas através de radiografias digitalizadas, que os pacientes que apresentam reabsorção radicular nos 6 meses iniciais, apresentarão provavelmente reabsorções também nos meses seguintes, quando comparados aqueles que não apresentaram reabsorção no início do tratamento.

A associação entre o tempo de tratamento ortodôntico e as reabsorções radiculares tem sido um assunto bastante polêmico. Vários estudos (Beck & Harris, 1994; Linge, B. & Linge, L., 1983; Mirabella & Artun, 1995; Phillips, 1955) na tentativa de se associar a reabsorção radicular ao tempo de tratamento, não encontraram diferença estatisticamente significativa. Opostamente, estudos de outros autores têm resultados contraditórios (Brin, 2003; Sameshima & Sinclair, 2001; Taithongchai et al., 1996). Brin et al., (2003), sendo que observaram que quanto maior o tempo de tratamento maior a probabilidade de reabsorção radicular. Sameshima & Sinclair (2001) encontraram essa mesma associação nos incisivos centrais superiores. Taithongchai et al., (1996) e McFaden et al., (1989), encontraram uma associação positiva entre o grau de reabsorção radicular e o tempo de tratamento, entretanto, essa associação foi muito baixa e não foi considerada clinicamente significativa pelos autores.

A avaliação da incidência e gravidade da reabsorção radicular é essencialmente importante para a estabilidade e longevidade do tratamento ortodôntico. Considerando que a reabsorção radicular verificada durante o tratamento ortodôntico depende de diferentes fatores e estão ligados à suscetibilidade do indivíduo, todo paciente tem algum risco para apresentar reabsorções radiculares após tratamento ortodôntico. Sendo assim, é muito importante investigar este distúrbio com o objetivo de evitar danos à estrutura dentária durante o tratamento ortodôntico. Com a remoção dos estímulos causadores, as lesões superficiais tendem a ser reduzidas e eliminadas (Levander & Malmgren, 2000). Ao aplicar uma terapia ortodôntica mais simplificada, com menores forças ortodônticas, menor tempo de tratamento com menor efeito das forças mecânicas sobre os dentes, minimizar-se-á a reabsorção radicular. Nesta perspectiva, este estudo tem como objetivo analisar através de uma revisão sistemática, se o tratamento ortodôntico é um fator que influencia a reabsorção radicular em incisivos inferiores.

II. OBJETIVOS E PERGUNTA PICO

O nosso objetivo foi realizar uma revisão sistemática relativa aos fatores de risco determinantes para a reabsorção radicular em incisivos inferiores, relacionados com o tratamento ortodôntico, nomeadamente tipo de tratamento, forças ortodônticas aplicadas, movimento dentário e duração de tratamento. Assim, a seguinte questão PICO foi proposta para responder ao objetivo: “O tratamento ortodôntico influencia a reabsorção radicular de incisivos?”, com as seguintes afirmações:

- P (População): Estudos clínicos de pacientes submetidos à tratamento ortodôntico;
- I (Intervenção): Terapia ortodôntica com aparelhos fixos;
- C (Comparação): Variáveis mecânicas do tratamento ortodôntico (forças contínuas versus forças intermitentes, forças “leves” versus “forças pesadas”, influência da direção do movimento ortodôntico, da duração do tratamento e do tipo de aparelho);
- O (*Outcome*): Reabsorção radicular inflamatória induzida ortodonticamente (RRIIO).

III. MATERIAIS E MÉTODOS

O protocolo desta revisão sistemática foi desenvolvido *a priori* com base nas diretrizes Cochrane (Higgins *et al.*, 2019) e foi reportado segundo a *guideline* da *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses* (PRISMA) (Liberati *et al.*, 2009).

3.1 Critérios de elegibilidade

Estudos que reportaram a incidência de reabsorção radicular apical durante o tratamento ortodôntico, utilizando radiografias periapicais e/ou ortopantomografias, foram considerados elegíveis para a presente revisão sistemática.

De forma a responder à pergunta PICO, foram definidos os seguintes critérios de inclusão: 1) estudos clínicos (ensaios clínicos randomizados, não randomizados, estudos de coorte e estudos de caso-controle) realizados em, pelo menos, 10 pacientes humanos; 2) que avaliaram a reabsorção radicular como consequência do tratamento ortodôntico; e, 3) que descreveram o sistema de forças utilizado no tratamento ortodôntico (magnitude, duração e direção). Foram considerados os últimos 10 anos como data de publicação.

Foram definidos os seguintes critérios de exclusão: 1) casos clínicos, série de casos, revisões e revisões sistemáticas, opiniões de especialistas, estudos com questionários, editoriais e / ou carta ao editor; 2) estudos realizados em dentes não-vitais; 3) estudos em dentes com história prévia de trauma; 4) estudos sem meios complementares de diagnóstico; 5) pacientes com história prévia de reabsorção radicular.

3.2 Pesquisa e seleção dos estudos

A pesquisa de artigos científicos em jornais indexados foi realizada nas bases de dados PubMed e Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS). Os termos utilizados foram “*Orthodontics*”, “*Root Resorption*” e “*Corrective*

Orthodontics”. Os operadores booleanos “OR” e “AND” foram aplicados para fazer as combinações possíveis.

Todos os estudos selecionados após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão foram submetidos à extração dos dados por dois revisores que avaliaram os estudos de forma independente (R.A.F.S e A.B.B).

3.3 Processo de extração de dados e análise do risco de viés

Dois revisores (R.A.F.S e A.B.B) extraíram os dados utilizando formulários desenvolvidos especificamente para este estudo. Para cada estudo incluído, foram extraídas informações qualitativas e quantitativas, incluindo ano de publicação, número de pacientes, idade média dos pacientes, tratamento realizado, duração do acompanhamento, método de avaliação dos resultados e conclusões dos autores. Qualquer discordância foi resolvida com um terceiro examinador (B.K.M) através de discussão.

O risco de viés para os estudos observacionais foi avaliados segundo a *Newcastle-Ottawa Scale (NOS)* (Wells *et al.*, 2009). A avaliação da qualidade de tais estudos é essencial para uma compreensão adequada dos estudos não randomizados. A *NOS* pode ser usada para casos-controle e coorte (estudos prospectivos). Normalmente, os estudos transversais são avaliados como estudos de caso-controle. Um 'sistema de estrelas' foi desenvolvido para avaliar os estudos em 3 perspectivas: 1) a seleção dos grupos de estudo; 2) a comparabilidade dos grupos; e 3) a verificação da exposição ou do desfecho de interesse para estudos de caso-controle ou coorte. Cada item da escala foi pontuado a partir de uma estrela, exceto para comparabilidade, que pode ser adaptada ao tópico de interesse específico para pontuar em até duas estrelas. Assim, o resultado máximo para cada estudo poderia ser 9 estrelas. Os estudos com menos de 5 estrelas foram classificados como de alto risco de viés. Para avaliação da qualidade metodológica dos ensaios clínicos, o instrumento utilizado foi o *Cochrane Risk of Bias Tool* (Sterne *et al.*, 2019).

3.4 Síntese de dados

Os dados foram agrupados em tabelas de evidências, e foi elaborado um resumo descritivo para determinar a quantidade de dados. Devido à falta de estudos com um desenho que nos permitisse realizar uma meta-análise, optámos por realizar uma síntese narrativa usando a diretriz *Synthesis Without Meta-analysis* (SWiM) (destinada a complementar as diretrizes PRISMA neste tipo de casos) (Campbell *et al.*, 2020).

IV. RESULTADOS

4.1 Seleção de estudos

A pesquisa em bases de dados eletrônicas identificou 384 artigos no PubMed e 539 artigos no LILACS. Dois artigos foram adicionados após pesquisas manuais nas bibliografias dos artigos selecionados e de revisões relevantes, totalizando 925 publicações incluídas nesta primeira fase. Após a exclusão de 448 artigos duplicados, 477 foram analisados. Foram excluídos 426, após leitura do título e *abstract*, uma vez que não avaliavam a associação da RRIIO com aspetos mecânicos da terapia ortodôntica. Em seguida, 51 artigos foram analisados por completo, dos quais 39 foram excluídos após aplicar os critérios de elegibilidade (Figura 1). Desta forma, o processo de seleção resultou numa inclusão final de 12 artigos (A. Iglesias-Linares *et al.*, 2012; Alejandro Iglesias-Linares *et al.*, 2017; Jacobs *et al.*, 2014; Jiang *et al.*, 2010; Khan *et al.*, 2018; Kim *et al.*, 2018; Llamas-Carreras *et al.*, 2010; Maués *et al.*, 2015; Motokawa *et al.*, 2012; Schroder *et al.*, 2019; Sharab *et al.*, 2015; Yassir *et al.*, 2019).

