

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA**

FABRÍCIO LANA FONSECA

**REABSORÇÃO RADICULAR APICAL EXTERNA DURANTE O TRATAMENTO
ORTODÔNTICO: FATORES PREDISPOANTES.**

**JUIZ DE FORA
2023**

FABRÍCIO LANA FONSECA

**REABSORÇÃO RADICULAR APICAL EXTERNA DURANTE O TRATAMENTO
ORTODÔNTICO: FATORES PREDISPOANTES.**

Monografia apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de cirurgião-dentista.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Sotto Maior Fortes de Oliveira

JUIZ DE FORA

2023

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Lana Fonseca, Fabrício.

REABSORÇÃO RADICULAR APICAL EXTERNA DURANTE O TRATAMENTO ORTODÔNTICO: FATORES PREDISPOONENTES / Fabrício Lana Fonseca. -- 2023.

47 p.

Orientador: Roberto Sotto-Maior Fortes de Oliveira
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Odontologia, 2023.

1. Reabsorção Radicular. 2. Ortodontia. 3. Tratamento Ortodôntico. I. Sotto-Maior Fortes de Oliveira, Roberto , orient. II. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
REITORIA - FACODONTO - Coordenação do Curso de Odontologia

Fabrcio Lana Fonseca

**Reabsorção Radicular Apical Externa durante o tratamento ortodntico:
Fatores predisponentes.**

Trabalho de concluso de curso apresentado à Faculdade de Odontologia da
Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título
de Cirurgião-Dentista.

Aprovada em 31 de julho de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Roberto Sotto Maior Fortes de Oliveira

Universidade Federal de Juiz de Fora

Profª. Drª. Karina Lopes Devito

Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Elton Geraldo de Oliveira Góis

Universidade Federal de Juiz de Fora

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me concedido força e sabedoria para que eu pudesse concluir essa grande etapa na minha vida.

Agradeço aos meus pais, Marco Antônio e Lourdinha e minha irmã, pela oportunidade de me oferecer abrigo, compreensão e amor, nas horas em que mais precisei.

Agradeço a todos da minha família e em especial minha querida vó Julita, pois sei que ela está festejando essa conquista junto comigo, de onde quer que ela esteja.

Agradeço aos amigos que tenho e os que conquistei ao longo da jornada, seja pela torcida, pelas alegrias compartilhadas e pelos aprendizados adquiridos.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Roberto Sotto Maior Fortes de Oliveira, pela paciência e disponibilidade em me ajudar durante toda a elaboração do trabalho.

Por fim, agradeço à Faculdade de Odontologia pelos anos aqui vividos.

RESUMO

Este trabalho de revisão da literatura, teve como objetivo apresentar a relação entre a reabsorção radicular apical externa (RRAE) dos elementos dentais frente às mecânicas ortodônticas, identificando os fatores predisponentes, as consequências nos dentes comprometidos e as condutas de identificação e manejo da RRAE nos pacientes ortodônticos. Por meio da literatura revisada, pode-se notar que os episódios de reabsorções radiculares apicais externas (RRAE) estão intimamente relacionados com a mecânica ortodôntica e que há inúmeros fatores que potencializam a problemática, dentre eles: duração da terapia, reabsorção radicular prévia, procedimentos que envolvam exodontias, forças aplicadas, tipo de morfologia óssea, dentária e de dispositivos ortodônticos, má oclusão, trauma dentário anterior e polimorfismo genético. Ainda assim, os indivíduos afetados, podem ter comprometimento limitante frente a algumas situações de ordem odontológica que porventura vierem ocorrer e/ou realizar. Desse modo, para que se minimize o problema, é de fundamental importância que o Cirurgião-Dentista solicite exames radiográficos de rotina, no intuito de se avaliar o comportamento das reabsorções e assim tomar as medidas prudentes frente à situação. Planejamento criterioso, diálogo com os pacientes e familiares e um conhecimento sobre os fatores predisponentes da reabsorção radicular externa durante o tratamento ortodôntico por parte do profissional, será de primordial importância na atenuação do processo reabsortivo como um todo.