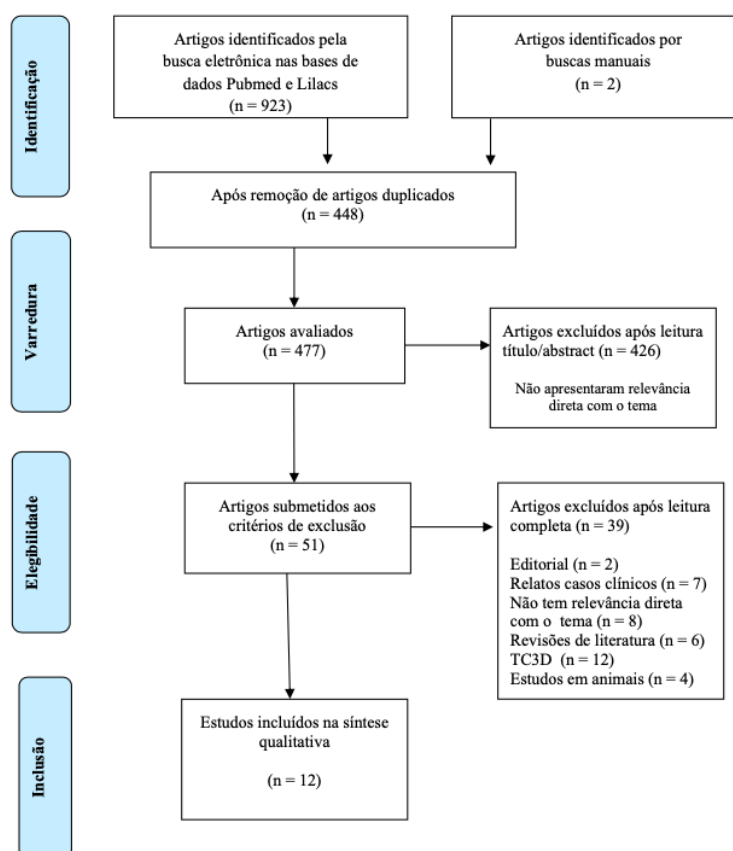


Figura 1 - Fluxograma PRISMA do processo de inclusão de artigos.

Tabela 1 - Tabela de características dos estudos incluídos.

Estudo (Ano) (País)	Tipo de estudo	Tempo médio de follow-up (DP) (meses)	N	Rácio F/M	Método de recolha do resultado (Reabsorção)	Tipo de aparelho ortodôntico	Principais Conclusões	Financiamento
Iglesias-Linares et al., 2012 (Espanha)	Caso-Controlo	31.1 (6.4)	54	33/31	RVG com software de diagnóstico	Aparelho fixo BC	Variações no gene antagonista do recetor IL1 (rs419598) e gene IL1 β (rs1800587) determinantes de predisposição para RRAE em T2.	NR
Iglesias-Linares et al., 2017 (Espanha)	Caso-Controlo	30.7 (12.4)	372	219/153	OPG	Aparelho fixo BC e AR Invisalign®	Predisposição RRIIO semelhante identificada usando AR (Invisalign®) ou AF	Instituto de Salud Carlos III & FEDER.
Jacobs et al., 2014 (Alemanha)	Caso-Controlo	NR	213	134/79	OPG	Aparelho fixo BC e BAL	Não houve diferença entre pacientes tratados com BAL ou BC quanto à quantidade (%) de RRAE	NR
Jiang et al., 2010 (China)	Caso-Controlo	9 a 61 (31).	96	62/34	OPG segundo Sharpe et al. (1987)	Aparelho fixo BC	Idade, extrações, TT = estreita relação com RRAE em TO. Sem dif. Sig para RR,entre sexos, em T1 e T2.	Beijing University
Khan et al., 2018 (Paquistão)	Caso-Controlo	35.0 (3.0)	30	13/17	Linge and Linge method (1991)	Aparelho fixo BC	RRAE > dentes vitais vs dentes obturados e (F) vs (M). RRAE não foi sig. correlacionado com duração do TO, idade pac. e comprimento da raiz em T1.	NR
Kim et al., 2018 (Coreia do Sul)	Caso-Controlo	25.7 (10.5)	135	91/44	Radiografia periapical	Aparelho fixo BC e BAL	ARD fator crítico para RRAE após TO. Monitoramento cuidadoso da RRAE recomendado para pac. requerem ARD sig. dos incisivos.	Health Fellowship Foundation of Korea
Llamas-Carreras et al., 2010 (Espanha)	Caso-Controlo	24.0 (12.0)	38	24/14	NR	Aparelho fixo BC e bandas	Amostra total, sem dif. Sig. na quantidade ou severidade na RRAE nos dentes obturados e dentes contralaterais com polpas vitais.	NR
Maués et al., 2015 (Brasil)	Caso-Controlo	7.2 (4.0)	129	562/397	NR	Aparelho fixo BC (Standard Edgewise).	Cuidado TO envolvendo extrações, grande retração dos IS, TT prolongado e/ou ápice completamente formado no início TO. ICS	NR

							apresentaram > % RRAE severa, seguidos pelos ILS e ILI.	
Motokawa et al., 2012 (Japão)	Caso-Controlo	NR	243	171/72	Radiografias periapicais digitalizadas	Aparelho fixo BC	TO com extrações, uso prolongado de MEAW e elásticos, TT e distância mov. dentária são fatores de risco RRAE grave.	Ministry of Education, Culture, Sports, Sciences and Technology (Japão)
Schroder et al., 2019 (Brasil)	Caso-Controlo	NR	45	26/19	Radiografias periapicais digitalizadas	Aparelho fixo BC	Possível sugerir perfil de pac. com > prob. de RRAE no início TO: pac. adulto, F e M, raiz triangular, forma anatômica apical na pipeta, independentemente do tipo de maloclusão.	NR
Sharab et al., 2015 (USA)	Caso-Controlo	24 (30)	460	76/58	Radiografias cefalométricas laterais, OPG e oclusais	Aparelho fixo BC	Longa duração TO e presença de genótipos específicos para P2RX7 SNP rs208294 foram sig. associados com RRAE.	Indiana University, South Orthodontics Association & Kentucky University
Yassir et al., 2019 (Irão)	RCT	NR	187	105/48	Radiografia periapical, avaliado pelo índice de pontuação de Malmgren <i>et al.</i> , (1982).	Aparelho fixo BC slot 0,018"e 0,022"	Efeito do tamanho da ranhura do braquete na gravidade da OIRR e na percepção da dor pelo paciente não são significativos.	National Health Service, Dundee University & 3M Unitek

AF (aparelho fixo), AR (alinhadores removíveis), ARD (deslocamento radicular apical), BAL (braquetes autoligado), BC (braquetes convencionais), BO (bandas ortodônticas), CI (cirúrgicos), CO (cirurgia ortognática), D (desistiram ou foram excluídos), DRA (deslocamento apical da raiz), E (exodontia), RRAE (reabsorção radicular apical externa), F (sexo feminino), (FEDER) Fundo Europeu de Desenvolvimento, ICS (incisivos centrais superiores), II (incisivos inferiores), IL1 (interleucina 1), IL1B (interleucina-1 beta), IL1A (interleucina-1 alfa), IL1RN (gene antagonista do recetor da interleucina 1) (rs419598), ILI (incisivos laterais inferiores), ILS (incisivos laterais superiores), IS (incisivos superiores), M (sexo masculino), MEAW (multiloop edgewise archwire), NCI (não cirúrgicos), NE (não exodontia), NR (não reportado) OIERR (reabsorção radicular apical externa induzida ortodonticamente), OPG (ortopantomografia), PMI (1° pré molar), RR (reabsorção radicular), RRA (reabsorção apical de raiz), RRIIO (reabsorção radicular inflamatória induzida ortodonticamente), SC (coeficiente padronizado), TI (antes do tratamento ortodôntico), T2 (após o tratamento ortodôntico), TE (tratamento endodôntico), TO (tratamento ortodôntico), TT (tempo de tratamento), VS (versus).

4.2 Síntese de dados

A síntese dos principais achados clínicos e dos dados com relação aos participantes, intervenções, grupos de comparação, resultados, tipos de estudos e período de acompanhamento de cada artigo científico incluído nesta revisão sistemática são apresentados na Tabela 1. Dez artigos foram publicados em língua inglesa e dois em língua portuguesa, entre o período selecionado para a pesquisa.