Palavras-chave: Reabsorção Radicular. Ortodontia. Tratamento Ortodôntico.

ABSTRACT

This literature review aimed to present the relationship between external apical root resorption (ERR) of dental elements in relation to orthodontic mechanics, identifying predisposing factors, the consequences on compromised teeth and the conducts for identifying and managing ERR in orthodontic patients. Through the reviewed literature, it can be noted that episodes of external apical root resorption (ERR) are closely related to orthodontic mechanics and that there are numerous factors that potentiate the problem, among them: duration of therapy, previous root resorption, procedures that involving extractions, applied forces, type of bone and tooth morphology and orthodontic devices, malocclusion, previous dental trauma and genetic polymorphism. Even so, affected individuals may have a limiting impairment in the face of some dental situations that may occur and/or occur. Thus, in order to minimize the problem, it is of fundamental importance that the dentist request routine radiographic examinations, in order to assess the behavior of resorptions and thus take prudent measures in the face of the situation. Careful planning, dialogue with patients and family members and knowledge about the predisposing factors of external root resorption during orthodontic treatment by the professional will be of paramount importance in attenuating the resorptive process as a whole.

Keywords: Root resorption. Orthodontics. Orthodontic Treatment.

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

AEB	Aparelho Extra-Bucal
PPF	Prótese Parcial Fixa
RR	Reabsorção da Raiz
RRAE	Reabsorção Radicular Apical Externa

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 PROPOSIÇÃO	11
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	12
4 DISCUSSÃO.	38
5 CONCLUSÃO.....	44
REFERÊNCIAS.....	45

1 INTRODUÇÃO

A reabsorção radicular externa é caracterizada por um processo biológico no qual as células desmontam o tecido mineralizado usando ácidos e enzimas, que são secretados na interface entre o tecido e a célula clástica. Ainda assim, as células internalizam íons e aminoácidos liberados da decomposição da matéria orgânica e posteriormente os secretam nos fluidos teciduais (CONSOLARO, 2020).

Desde 1914, por meio de Ottolengui, a relação de reabsorção radicular apical externa (RRAE) e tratamento ortodôntico é relatada (BAYIR; SILVERS, 2021). É um efeito colateral, patológico, inerente à ortodontia (BAYIR; SILVERS, 2021; CHEN et al., 2015; CONSOLARO, 2020; DUDIC et al., 2008; FELLER et al., 2015; NANEKRUNGSAN et al., 2022; OZKALAYCIA et al., 2018). A movimentação dentária ortodôntica se relaciona com o processo de hialinização do ligamento periodontal, principalmente em áreas que estão submetidas a forças compressivas. Sendo assim, o início da reabsorção se daria com a hipóxia do ligamento do periodonto, posterior necrose e surgimento de zona hialina, envio de células inflamatórias e remoção do tecido hialinizado e do pré-cemento. Por fim, células mononucleares, seguidas de clastos, iniciarão o processo de desmineralização e de reabsorção, respectivamente (VIEIRA et al., 2011).

Em 1980, Malmgren classificou, em graus, os níveis de Reabsorção Radicular Apical Externa (RRAE). Na classificação, o grau 1, ficou atrelado ao contorno das raízes apicais de forma irregular, com ausência de perdas de tecido radicular apical. O grau 2, foi considerado como o de reabsorção moderada, cuja redução de comprimento seria menor que 2 milímetros (mm). Já o 3, seria o de natureza acentuada, com perda de 2 mm até um terço do comprimento radicular. Por último, temos o grau 4, que seria aquele com uma destruição maior que um terço da raiz (CONSOLARO, 2020; PICANÇO et al., 2013). Conforme estudos, o surgimento de reabsorção radicular severa atrelada aos procedimentos ortodônticos, dificilmente ocorre (BAYIR; SILVERS, 2021; CONSTANTINO et al., 2017; FELLER et al., 2016).