4.3 Características dos estudos

A Tabela 1 lista as características dos estudos incluídos. Onze estudos de caso-controle (A. Iglesias-Linares *et al.*, 2012; Alejandro Iglesias-Linares *et al.*, 2017; Jacobs *et al.*, 2014; Jiang *et al.*, 2010; Khan *et al.*, 2018; Kim *et al.*, 2018; Llamas-Carreras *et al.*, 2010; Maués *et al.*, 2015; Motokawa *et al.*, 2012; Schroder *et al.*, 2019; Sharab *et al.*, 2015) e 1 (um) estudo de ensaio clínico randomizado foram incluídos (Yassir *et al.*, 2019). Os tamanhos de amostras dos estudos variaram de 30 (Khan *et al.* 2018, Paquistão) para 372 participantes (Alejandro Iglesias- Linares *et al.* 2017, Espanha). Esta revisão compreendeu um total de 1.407 participantes (529 homens e 878 mulheres), 129 participantes com 959 dentes avaliados (397 homens e 562 mulheres) e 460 participantes, sendo avaliado um grupo (29 homens e 38 mulheres) que obteve RRAE e um grupo (29 homens e 38 mulheres) sem nenhuma RRAE. A idade média dos participantes ficou entre 9,34 anos e 30,7 anos. Três estudos (A. Iglesias-Linares *et al.*, 2012; Alejandro Iglesias-Linares *et al.* 2017 e Sharab *et al.*, 2015) avaliaram a influência genética como fator de risco para RRAE. Dois estudos (Khan *et al.*, 2018 e Llamas-Carreras *et al.*, 2010) avaliaram a RRAE em dentes endodenciados e dentes vitais.

4.4 Análise do risco de viés

Todos os doze estudos foram considerados de baixo risco de viés e, portanto, de alta qualidade metodológica. Dos doze estudos avaliados nesta revisão sistemática, 1 (um) era ensaio clínico randomizado (Yassir *et al.*, 2019) e onze (A. Iglesias-Linares *et al.*, 2012; Alejandro Iglesias-Linares *et al.*, 2017; Jacobs *et al.*, 2014; Jiang *et al.*, 2010; Khan *et al.*, 2018; Kim *et al.*, 2018; Llamas-Carreras *et al.*, 2010; Maués *et al.*, 2015;

Motokawa *et al.*, 2012; Schroder *et al.*, 2019; Sharab *et al.*, 2015) eram estudos observacionais. Desta forma, para avaliação da qualidade metodológica dos ensaios clínicos, o instrumento usado foi a *Cochrane Risk of Bias Tool* (Tabela 2). Já para avaliação da qualidade metodológica dos estudos observacionais, a *NOS* foi o instrumento utilizado (Tabela 3).

Na avaliação da qualidade do risco de viés no instrumento da *Cochrane Risk of Bias Tool* (Tabela 2), os parâmetros com menor pontuação no estudo de Yassir *et al.* (2019) apresentaram um inadequado “cegamento” do profissional responsável pela medição dos desfechos e diferenças entre os grupos.

A *NOS* (Tabela 3), evidencia que os onze estudos (A. Iglesias-Linares *et al.*, 2012; Alejandro Iglesias-Linares *et al.*, 2017; Jacobs *et al.*, 2014; Jiang *et al.*, 2010; Khan *et al.*, 2018; Kim *et al.*, 2018; Llamas-Carreras *et al.*, 2010; Maués *et al.*, 2015; Motokawa *et al.*, 2012; Schroder *et al.*, 2019; Sharab *et al.*, 2015) receberam apenas uma estrela na categoria de comparabilidade de coortes com base no projeto ou análise pois nenhum deles realizou estudos de controles para qualquer fator adicional.

Tabela 2 - Avaliação de Risco de Viés (Cochrane Risk of Bias Tool).

Estudo	R	A	Op	Oe	d	Re	o	RF
Yassir <i>et al.</i> , 2019 (Iraque)	+	+	-	+	+	+	-	+

NOTA Tabela 6: “-“ (alto) ou “+” (baixo) risco de viés. *R* – Randomização, *A* – Alocação, *Op* – Ocultação de participantes e equipas, *Oa* – Ocultação na avaliação, *D* – Dados incompletos, *Re* – Relato selectivo de resultados, *O* – Outras formas de viés, *RF* – Resultado final.

Tabela 3 - Newcastle-Ottawa Scale (NOS) para avaliação de Risco de Viés.

Estudo (Ano) (País)	Seleção					Comparabilidade					Resultado			Pontuação (resultado)
	1	2	3	4	5	6	7	8	6	7	8			
A. Iglesias-Linares et al., 2012	★	★	★	★	★						★	★	★	8 (baixo)
Alejandro Iglesias-Linares et al., 2017	★	★	★	★	★						★	★	★	8 (baixo)
Jacobs et al., 2014	★	★	★	★	★						★	★	★	8 (baixo)
Jiang et al., 2010	★	★	★	★	★						★	★	★	8 (baixo)
Khan et al., 2018	★	★	★	★	★						★	★	★	8 (baixo)
Kim et al., 2018	★	★	★	★	★						★	★	★	8 (baixo)
Llamas-Carreras et al., 2010	★	★	★	★	★						★	★	★	8 (baixo)
Maués et al., 2015	★	★	★	★	★						★	★	★	8 (baixo)
Motokawa et al., 2012	★	★	★	★	★						★	★	★	8 (baixo)
Schroder et al., 2019	-	★	★	★	★						★	★	★	7 (baixo)
Sharab et al., 2015	★	★	★	★	★						★	★	★	8 (baixo)
Yassir et al., 2019	★	★	★	★	★						★	★	★	8 (baixo)

NOTA Tabela 3: 1 - A definição de caso é adequada?; 2 - Representatividade dos casos; 3 - Seleção de controles; 4 - Definição de controles; 5 - Comparabilidade de coortes com base no projeto ou análise; 6 - Determinação do resultado; 7 – Acompanhamento longo necessário para presença de resultados; 8 - Taxa de não resposta.

4.5 Síntese de resultados

Cinco estudos (Jiang *et al.*, 2010; Kim *et al.*, 2018; Maués *et al.*, 2015; Motokawa *et al.*, 2012; Sharab *et al.*, 2015) relataram uma associação entre a reabsorção radicular e o tempo de tratamento ortodôntico. A quantidade e o tipo de mecânica utilizada também são críticos para a presença ou ausência de reabsorção radicular. Os incisivos superiores apresentaram maior reabsorção (60%), seguidos pelos incisivos inferiores (20%).

O comprimento da raiz geralmente foi medido para avaliar a reabsorção por meio de radiografias periapicais realizadas com a técnica de paralelismo, por apresentarem maior nível de confiabilidade (Jiang *et al.*, 2010; Schroder *et al.*, 2019).

Fatores externos, como idade, sexo, posição dentária e tempo de tratamento não apresentaram associação significativa com a reabsorção radicular segundo os estudos de Jiang *et al.* (2010); Maués *et al.* (2015); Motokawa *et al.* (2012) e Schroder *et al.* (2019).

Não foram encontradas diferenças significativas de RRAE quando usado alinhadores Invisalign® (A. Iglesias-Linares *et al.*, 2017) ou aparelhos fixos (A. Iglesias-Linares *et al.*, 2017), entre braquetes autoligáveis e braquetes convencionais (Jacobs *et al.*, 2014), entre tamanho da ranhura do braquete (0.018”ou 0.022”) (Yassir *et al.*, 2019) e em dentes obturados endodonticamente com seus dentes contralaterais com polpas vitais (Khan *et al.*, 2018; Llamas-Carreras *et al.*, 2010).

No que concerne a variabilidade genética, as variações no gene antagonista do recetor da IL-1 (rs419598) e IL1- β (rs1800587) parecem ser para uma maior predisposição para RRAE após o tratamento ortodôntico (A. Iglesias-Linares *et al.*, 2012).

V. DISCUSSÃO

5.1 Resumo dos principais resultados

A presente revisão sistemática verificou que os indivíduos submetidos ao tratamento ortodôntico parecem apresentar um risco de apresentar sinais radiográficos de reabsorção radicular dos incisivos inferiores. No entanto, os estudos disponíveis apresentam uma heterogeneidade metodológica que impossibilita concluir a robustez desta associação.

5.2 Qualidade da evidência e possíveis vieses no processo de revisão

Uma clara limitação do estudo é a disposição genética e a variabilidade biológica individual de cada paciente tratado ortodonticamente, visto que pode ou não causar reabsorção radicular, independentemente do número de fatores predisponentes (Apajalahti *et al.*, 2010). Pode ser um viés na seleção da amostra ao determinar uma terapia ortodôntica de menor tempo de duração, sem exodontia (Jiang *et al.*, 2010; Nigul & Jagomagi, 2006), uma vez que o nível de reabsorção radicular será reduzido. Outra limitação poderá ser a uniformidade dos dentes analisados, na qual alguns autores (Mohandesan *et al.*, 2006) afirmam que os incisivos são mais propensos a reabsorção radicular. A terapia (Apajalahti *et al.*, 2007; Weltman *et al.*, 2010) e a força usada no movimento dentário (Ramanathan & Hofman, 2009) são variáveis a considerar. A força adequada utilizada para movimentação ortodôntica sem gerar reabsorção radicular iatrogênica ainda é incerta (Ramanathan & Hofman, 2009), e novos estudos devem ser realizados neste sentido. É necessário desenvolver estudos mais uniformes do ponto de vista terapêutico.