Outrossim, apesar de ser um fenômeno inerente à terapia ortodôntica, podem existir outros fatores que corroboram para a potencialização dos quadros de RRAE nos indivíduos, quando estes são submetidos ao uso de aparelhos corretivos (ARTUN

et al., 2009; BAYIR; SILVERS, 2021; CHEN et al., 2015; CONSOLARO; CONSOLARO; 2009; CONSOLARO, 2020; EISSA et al., 2018; FANG; QI; LIU, 2009; FERNANDES et al., 2017; LEITE et al., 2011; LI et al., 2020; MAUÉS; NASCIMENTO; VILELLA, 2015; NANEKRUNGSAN et al., 2022; OLIVEIRA et al., 2018; PIÇANCO et al., 2013; SHARAB et al., 2016; TOYOKAWA-SPERANDIO et al., 2016; VIEIRA et al., 2011; WELTMAN et al., 2010).

Portanto, conhecer mais a fundo sobre os fatores que propiciam a RRAE ortodôntica e as formas de manejo destas durante e após o tratamento, se torna extremamente necessário para o Cirurgião-Dentista, no intuito de se evitar possíveis complicações futuras aos seus pacientes advindas do encurtamento apical radicular. Em adição, o profissional, conhecendo mais sobre todo esse processo, contribui para o seu próprio resguardo profissional, caso, futuramente, possa haver indagações sobre o seu trabalho.

2 PROPOSIÇÃO

Este trabalho se propõe, por meio de revisão de literatura, a apresentar a relação entre a reabsorção radicular apical externa (RRAE) dos elementos dentais frente às mecânicas ortodônticas, identificando os fatores predisponentes, as consequências nos dentes comprometidos e as condutas de identificação e manejo da RRAE nos pacientes ortodônticos.

3 REVISÃO DE LITERATURA

Dudic et al. (2008) fizeram um estudo comparando a precisão diagnóstica das radiografias periapicais digitais versus a microtomografia computadorizada (micro-CT) na avaliação da reabsorção radicular apical induzida ortodonticamente. Desse modo, dezesseis pacientes (12 mulheres e 4 homens), foram recrutados. A média de idade da população foi de 17,7 anos, variando de 11,3 a 43 anos. Dentre as condições do estudo, os indivíduos deveriam estar incluídos em alguns critérios: bom estado de saúde; ausência de tratamento ortodôntico prévio; grave apinhamento em ambos os maxilares; ausência de evidências radiográficas de reabsorção radicular idiopática; necessidade de exodontias de primeiros ou segundo pré-molares e apicificação completa de tais elementos dentários. Assim sendo, realizou-se um movimento nos dentes de forma padrão em todos os pacientes. Cada um contribuiu com um pré-molar de experimento e o outro de controle. Com isso, 29 pré-molares, designados de forma aleatória no grupo experimental, foram inclinados vestibularmente por 8 semanas, utilizando força de 1N. Após 4 semanas do início dos movimentos, a força foi ajustada e controlada. Radiografias periapicais antes das movimentações e após, foram obtidas, utilizando filme radiográfico intra-oral. Adiante, as radiografias foram digitalizadas usando scanner radiográfico (Epson Expression 1600 Pro; Seiko-Epson Corp., Tóquio, Japão), de resolução de 600 dpi (pontos por polegadas). Dois examinadores calibrados fizeram a avaliação, de modo independente, por meio de tela de computador, sob condições luminosas padronizadas, não superiores a 50 lux, buscando encontrar a presença ou ausência de reabsorção radicular nas radiografias. Qualquer alteração visual na forma e comprimento da raiz, enquadrou-se no diagnóstico de reabsorção apical radicular. Nas microtomografias, os sinais de reabsorção atingiram um índice positivo em 25 de 29 (86%) dos elementos experimentais e em 4 de 19 (21%) dos controles ($P < 0,001$). Já nas radiografias periapicais digitalizadas, os sinais de reabsorção foram detectados em 16 de 29 (55%) dos dentes experimentais, frente 1 de 19 (5,2%) dos controles. Os autores avaliaram a especificidade e sensibilidade do método radiográfico para detectar a reabsorção radicular apical. Como resultado, o método mostrou especificidade de 78%, o que significa que 78% dos dentes sem reabsorção foram diagnosticados corretamente usando o método periapical digitalizado. Nos casos de reabsorção positiva, a sensibilidade foi de 44%, o que significa que menos da metade dos dentes