Outra possível limitação metodológica dos estudos incluídos é a utilização de ortopantomografias, radiografias periapicais e telerradiografias, apesar de alguma discordância quanto à técnica eleição (Jiang *et al.*, 2010). Especificamente, o grau de dispersão da ortopantomografia na avaliação das reabsorções pode aumentar o comprimento da perda de raiz em 20% (Jiang *et al.*, 2010). As angulações dos incisivos podem mudar durante o tratamento ortodôntico, o que pode interferir na medida do comprimento da raiz na imagem radiográfica. No entanto, na ortopantomografia, as

inclinações vestibulo-linguais interferem no comprimento da raiz apenas por um intervalo limitado de 10 mm, que quando interpretado, causa uma diferença de apenas 5% (Apajalahti & Peltola, 2007). Não obstante, verificam-se algumas forças nesta revisão sistemática. Este estudo provém de um protocolo rigoroso e baseado em linhas orientadoras atuais e baseadas na evidência (PRISMA). Por outro lado, a análise metodológica utilizou normas robustas e sustentadas. Também, optámos por uma exposição narrativa dos resultados, evitando proceder a estimativas meta-analíticas sob pena de se obterem resultados inadequados.

5.3 Concordância e discordância com outras revisões ou estudos

A reabsorção radicular é uma condição normalmente observada durante e após o tratamento ortodôntico, sendo de natureza multifatorial. O entendimento deste processo e dos seus fatores favorece a identificação de indivíduos mais suscetíveis e, em tempo oportuno, minimizar ou evitar este desfecho clínico após tratamento ortodôntico. Assim, e face à incerteza clínica, é de primordial importância executar um diagnóstico cuidadoso e criterioso através de anamnese e exames radiográficos periapicais, para que seja planeada uma biomecânica ortodôntica racional adaptada às especificações de cada paciente.

A divergência de resultados, em alguns casos, poderá estar relacionada com o tempo de tratamento médio dos pacientes. No presente trabalho, a média da duração do tratamento foi de 36 meses (± 10 meses). Na amostra de Mirabella & Artun (1995) o período de tratamento foi mais curto, de 24 meses (± 8 meses), já no trabalho de Linge, B. & Linge, L. (1983) foi mais longo, de 36 meses (± 16 meses).

Esta também é a conclusão dos estudos de Mohandesan *et al.* (2007); Motokawa *et al.* (2012) e Sameshima & Sinclair (2001), embora em desacordo com relatos anteriores de Baumrind *et al.* (1996) e McFadden *et al.* (1989). No estudo de Jiang *et al.* (2010), apenas os dentes anteriores e inferiores tiveram uma correlação estatisticamente significativa com a reabsorção e extração radicular. A associação pode explicar-se pelo facto de que no tratamento ortodôntico realizado após a exodontia de pré-molares, os caninos e os incisivos serem expostos a uma maior retração, de vários milímetros, especialmente nos casos de grande protrusão incisiva, devido ao *overjet* aumentado.

Assim, o aumento de RRAE pode estar relacionado com a distância a que os incisivos e caninos são movidos ou com o uso comum de arcos retangulares com torque elevado e com o facto de muitos casos de exodontia terem um tratamento mais prolongado (Beck & Harris, 1994; Freitas et al., 2007 e Pizzallo & Telles, 1998).

Entretanto, grande parte da literatura, refere que não existem diferenças na reabsorção radicular entre sexos (Sameshima & Sinclair, 2002; Lopatiene & Dumbravaite, 2008; Ahangari et al., 2010; Jiang et al., 2010; Jung & Cho, 2011; Tieu et al, 2014).

Por último, o historial prévio de dentes endodonciados não é uma contraindicação para o tratamento ortodôntico (Pereira, 2014), como mostra também o estudo de Spurrier et al. (1990) em que os dentes anteriores endodonciados apresentaram menos frequência e gravidade de reabsorção que os dentes vitais do grupo controlo. A análise do sexo não mostrou diferença significativa nas reabsorções radiculares apicais entre os indivíduos do sexo masculino e feminino em dentes anteriores endodonciados. Nos dentes utilizados como controlo houve significativamente mais reabsorção radicular apical nos indivíduos do sexo masculino em relação aos do sexo feminino, porém, as diferenças clínicas foram consideradas mínimas se comparados com dentes anteriores endodonciados e dentes vitais tratados ortodonticamente. Assim como para Khan et al. (2018), quando a diferença na reabsorção radicular entre os sexos em dentes anteriores endodonciados versus dentes vitais foi verificada, os resultados mostraram uma diferença estatisticamente significativa apenas em homens. Nos homens, os dentes endodonciados mostraram menos reabsorção radicular em comparação com os dentes vitais ($p=0,005$) enquanto que em mulheres a diferença não foi significativa ($p=0,979$).

VI. CONCLUSÃO

Em virtude da variabilidade metodológica dos estudos, não nos é possível apresentar uma conclusão robusta quanto à associação entre a reabsorção radicular e o tratamento ortodôntico.

A ausência de um grupo controlo, de critérios de seleção dos pacientes, e de exames adequados antes e após o tratamento, constituem as falhas metodológicas mais comuns no estudo da reabsorção radicular em incisivos após tratamento ortodôntico. Estudos futuros devem ter em consideração estes aspetos metodológicos.

6.1 Perspetivas futuras

No futuro, é essencial proceder a estudos clínicos prospetivos, com amostras de maiores dimensões e com um acompanhamento mais prolongado. Os estudos multicêntricos poderão ser a metodologia indicada, apesar de poder existir variabilidade no tratamento ortodôntico administrado.

O recurso a métodos imagiológicos mais precisos, como a tomografia computadorizada de feixe cónico, e a comparação das várias metodologias poderá contribuir com para um diagnóstico mais detalhado e preciso e, ainda, para uma melhor aferição dos fatores etiológicos.

Um planeamento ortodôntico criterioso e uma minuciosa da história pregressa ainda se revestem como uma das melhores formas de prevenção. É necessário desenvolver estudos mais uniformes com terapias ortodônticas padronizadas, embora clinicamente seja muito difícil de se conseguir dada a variabilidade de necessidades ortodônticas de cada paciente.

Também, sugerimos que estudos futuros tenham em consideração a inclusão de grupos controlo, com critérios de inclusão e exclusão rigorosos, e a avaliação do material radiográfico antes, durante e após a intervenção ortodôntica. Também, deverão ser considerados protocolos de randomização e de cegamento adequados com o objectivo de reduzir o risco de viés.

6.2 Financiamento

Este estudo não recebeu financiamento externo.

6.3 Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

VII. BIBLIOGRAFIA

Ahlgren, J. A ten-year evaluation of the quality of orthodontic treatment. *Swed Dent J*, v.17, n.5, p.201-9, 1993.

Almeida, R.R.E.A. Mordida aberta anterior: Considerações e apresentação de um caso clínico. *Rev Dent. Press Ortod Ortop Max Facial*, v.3, n.2, p.17-29, Mar-Abr 1998.

Al-Qawasmi RA, Hartsfield JK, Jr., Everett ET, Flury L, Liu L, Foroud TM, et al. Genetic predisposition to external apical root resorption. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2003;123(3):242-52.

Amaya, M. P., Criado, L., Blanco, B., Gómez, M., Torres, O., Flórez, L., González, C. I., & Flórez, O. (2013). Polymorphisms of pro-inflammatory cytokine genes and the risk for acute suppurative or chronic nonsuppurative apical periodontitis in a Colombian population. *International endodontic journal*, 46(1), 71–78.

Andreasen, J.O. External root resorption: its implication in dental traumatology, paedodontics, periodontics, orthodontics and endodontics. *Int Endod J*, v.18, n.2, p.109-18, Apr 1985.

Andreasen, F. M., & Andreasen, J. O. (1988). Resorption and mineralization processes following root fracture of permanent incisors. *Endodontics & dental traumatology*, 4(5), 202–214.

Apajalahti, S., & Peltola, J. S. (2007). Apical root resorption after orthodontic treatment -- a retrospective study. *European journal of orthodontics*, 29(4), 408–412.

Armstrong, D., Kharbanda, O. P., Petocz, P., & Darendeliler, M. A. (2006). Root resorption after orthodontic treatment. *Australian orthodontic journal*, 22(2), 153–160.

Ahangari, Z., Nasser, M., Mahdian, M., Fedorowicz, Z., & Marchesan, M. A. (2015). Interventions for the management of external root resorption. *The Cochrane database of systematic reviews*, 2015(11), CD008003.

Artun, J. et al. Apical root resorption six and 12 months after initiation of fixed orthodontic appliance therapy. *Angle Orthod*, v.75, n.6, p.919-926, 2005.

Arvystas, M.G.; Chivian, N. Interdisciplinary treatment including forced extrusion and reintrusion of a traumatized mandibular incisor for a patient with Class II Division 1 skeletal open bite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, v.125, n.2, p.206-12, Feb 2004.

Bastos Lages EM, Drummond AF, Pretti H, Costa FO, Lages EJ, Gontijo AI, et al. Association of functional gene polymorphism IL-1beta in patients with external apical root resorption. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009;136(4):542-6.

Bates, S. Absorption. *Br J Dent*, v.1, p.256, 1856.

Baumrind, S., Korn, E. L., & Boyd, R. L. (1996). Apical root resorption in orthodontically treated adults. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 110(3), 311–320.

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

Becks, H.; Cowden, R.C. Root resorption and their relation on pathologic bone formation. PartII. Classification, degrees, prognosis and frequency. *Amer J Orthodont*, v.28, p.513-536, 1942.

Becks, H.; Marshall, J. Resorption or absorption. *J Amer Dent Assoc*, v.19, n.9, p.1528-37, Sep 1932.

Biggerstaff, R.H.; Phillips, J.R. A quantitative comparison of paralleling long-cone and bisection-of-angle periapical radiography. *Oral Surg*, v.41, n.5, p.673-7, May 1976.

Bishara, S. E., Vonwald, L., & Jakobsen, J. R. (1999). Changes in root length from early to mid-adulthood: resorption or apposition?. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 115(5), 563–568.

Blake, M.; Woodside, D.G.; Pharoah, M.J. A radiographic comparison of apical root resorption after orthodontic treatment with the edgewise and Speed appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, v.108, n.1, p.76-84, Jul 1995.

Brezniak, N.; Wasserstein, A. Root resorption after orthodontic treatment: Part 2. Literature review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, v.103, n.2, p.138-46, Feb 1993.

Brezniak, N.; Wasserstein, A. Root resorption after orthodontic treatment: Part 1. Literature review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, v.103, n.1, p.62-66, Jan 1993.

Brezniak, N., Goren, S., Zoizner, R., Dinbar, A., Arad, A., Wasserstein, A., & Heller, M. (2004). A comparison of three methods to accurately measure root length. *The Angle orthodontist*, 74(6), 786–791.

Brin I, Tulloch JF, Koroluk L, Philips C. External apical root resorption in Class II malocclusion: a retrospective review of 1- versus 2-phase treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2003;124(2):151-6.

Campbell, M., McKenzie, J. E., Sowden, A., Katikireddi, S. V., Brennan, S. E., Ellis, S., ... Thomson, H. (2020). Synthesis without meta-analysis (SWiM) in systematic reviews: Reporting guideline. *The BMJ*, 368. <https://doi.org/10.1136/bmj.16890>

Cangialosi, T.J. Skeletal morphologic features of anterior open bite. *Am J Orthod*, v.85, n.1, p.28-36, Jan 1984.

Cansanção, J.M. Avaliação radiográfica da reabsorção radicular, consecutiva ao tratamento ortodôntico, pela técnica do arco de canto, relacionada com o sexo, a idade, a duração do tratamento, o período de uso do arco retangular e do aparelho extrabucal. Bauru, 1980. 68p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo.

Canto, G.L. Estudo comparativo da reabsorção radicular apical, decorrente do tratamento ortodôntico, em pacientes tratados com a técnica do Arco de Canto Simplificada, do Arco Reto e com a Terapia. Bauru, 1997. 162 pp. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.

Capelozza, L.; Silva Filho, O. Reabsorção radicular na clínica ortodôntica: atitudes para uma conduta preventiva. *Rev Dental Press Ortodo Ortop Facial*, v.3, n.1, p.104-26, 1998.

Choy, K. et al. Effect of root and bone morphology on the stress distribution in the periodontal ligament. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, v.117, n.1, p.98-105, Jan 2000.

Consolaro, A. Reabsorções dentárias na movimentação ortodôntica. In: PRESS, D. Reabsorções dentárias nas especialidades clínicas. Maringá, Consolaro, A., 2002. 12, p.259-89.

Consolaro, A. et al. Conceitos da genética e hereditariedade aplicados à compreensão das reabsorções dentárias durante a movimentação ortodôntica. *Rev Dental Press Ortop Facial*, v.9, n.2, p.79-94, mar/abr 2004.

Copeland, S., & Green, L. J. (1986). Root resorption in maxillary central incisors following active orthodontic treatment. *American journal of orthodontics*, 89(1), 51–55.

Cueto, H.I. A little bit of history: the first direct bonding in orthodontia. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, v.98, n.3, p.276-7, Sep 1990.

Dermaut, L.R.; De Munck, A. Apical root resorption of upper incisors caused by intrusive tooth movement: a radiographic study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, v.90, n.4, p.321-6, Oct 1986.

Deshields, R.W. A study of root resorption in treated Class II, Division I malocclusions. *Angle Orthod*, v.39, n.4, p.231-45, Oct 1969.

Falahat, B., Ericson, S., Mak D'Amico, R., & Bjerklin, K. (2008). Incisor root resorption due to ectopic maxillary canines: a long-term radiographic follow-up. *The Angle orthodontist*, 78(5), 778–785.

Feiglin, B. Root resorption. *Aust Dent J*, v.31, n.1, p.12-22, Jan 1986.

de Freitas, M. R., Beltrão, R. T., Janson, G., Henriques, J. F., & Chiqueto, K. (2007). Evaluation of root resorption after open bite treatment with and without extractions. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 132(2), 143.e15–143.e1.43E22.

de Freitas, J. C., Lyra, O. C., de Alencar, A. H., & Estrela, C. (2013). Long-term evaluation of apical root resorption after orthodontic treatment using periapical radiography and cone beam computed tomography. *Dental press journal of orthodontics*, 18(4), 104–112.

Fritz, U.; Diedrich, P.; Wiechmann, D. Apical root resorption after lingual orthodontic therapy. *J Orofac Orthop*, v.64, n.6, p.434-42, Nov 2003.

Furquim, L.Z. Perfil endocrinológico de pacientes ortodônticos com e sem reabsorções dentárias: correlação com a morfologia radicular e da crista óssea alveolar. Bauru, 2002. 122p. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo.

Goldin, B. Labial root torque: effect on the maxilla and incisor root apex. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, v.95, n.3, p.208-19, Mar 1989.

Goldson L, Henrikson CO. Root resorption during Begg treatment: a longitudinal roentgenologic study. *Am J Orthod*. 1975;68(1):55-66).

Graber TM, Vanarsdall RL. *Ortodontia: princípios e técnicas atuais*. 2a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1996.

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*. 2009;70(1):20-38.

Hammarstrom, L.; Lindskog, S. Factors regulating and modifying dental root resorption. *Proc Finn Dent Soc*, v.88 Suppl 1, p.115- 23, 1992.

Harris, E.; Butler, M. Patterns of incisor root resorption before and after orthodontic correction in cases with anterior open bites. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, v.101, p.112-9, 1992.

Harris, E.F.; Robinson, Q.C.; Woods, M.A. An analysis of causes of apical root resorption in patients not treated orthodontically. *Quintessence Int*, v.24, n.6, p.417-28, June 1993.

Harris, E.F.; Kineret, S.E.; Tolley, E.A. A heritable component for external apical root resorption in patients treated orthodontically. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, v.111, n.3, p.301-9, Mar 1997.

Harry, M.R.; Sims, M.R. Root resorption in bicuspid intrusion. A scanning electron microscope study. *Angle Orthod*, v.52, n.3, p.235-58, July 1982.

Hartling L, Hamm M, Milne A, et al. Validity and Inter-Rater Reliability Testing of Quality Assessment Instruments [Internet]. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality (US); 2012 Mar. Appendix E, Decision Rules for Application of the Newcastle-Ottawa Scale.

Hartsfield, J. K., Everett, E. T. (2004). Genetic Factors in external apical root resorption and orthodontic treatment. *Crit Rev Oral Biol Med*, 15(2), 115–122.

Hartsfield JK, Jr. Pathways in external apical root resorption associated with orthodontia. *Orthod Craniofac Res*. 2009;12(3):236-42.

Hemley, S. (1941). The Incidence of Root Resorption of Vital Permanent Teeth. *Journal of Dental Research*, 20(2), 133–141.

Hendrix I, Carels C, Kuijpers-Jagtman AM, Van THM. A radiographic study of posterior apical root resorption in orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1994;105(4):345-9.

Henry, J.L.; Weinman, J.P. The pattern of resorption and repair of human cement. *J Amer Dent Assoc*, v.42, p.270-290, 1951.

Hidalgo, M.M. Estudo sobre o potencial imunogênico da dentina - contribuição para a etiopatogenia da reabsorção dentária. Bauru, 2001. 103p. Tese de Doutorado - Universidade de São Paulo.

Higgins JPT, Thomas J, Chandler J, Cumpston M, Li T, Page MJ, Welch VA (editors). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*. 2nd Edition. Chichester (UK): John Wiley & Sons, 2019.

Horiuchi, A.; Hotokezaka, H.; Kobayashi, K. Correlation between cortical plate proximity and apical root resorption. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, v.114, n.3, p.311-8, Sep 1998.