reabsorvidos apicalmente, foram identificados de maneira correta. É importante frisar que a reabsorção radicular é um fenômeno 3D e sua extensão necessita ser quantificada de maneira precisa. Paralelamente, a micro-CT objetiva quantificar geometrias complexas em pequenas resoluções. Ademais, em Odontologia, a microtomografia computadorizada foi adaptada para receber imagens 3D de alta resolução de dentes extraídos, por exemplo, onde as crateras de reabsorção são claramente visíveis, o que colabora na identificação de pequenos pontos reabsorvidos radicularmente em dentes controles que não foram submetidos a nenhum procedimento ortodôntico. Em conclusão, os estudiosos perceberam que as imagens de micro-CT 3D, de alta resolução, podem ser usadas como padrão de critério na estimação desse efeito colateral da terapia ortodôntica e que as radiografias periapicais são limitadas frente ao scanner micro-CT na detecção de quadros de reabsorção radicular apical.

Siqueira et al. (2009), propuseram avaliar a ocorrência da reabsorção radicular apical externa em primeiros molares superiores em pacientes com má oclusão Classe II, primeira divisão dentária, decorridos 12 meses de tratamento com aparelho extrabucal (AEB). Para isso, o estudo contou com a avaliação de radiografias periapicais de áreas da região dos primeiros molares superiores permanentes, bilaterais, de 19 jovens do gênero feminino, cuja idade era entre 8 e 10 anos. Todas as pacientes foram submetidas ao processo ortodôntico extrabucal com tração alta. Adiante, selecionou-se 76 radiografias periapicais das pacientes, na qual, foram divididas em dois grupos, A e B, conforme o grau de formação radicular. O grupo A, foi composto por 18 filmes radiográficos pré-tratamento (formação radicular incompleta, exceto as raízes palatinas) e 18 no final do tratamento. Já o grupo B, englobou 20 radiografias pré-tratamento (formação radicular completa) e 20 ao final do mesmo. Um único operador obteve todos os filmes, com aparelho de raios X DABI 70 Spectro 10170 X. Para a mensuração do comprimento das raízes, utilizou-se paquímetro digital. Como resultado do trabalho, foi possível concluir que no grupo A, os comprimentos radiculares obtidos nas radiografias antes e após o tratamento, tiveram aumento (alongamento), mesmo após os 12 meses decorridos da terapia (exceto a raiz palatina, pois não houve modificações). No segundo grupo, os valores dos comprimentos das raízes não diferiram estatisticamente após os 12 meses. Dessa forma, presume-se que terapias ortodônticas envolvendo AEB não apresentam riscos à formação e estrutura das raízes, desde que sejam aplicadas de forma correta.