Iglesias-Linares, A., Yañez-Vico, R., Ballesta-Mudarra, S., Ortiz-Ariza, E., Ortega-Rivera, H., Mendoza-Mendoza, A., Solano-Reina, E., & Perea-Pérez, E. (2012). Postorthodontic external root resorption is associated with IL1 receptor antagonist gene variations. *Oral Diseases*, 18(2), 198–205. <https://doi.org/10.1111/j.1601-0825.2011.01865.x>

Iglesias-Linares, Alejandro, Sonnenberg, B., Solano, B., Yañez-Vico, R. M., Solano, E., Lindauer, S. J., & Flores-Mir, C. (2017). Orthodontically induced external apical root resorption in patients treated with fixed appliances vs removable aligners. *Angle Orthodontist*, 87(1), 3–10. <https://doi.org/10.2319/02016-101.1>

Iwasaki LR, Gibson CS, Crouch LD, Marx DB, Pandey JP, Nickel JC. Speed of tooth movement is related to stress and IL-1 gene polymorphisms. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2006;130(6):698 e1-9.

Jacobs, C., Gebhardt, P. F., Jacobs, V., Hechtner, M., Meila, D., & Wehrbein, H. (2014). Root resorption, treatment time and extraction rate during orthodontic treatment with self-ligating and conventional brackets. *Head and Face Medicine*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/1746-160X-10-2>

Janson, G.R. et al. A radiographic comparison of apical root resorption after orthodontic treatment with 3 different fixed appliance techniques. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, v.118, n.3, p.262-73, Sep 2000.

Jiang, R. P., McDonald, J. P., & Fu, M. K. (2010). Root resorption before and after orthodontic treatment: A clinical study of contributory factors. *European Journal of Orthodontics*, 32(6), 693–697. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjp165>

Jung, Y. H., & Cho, B. H. (2011). External root resorption after orthodontic treatment: a study of contributing factors. *Imaging science in dentistry*, 41(1), 17–21.

Kaley J, Phillips C 1991 Factors related to root resorption in edgewise practice. *Angle Orthodontist* 61: 125–132

Ketcham, A.H. A radiographic study of orthodontic tooth movement; a preliminary report. *J. Am. Dent. Ass.*, v.14, n.9, p.1577-1588, Sep 1927.

Khan, A. R., Fida, M., & Shaikh, A. (2018). Evaluation Of Apical Root Resorption In Endodontically Treated And Vital Teeth In Adult Orthodontic Subjects. *Journal of Ayub Medical College, Abbottabad : JAMC*, 30(4), 506–510.

Kim, K. H. K. W., Kim, S. J., Lee, J. Y., Choi, Y. J., Chung, C. J., Lim, H., & Kim, K. H. K. W. (2018). Apical root displacement is a critical risk factor for apical root resorption after orthodontic treatment. *Angle Orthodontist*, 88(6), 740–747.

Kjaer I. (1995). Morphological characteristics of dentitions developing excessive root resorption during orthodontic treatment. *European journal of orthodontics*, 17(1), 25–34.

Kjaer, I. Revisiting root resorption. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, v.117, n.4, p.23A, Apr 2000.

Kook, Y.A.; Park, S.; Sameshima, G.T. Peg-shaped and small lateral incisors not at higher risk for root resorption. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, v.123, n.3, p.253-8, Mar 2003.

Leach, H.A.; Ireland, A.J.; Whaites, E.J. Radiographic diagnosis of root resorption in relation to orthodontics. *Br Dent J*, v.190, n.1, p.16-22, Jan. 2001.

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

Levander, E.; Malmgren, O.; Eliasson, S. Evaluation of root resorption in relation to two orthodontic treatment regimes. A clinical experimental study. *Eur J Orthod*, v.16, n.3, p.223-8, Jun 1994.

Levander E, Bajka R, Malmgren O 1998 Early radiographic diagnosis of apical root resorption during orthodontic treatment: a study of maxillary incisors. *European Journal of Orthodontics* 20: 57–63

- Levander E , Malmgren O 2000 Long-term follow-up of maxillary incisor with severe apical root resorption . *European Journal of Orthodontics* 22 : 85 – 92
- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P., Clarke, M., Devereaux, P. J., Kleijnen, J., & Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *Annals of internal medicine*, 151(4), W65–W94.
- Lin, Y., Zhong, P. P., & Zhang, D. Q. (2007). Shanghai kou qiang yi xue = Shanghai journal of stomatology, 16(1), 24–27.
- Linge, B.; Linge, L. Apical root resorption in upper anterior teeth. *Eur J Orthod*, v.5, p.173-83, 1983.
- Linge, L.; Linge, B.O. Patient characteristics and treatment variables associated with apical root resorption during orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, v.99, n.1, p.35-43, Jan 1991.
- Linhartova P, Cernochova P, Izakovicova Holla L. IL1 gene polymorphisms in relation to external apical root resorption concurrent with orthodontia. *Oral diseases*. 2012;19(3):262-70.
- Llamas-Carreras, J. M., Amarilla, A., Solano, E., Velasco-Ortega, E., Rodríguez-Varo, L., & Segura-Egea, J. J. (2010). Study of external root resorption during orthodontic treatment in root filled teeth compared with their contralateral teeth with vital pulps. *International Endodontic Journal*, 43(8), 654–662. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2010.01722.x>
- Loenen MV, Dermaut LR, Degrieck J, De Pauw GA. Reabsorção apical da raiz dos incisivos superiores durante a fase de torção da técnica ponta-ponta. *Eur J Orthod* 2007; 29 (1): 583-8.
- Lopatiene, K., Dumbravaite, A. (2008). Risk factors of root resorption after orthodontic treatment. *Baltic Dental and Maxillofacial Journal*, 10(3), 89–95.

Malmgren, O. et al. Root resorption after orthodontic treatment of traumatized teeth. *Am J Orthod*, v.82, n.6, p.487-91, Dec 1982.

Marshall, J.A. Physiologic and traumatic apical resorption. *J Amer Dent Assoc*, v.22, n.9, p.1545-58, Sept 1935.

Maués, C. P. R., Nascimento, R. R. do, & Vilella, O. de V. (2015). Severe root resorption resulting from orthodontic treatment: Prevalence and risk factors. *Dental Press j. Orthod. (Impr.)*, 20(1), 52–58. <https://doi.org/10.1590/2176-9451.20.1.052-058.oar>

Mavragani M, Vergari A, Selliseth NJ, Boe OE, Wisth PL. A radiographic comparison of apical root resorption after orthodontic treatment with a standard edgewise and a straight-wire edgewise technique. *Eur J Orthod*. 2000;22(6):665-74.

McFadden WM, Engstrom C, Engstrom H, Anholm JM. A study of the relationship between incisor intrusion and root shortening. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1989;96(5):390-6.

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

Mohandesan H, Ravanmehr H, Valaei N. A radiographic analysis of external apical root resorption of maxillary incisors during active orthodontic treatment. *Eur J Orthod*. 2007;29(2):134-9.

Motokawa, M., Sasamoto, T., Kaku, M., Kawata, T., Matsuda, Y., Terao, A., & Tanne, K. (2012). Association between root resorption incident to orthodontic treatment and treatment factors. *European Journal of Orthodontics*, 34(3), 350–356. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjr018>

Moyers, R. E. (1988). *Handbook of orthodontics*. Chicago: Year Book Medical Publishers

Nahoum, H.I. Anterior open-bite: a cephalometric analysis and suggested treatment procedures. *Am J Orthod*, v.67, n.5, p.523- 21, May 1975.

Nanda, R.S.; Khan, I.; Anand, R. Effect of oral habits on the occlusion in preschool children. *ASDC J Dent Child*, v.39, n.6, p.449-52, Nov-Dec 1972.

Nanekrunsan, K., Patanaporn, V., Janhom, A., & Korwanich, N. (2012). External apical root resorption in maxillary incisors in orthodontic patients: associated factors and radiographic evaluation. *Imaging science in dentistry*, 42(3), 147–154.

Newman W. Possible etiologic factors in external root resorption. *Am J Orthod*. 1975;67(5):522-539.

Nigul K, Jagomagi T. Fatores relacionados à reabsorção apical da raiz dos incisivos superiores em pacientes ortodônticos. *Stomatologija* 2006; 8 (3): 76-9.

Ngan DC, Kharbanda OP, Byloff FK, Darendeliler MA. The genetic contribution to orthodontic root resorption: a retrospective twin study. *Aust Orthod J*. 2004;20(1):1-9.

Odenrick, L., & Brattström, V. (1983). The effect of nailbiting on root resorption during orthodontic treatment. *European Journal of Orthodontics*, 5(3), 185–188.

Odenrick, L.; Brattstrom, V. Nailbiting: frequency and association with root resorption during orthodontic treatment. *Br J Orthod*, v.12, p.78-81, 1985.

Otis, L. L., Hong, J. S., & Tuncay, O. C. (2004). Bone structure effect on root resorption. *Orthodontics & craniofacial research*, 7(3), 165–177.

Ottolengui, R. The physiological and pathological resorption of tooth roots. *Item of interest.*, v.36, p.332-362, 1914.

Owman-Moll, P., Kurol, J., & Lundgren, D. (1995). Continuous versus interrupted continuous orthodontic force related to early tooth movement and root resorption. *The Angle orthodontist*, 65(6), 395–402.

Owman-Moll P, Kurol J. Root resorption pattern during orthodontic tooth movement in adolescents. *Biological Mechanisms of Tooth Eruption, Resorption and Replacement by Implants*. Boston, Mass: Harvard Society for the Advancement in Orthodontics; 1998.

Parker, R.J.; Harris, E.F. Directions of orthodontic tooth movements associated with external apical root resorption of the maxillary central incisor. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, v.114, n.6, p.677-83, Dec 1998

Pereira Alves, S. M. (2014). Reabsorção radicular apical externa associada ao tratamento ortodôntico: fatores de suscetibilidade genéticos, biológicos e mecânicos. Universidade de Coimbra

Phillips JR. Apical root resorption under Orthodontic therapy. *Angle Orthod*. 1955;25(1):1-22.

Pizzallo J, Telles CS. Estudo comparativo da reabsorção radicular em tratamentos ortodônticos com e sem extrações. *Rev Soc Bras Ortod*. 1998;3(5):166-70.

Puche, L.R. Reabsorción radicular y ortodoncia. *Acta. Odontol. Venez.*, v.31, n.1, p.44-45, Apr 1993.

Ramanathan C, Hofman Z. Reabsorção radicular durante movimentos dentais ortodônticos. *Eur J Orthod* 2009; 31 (1): 578-83.

Reitan, K. Initial tissue behavior during apical root resorption. *Angle Orthod*, v.44, n.1, p.68-82, Jan 1974.

Reitan, K. Biomechanical principles and reactions. In: MOSBY. *Orthodontics current principles and techniques*. Saint Louis, Graber, T.M. Vanarsdall Junior, R.L., 1994. Cap.2, p.96-192.

Remington, D.N. et al. Long-term evaluation of root resorption occurring during orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, v.96, n.1, p.43-6, Jul 1989.

Reukers, E. et al. Assessment of apical root resorption using digital reconstruction. *Dentomaxillofac Radiol*, v.27, n.1, p.25-9, Jan. 1998.

Rosemberg, H.N. An evaluation of the incidence and amount of apical root resorption and dilaceration occurring in orthodontically treated teeth, having incompletely formed roots at the beginning of Begg treatment. *Am J Orthod*, v.61, n.5, p.524-525, May 1972.

Sameshima, G. T., & Asgarifar, K. O. (2001). Assessment of root resorption and root shape: periapical vs panoramic films. *The Angle orthodontist*, 71(3), 185–189.

Sameshima G T, Sinclair P M 2001a Predicting and preventing root resorption Part 1: diagnostic factors. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 119: 505–510

Sameshima G T, Sinclair P M 2001b Predicting and preventing root resorption Part 2: treatment factors. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 119: 511–515

Sameshima, G.T.; Sinclair, P.M. Characteristics of patients with severe root resorption. *Orthod Craniofac Res*, v.7, n.2, p.108-14, May 2004.

Schulz S, Stein JM, Altermann W, Klapproth J, Zimmermann U, Reichert Y, et al. Single nucleotide polymorphisms in interleukin-1 gene cluster and subgingival colonization with *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* in patients with aggressive periodontitis. *Hum Immunol*. 2011;72(10):940-6.

Schroder, Â. G. D., Ribeiro, M. G. E., Santos, A. S. dos, Silva, A. I. V., & Manzi, F. R. (2019). Lower Incisor Root Resorption after Orthodontic Alignment and Leveling TT - Reabsorção da Raiz Após o Alinhamento e Nivelamento Dentário. *J. Health Sci. (Londrina)*, 21(5), <https://seer.pgskroton.com/index.php/JHealthSci/a>. <https://doi.org/https://doi.org/10.17921/2447-8938.2019v21n5p494-499>

Sharab, L. Y., Morford, L. A., Dempsey, J., Falcão-Alencar, G., Mason, A., Jacobson, E., Kluemper, G. T., Macri, J. V., & Hartsfield, J. K. (2015). Genetic and treatment-related risk factors associated with external apical root resorption (EARR) concurrent with orthodontia. *Orthodontics and Craniofacial Research*, 18(S1), 71–82. <https://doi.org/10.1111/ocr.12078>

Silva Filho, O. Estimativa da reabsorção radicular em 50 casos ortodônticos bem finalizados. *Ortodontia*, v.26, n.1, p.24-36, Jan/Abr 1993.

Smale, I. et al. 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.

Spurrier SW, Hall SH, Joondeph DR, Shapiro PA, Riedel RA. Uma comparação da reabsorção radicular apical durante o tratamento ortodôntico em dentes tratados endodonticamente e dentes vitais. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1990; 97: 130-4.

Stålhane I, Hedegård B. Traumatized permanent teeth in children aged 7-15 years. *Sven Tandlak Tidskr.* 1975;68:157-69.

Sterne JAC, Savović J, Page MJ, Elbers RG, Blencowe NS, Boutron I, Cates CJ, Cheng H-Y, Corbett MS, Eldridge SM, Hernán MA, Hopewell S, Hróbjartsson A, Junqueira DR, Jüni P, Kirkham JJ, Lasserson T, Li T, McAleenan A, Reeves BC, Shepperd S, Shrier I, Stewart LA, Tilling K, White IR, Whiting PF, Higgins JPT. RoB 2: a revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ* 2019; 366: 14898.

Subtelny, J.D.S., M. Open bite: diagnosis and treatment. *Amer. J. Othodont,* v.50, n.5, p.337-58, May 1964.

Taithongchai, R.; Sookkorn, K.; Killiany, D.M. Facial and dentoalveolar structure and the prediction of apical root shortening. *Am J Orthod Dentofacial Orthop,* v.110, n.3, p.296-302, Sep 1996.

Tavares, C.A.; Sampaio, R.K.L. Reabsorção dentária patológica externa. *Rev Ortodont Gaúcha,* v.1, n.1, p.28, Abril 1997.

Tieu, L. D., Saltaji, H., Normando, D., & Flores-Mir, C. (2014). Radiologically determined orthodontically induced external apical root resorption in incisors after non-surgical orthodontic treatment of class II division 1 malocclusion: a systematic review. *Progress in orthodontics,* 15(1), 48.

Tomoyasu Y, Yamaguchi T, Tajima A, Inoue I, Maki K. External Apical Root Resorption and the Interleukin-1B Gene Polymorphism in Japanese Population. *Orthodontic Waves.* 2009(68):152-7.

Tronstad, L. Root resorption- a multidisciplinary problem in dentistry. In: COLUMBUS. Biological mechanisms of tooth eruption and root resorption. Ohio, 1988. p.293-301.

Vonderahe, G. Postretention status of maxillary incisors with root- end resorption. *Angle Orthod,* v.43, n.3, p.247-55, Jul 1973.

Wehrbein, H., Fuhrmann, R. A., & Diedrich, P. R. (1995). Human histologic tissue response after long-term orthodontic tooth movement. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 107(4), 360–371.

Wells GA, Shea B, O'Connell D, Peterson J, Welch V, Losos M, et al. The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) for assessing the quality if nonrandomized studies in meta-analyses. Available from: URL: http://www.ohri.ca/programs/clinical_epidemiology/oxford.htm [cited 2009 Oct 19].

Weltman, B., Vig, K. W., Fields, H. W., Shanker, S., & Kaizar, E. E. (2010). Root resorption associated with orthodontic tooth movement: a systematic review. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 137(4), 462–12A.

Yassir, Y. A., El-Angbawi, A. M., McIntyre, G. T., Revie, G. F., Bearn, D. R., Yassir, Y. A., McIntyre, G. T., Revie, G. F., Bearn, D. R., El-Angbawi, A. M., McIntyre, G. T., Revie, G. F., & Bearn, D. R. (2019). A randomized clinical trial of the effectiveness of 0.018-inch and 0.022-inch slot orthodontic bracket systems: Part 3 - Biological side-effects of treatment. *European Journal of Orthodontics*, 41(2), 154–164.

Zahrowski, J. J. (2009). Optimizing orthodontic treatment in patients taking bisphosphonates for osteoporosis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 135(3), 361–374.