Artun et al. (2009) realizaram um trabalho cujo intuito foi testar se a quantidade de reabsorção radicular aos 6 e 12 meses após a instalação dos braquetes e início do tratamento ortodôntico teria valor preditivo sobre a quantidade de reabsorção após a ortodontia ativa. Desse modo, mediu-se o comprimento dos incisivos superiores em radiografias periapicais convertidas digitalmente antes do tratamento (T1), cerca de 6 meses (T2) e 12 meses (T3) após a colocação do bráquete ortodôntico e no final do tratamento ativo (T4), interpretando, o comprimento reduzido do dente, como reabsorção radicular. O protocolo previa três projeções radiográficas, sendo uma com o raio central entre os dois incisivos centrais e a outra com o raio centrado no incisivo lateral de cada lado, feito de acordo com uma técnica de paralelismo. O número final de participantes foi de 267 pacientes (178 mulheres e 89 homens), com idades de 10,1 a 55,5 anos em T1. Em 46 participantes, houve ausência dentária congênita (exceto terceiros molares), projeção radiográfica incompleta ou reconstrução radiográfica malsucedida. Durante a entrevista com os indivíduos cadastrados no estudo, o tratamento ortodôntico prévio foi registrado como presente ou ausente, história de lesão traumática em pelo menos 1 incisivo maxilar foi registrada por meio de exames clínicos e radiográficos em T1. Além disso, o número de meses com o uso de fio quadrado e elásticos anteriores ou posteriores e o tempo total de tratamento foram registrados. Um assistente treinado converteu todas as radiografias periapicais em imagens digitais usando um scanner de resolução de 300 dpi. Todas as imagens disponíveis de cada incisivo nos quatro tempos diferentes de tratamentos foram avaliadas, cuja correção de gama e otimização de contraste, poderiam ser realizadas, caso necessário. A confiabilidade entre os observadores foi avaliada estatisticamente, analisando a diferença entre as medidas duplas realizadas com pelo menos uma semana de intervalo em modelos de estudo em T1 e radiografias em T1 e T4. A quantidade de reabsorção no tempo de tratamento 3 (T3) e as extrações dentárias nos maxilares foram incluídas no modelo final de previsão para reabsorção das áreas centrais mais severamente afetadas, junto com os incisivos laterais no tempo 4 de tratamento (T4), cuja variância fora de 0,71mm e 0,67mm, respectivamente. Ainda assim, pôde-se concluir que a duração e tempo de tratamento com fios quadrados não foi relacionado à reabsorção ($P > 0.05$). Foram observados coeficientes de correlação de 0,61 a 0,76 para a quantidade de reabsorção aos 6 meses após a instalação dos braquetes, e de 0,77 a 0,88 para a quantidade de reabsorção aos 12 meses após a instalação dos braquetes, versus a reabsorção ao final do tratamento, confirmando a

hipótese de associação entre a reabsorção nos tempos T1 e T4. Concluíram que os indivíduos mais suscetíveis a desenvolver a reabsorção radicular apical grave, podem ser identificados de acordo com a própria quantidade de reabsorção durante os estágios iniciais do tratamento ortodôntico.

Consolaro e Consolaro (2009), realizaram um estudo abordando sobre o caráter inflamatório da reabsorção radicular causada por dispositivos ortodônticos, destacando os fenômenos genéticos envolvidos, sem, necessariamente, haver relação com a hereditariedade. Desse modo, segundo eles, a reabsorção radicular, associada ao tratamento ortodôntico, é do tipo inflamatória, tendo, como consequência, o processo inflamatório que se instalou no ligamento periodontal. A maior ou menor destruição tecidual analisada na inflamação, estaria em relação com os agentes agressores e não dependeria dos genes. Em paralelo, se a força ortodôntica induzir estresse em maior ou menor grau, hialinização, morte celular e a própria inflamação, isso não estaria condicionado, de forma direta, aos genes comandantes da defesa e reparo do ligamento periodontal e sim do tipo de força, intensidade e frequência, podendo ser diminuídas ou aumentadas, dissipadas ou não, conforme a morfologia óssea do local e também radicular. Isso porque, em todos os trabalhos, há uma relação entre o tipo, intensidade, frequência da força, morfologia óssea local e radicular, com o grau de severidade da reabsorção radicular. A reabsorção da raiz, modelação e remodelação óssea são mecanismos que envolvem a participação de proteínas e peptídeos. Tais componentes são sintetizados e renovados continuamente devido às informações repassadas pelos genes, por meio de estímulos dados pelos mediadores em seus receptores de membrana celular. Portanto, esses fenômenos são genéticos, ou seja, a reabsorção óssea e dos tecidos dentários possuem natureza genética. Porém, por meio da interação com o ambiente, vários fatores externos e estranhos aos genes do indivíduo podem colaborar para que as células e tecidos produzam mediadores, que acabam por ativar, nos receptores celulares, os genes, gerando o desencadeamento da função de reabsorção óssea ou dentária. Não obstante, esses episódios não são herdados ou hereditários. Sendo assim, nas situações de movimentação ortodôntica, a inflamação e também o estresse celular irá resultar em acúmulo dos mediadores, ocasionando a morte de cementoblastos, exposição radicular e hialinização da matriz extracelular, induzindo, assim, a atividade de células clásticas e osteoblásticas por meio dos receptores de membrana e ativação gênica. Entretanto, serão os fatores ambientais os responsáveis

por todo esse processo, não tendo relação com qualquer alteração ou mutação gênica advindas dos pais. Esses fatores modificam as ordens e comandos genéticos originalmente programados. Outrossim, fora identificado a presença do receptor P2X7 (purinergic receptor P2X, ligand-gated ion channel, 7) em áreas de ligamentos periodontais submetidas a estresse por forças ortodônticas. O receptor, ao que tudo indica, está sempre presente em áreas próximas à necrose ou injúria celular, analogicamente ao que ocorre no ligamento periodontal submetido à forças de compressão. Estudos de mecânicas ortodônticas em ratos, separados em dois grupos, obteve, como um dos resultados, a seguinte conclusão: no grupo de animais em que o P2X7 estava presente, as reabsorções radiculares seguiram um padrão normal, devido ao fato de haver uma reparação mais rápida, além da camada cementoblástica ser reconstituída em menor espaço de tempo, em comparação com o grupo que tinha o receptor ausente. Contudo, o resultado pode ser interpretado de forma equivocada, atrelando o fato da presença do receptor ser fator de proteção contra as reabsorções. Na verdade, ele faz parte do cenário inflamatório e reparador de tecidos, exercendo relevante papel na comunicação intercelular. Os autores concluíram que a reabsorção radicular decorre de procedimentos mecânicos sobre os tecidos, gerando estresse e inflamação, fazendo com que os mediadores ativem os mecanismos genéticos, sem que haja o fator hereditário envolvido.

Weltman et al. (2010) elaboraram uma revisão sistemática da literatura, na perspectiva de estudar a reabsorção radicular associada à movimentação ortodôntica. Sendo assim, como critério de seleção do estudo, foram incluídos ensaios clínicos randomizados. No total, 13 artigos foram incluídos no processo. Desse modo, o estudo abordou algumas variáveis da terapia ortodôntica com o surgimento de processos de reabsorção da raiz (RR). Seguindo tal linha, forças contínuas produziram maiores reabsorções, frente ao uso das descontínuas. Já forças pesadas e de intrusão, também estariam atreladas ao aparecimento de reabsorções, em detrimento das leves e extrusivas. Com relação à pausa no tratamento, a quantidade de reabsorção foi menor nos pacientes tratados de modo pausado, frente àqueles inseridos em terapias contínuas. Houve ausência de correlação significativa entre reabsorção e o histórico de trauma, terapia com exodontia, classificação de Angle, tempo com elásticos intermaxilares para Classe II e arcos retangulares. Neste caso, o risco de viés foi moderado. Quanto ao uso de fios retos ou padrão edgewise, os resultados mostraram

pouca diferença na quantidade de perda radicular entre grupos analisados, assim como na sequência de arcos. Em se tratando de morfologia da raiz, os elementos dentais de formato atípico antes do tratamento, não foram mais propensos a adquirirem a reabsorção induzida ortodonticamente de modo moderado a severo, quando comparados aos “normais”. Ademais, o número de fases de tratamento, parece influenciar no grau de RR. Indivíduos incluídos em mais de uma fase, tiveram episódios reduzidos de processos de reabsorção nas terapias de Classe II, diferentemente dos indivíduos tratados em uma única fase. Por fim, o uso de técnicas envolvendo bráquetes autoligados *versus* sistemas ortodônticos convencionais, tiveram o mesmo impacto na reabsorção apical dos incisivos inferiores de pacientes estudados.