VIII. ANEXOS

ANEXO A – CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO DOS ARTIGOS INCLUÍDOS

Estudo (Ano) (País)	CrITÉRIOS de Inclusão	CrITÉRIOS de Exclusão
A. Iglesias-Linares et al., 2012 (Espanha)	1) Rizogénese completa; 2) Sem história prévia de trauma dentário; 3) nenhum retratamento ortodôntico; 4) sem patologias sistémicas alterando biologia tecido duro; 5) nenhuma terapia TE em dentes medidos	NR
Alejandro Iglesias-Linares et al., 2017 (Espanha)	1) TO completo com AF ou AR; 2) Formação de raiz completa, 3) Sem história anterior de traumatismo dentário; 4) Sem patologia sistémica alterando biologia do tecido duro; 5) Sem TE dentes medidos; 6) Sem retratamento ortodôntico; 7) OPG e cefalometria T1, T2.	NR
Jacobs et al., 2014 (Alemanha)	1) TO concluído com AF; 2) OPG T1 e T2; 3) crescimento completo da raiz dos ICS/II -T1; 4) sem evidência de EARR em IS/II em OPG – T1; 5) sem raízes incisivas severamente dilacerada; 6) IS/II livres de cárie.	1) dentes impactados; 2) trauma em T1 durante o TO; 3) dobras de 1ª, 2ª ou 3ª ordem no arco; 4) agenesia múltipla; 5) necessidade de CO; 6) TE; 7) AF Cl. II
Jiang et al., 2010 (China)	≥12 meses de TO aparelho fixo	Necessitaram CO ou com fissura labiopalatina

<p>Khan et al., 2018 (Paquistão)</p>	<p>1) OPG padronizadas T1 e T2; 2) TE sem radiolusência periapical, raiz obturada até o comprimento completo T1, dente vital contralateral; 3) TE 1 ano sem alterações periapicais; 4) TO > 12 meses; 5) Nenhum equilíbrio oclusal realizado; 6) Pacientes sem hábitos parafuncionais</p>	<p>1) TE durante o TO; 2) anomalias dentárias de número, tamanho, forma e posição e perda de dente não vital contralateral ou TE com história de trauma.</p>
<p>Kim et al., 2018 (Coréia do Sul)</p>	<p>1) Adultos com TO completo 2) TO sem exodontia ou com os 4 PM1 extraídos 3) TO com BC ou BAL</p>	<p>1) TO anterior; CO; TE ou trauma; 2) doença periodontal ativa ou RR clínica ou radiograficamente T1; 3) dente impactado; 4) microdontia; 5) exodontias – exceto os 4 PM1; 6) hábitos orais (interposição de língua, roer unhas).</p>
<p>Llamas-Carreras et al., 2010 (Espanha)</p>	<p>1) ter um IS obturado antes da colocação da BO; 2) IS homólogo contralateral sem TE, polpa vital, avaliado com teste térmico; 3) completar TO multibanda / BC, TT ativo >1 ano; 4) integridade incisal ao longo do período de tratamento ativo avaliado nos modelos de estudo ortodôntico T1 e T2.</p>	<p>Pacientes com incisivos fraturados ou raízes mutiladas e dentes com sinais radiológicos de patose periapical no Rx T1 (Índice Periapical 3, 4 ou 5)</p>
<p>Maués et al., 2015 (Brasil)</p>	<p>Pacientes com Rx periapicais T1 e T2 e pacientes que haviam concluído TO.</p>	<p>1) Dentes com lesões periapicais, história de trauma dentário ou TE; 2) pacientes com apinhamento severo sobreposição a dificultar visualizar raízes e medidas</p>

		subsequentes; 3) Rx baixa qualidade
Motokawa et al., 2012 (Japão)	NR	Registros incompletos, Rx baixa qualidade, formação de raiz incompleta e dentes ausentes ou extraídos
Schroder et al., 2019 (Brasil)	1) Nunca ter realizado TO; Sem exodontia; agenesia; malformação ou defeito nos dentes; dentes supranumerários; TE e incisivos retidos.	1) História de trauma e alteração da região incisal; 2) coroa dos incisivos com desgaste ou fratura durante o TO.
Sharab et al., 2015 (USA)	NR	1) Pacientes com diagnóstico de síndrome, fissura labiopalatina, ápices abertos; história prévia de trauma; 2) Pacientes com registros de tratamentos ausentes e/ou Rx baixa qualidade.
Yassir et al., 2019 (Iraque)	≥12 anos; má oclusão; e indicação de TO fixo de arco duplo	1) TO com aparelhos funcionais anteriores; 2) Fissuras orofaciais; 3) hipodontia grave; 4) necessidades especiais; 5) necessário CO.

AF (aparelho fixo), AR (alinhadores removíveis), ARD (deslocamento radicular apical), BAL (braquetes autoligado), BC (braquetes convencionais), BO (bandas ortodônticas), CI (cirúrgicos), CO (cirurgia ortognática), D (desistiram ou foram excluídos), DRA

(deslocamento apical da raiz), E (exodontia), RRAE (reabsorção radicular apical externa), F (sexo feminino), (FEDER) Fundo Europeu de Desenvolvimento, ICS (incisivos centrais superiores), II (incisivos inferiores), IL1 (interleucina 1), IL1B (interleucina-1 beta), IL1A (interleucina-1 alfa), IL1RN (gene antagonista do recetor da interleucina 1) (rs419598), ILI (incisivos laterais inferiores), ILS (incisivos laterais superiores), IS (incisivos superiores), M (sexo masculino), MEAW (multiloop edgewise archwire), NCI (não cirúrgicos), NE (não exodontia), NR (não reportado) OIERR (reabsorção radicular apical externa induzida ortodonticamente), OPG (ortopantomografia), PMI (1° pré molar), RR (reabsorção radicular), RRA (reabsorção apical de raiz), RRIIO (reabsorção radicular inflamatória induzida ortodonticamente), SC (coeficiente padronizado), T1 (antes do tratamento ortodôntico), T2 (após o tratamento ortodôntico), TE (tratamento endodôntico), TO (tratamento ortodôntico), TT (tempo de tratamento), VS (versus).

**ANEXO B - INCIDÊNCIA DA REABSORÇÃO RADICULAR DE ACORDO
COM A TÉCNICA ORTODÔNTICA**

AUTOR	AMOSTRA	TEMPO DE TRATAMENTO	AVALIAÇÃO	INCIDÊNCIA	TÉCNICA ORTODÔNTICA
Falahat et al. (2008)	32 dentes	2 a 6 anos de observação	Radiografia periapical	100%	Reposicionamento de canino impactado
Reunkers et al. (1998)	1 paciente	12,6 meses	Radiografia periapical	75%	Arco de canto Modificado
Reunkers et al. (1998)	1 paciente	12,8 meses	Radiografia periapical	55%	Arco de canto convencional
Apajalahti & Peltola (2007).	601 pacientes	24,3 meses	Ortopantomografia	56%	Aparelho Fixo
Fritz et al., (2013)	451 dentes	5,2 meses	Ortopantomografia e Cefalometria	3,70%	Aparelho Lingual

ANEXO C – REABSORÇÃO RADICULAR EM DENTES ANTERIORES

Quadro 2 – Reabsorção radicular em dentes anterior

AUTOR	AMOSTRA	TEMPO DE TRATAMENTO	AValiação	INCIDÊNCIA	TÉCNICA ORTODÔNTICA
Mohandesan et al. (2007)	151 dentes	12 meses	Radiografia periapical	82%	Independente da técnica
Levander et al. (1998),	92 dentes	3 a 6 meses	Radiografia periapical	69%	Independente da técnica
Malmgren et al. (1982)	22 dentes	12 meses	Radiografia periapical	48%	Begg
Malmgren et al. (1982)	33 dentes	12 meses	Radiografia periapical	43%	Lateralização
Blake et al. (1995)	60 pacientes	4,6 meses	Radiografia periapical	33%	Edgewise
Dermaut & de Munk (1986)	66 dentes	7 meses	Radiografia periapical	18%	Independente da técnica

ANEXO D - INCIDÊNCIA DA REABSORÇÃO RADICULAR EM INCISIVOS SUPERIORES DURANTE A INTRUSÃO

Quadro 3 - Incidência da reabsorção radicular em incisivos superiores durante a intrusão.

Autor	Amostra	Tempo de tratamento, média (desvio padrão) (meses)	Avaliação	Reabsorção, média (mm)	Incisivos
Linge & Linge (1983)	719 pacientes	36 (6)	Radiografia periapical	1,34	Superiores
Copeland & Green (1986)	45 pacientes	24 (10)	Radiografia cefalométrica	2,93	Superiores
McFadden <i>et al.</i> (1989)	38 pacientes	28 (8)	Radiografia cefalométrica	1,84	Superiores
				0,61	Inferiores
Coustopoulos & Nanda (1996)	17 pacientes	4 (0)	Radiografia periapical	0,60	Superiores
Smale <i>et al.</i> (2005)	290 pacientes	6 (4)	Radiografia periapical	2,00	Superiores
Mohandesan <i>et al.</i> (2007)	51 dentes	12 (0)	Radiografia periapical	0,77	Centrais superiores, aos 6 meses
				0,64	Centrais superiores, aos 12 meses
				0,88	Laterais superiores, aos 6 meses
				0,66	Laterais superiores, aos 12 meses