Vieira et al. (2011) elaboraram um estudo de revisão, no intuito de avaliar os mecanismos bioquímicos relacionados com a reabsorção radicular no tratamento ortodôntico. Dessa forma, o processo estaria atribuído com a hialinização do ligamento periodontal, cuja preferência se daria em áreas submetidas à forças compressivas. Os eventos que levam à perda de estrutura mineralizada, iniciariam com a hipóxia do ligamento periodontal, seguida de episódios de necrose, surgimento de áreas hialinas, aporte das células inflamatórias mononucleares com instauração de processo inflamatório agudo, remoção de tecido hialinizado e também do pré-cemento, início do mecanismo de desmineralização pelas células mononucleares e, por último, o processo de reabsorção por células tipo clasto. Assim, concluiu-se que o mecanismo da reabsorção radicular atrelado à movimentação ortodôntica precisa ser mais bem elucidado, tal como a questão da relação da magnitude das forças ortodônticas envolvidas nas terapias.

Leite et al. (2011) estudaram um caso clínico sobre o processo de reabsorção radicular apical após o tratamento ortodôntico. Desse modo, paciente P.C.S.C, sexo feminino, 19 anos, buscou a Faculdade de Odontologia (F.O) da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), tendo, como queixa principal, um apinhamento dentário em região de incisivos inferiores e superiores, além de impactação do elemento dental 47. Em sua história odontológica, a paciente relatou tratamento ortodôntico realizado dos 9 aos 13 anos de idade. Sua radiografia panorâmica pré-tratamento, não acusava arredondamento radicular ou qualquer forma de encurtamento apical da raiz. Por outro lado, aos 15 anos de idade, devido a fatores recidivantes, a paciente passou a utilizar,

novamente, dispositivo ortodôntico. Além disso, não foram solicitados novos exames radiográficos. O retratamento teve duração de dois anos. Durante os dois tratamentos, houve ausência de tomadas radiográficas periapicais dos incisivos centrais superiores, a cada seis meses, visando o monitoramento. Devido à fortes dores em seus dentes, a paciente optou por interromper a terapia. Por meio do exame clínico realizado na F.O, constatou-se ausência do elemento 47, terceiros molares e cárie. O periodonto se encontrava em bom estado. Radiografias periapicais de todos os dentes e panorâmica, foram solicitadas. Como resultado, notou-se o arredondamento radicular apical de maneira generalizada, principalmente no dente 11 e 21. Com isso, fora sugerida um tratamento ortodôntico com mínima intensidade de força aplicada, de modo a minimizar o surgimento de nova reabsorção. Receosa, a paciente optou por não realizar o retratamento. Os autores concluíram que a intensidade da força, associada ao tempo, colaborou com a reabsorção e que o grau da mesma pode estar ligado ao uso de aparelho ortodôntico fixo por tempo prolongado.

Nanekrungsan et al. (2012) desenvolveram um estudo avaliando a incidência e o grau de reabsorção radicular apical externa (RRAE) nos incisivos superiores em pacientes tratados ortodonticamente, avaliando, também, alguns fatores relacionados com tal reabsorção, no grupo desses elementos dentais. Desse modo, 564 incisivos superiores, de 181 indivíduos submetidos à terapia ortodôntica durante os anos de 1995 a 2005 na clínica de pós-graduação do Departamento de Ortodontia da Universidade de Chiang Mai, foram examinados. Os dados pré-tratamento e as variáveis foram incluídas, como: sexo, idade, overbite, overjet, forma da raiz, histórico de trauma na face, condição alérgica (sim ou não), má-oclusão, exodontias de pré-molares superiores, tipos de bráquetes, tempo de tratamento e propulsão lingual (sim ou não). Como forma de medição das radiografias antes e após tratamento, utilizou-se um paquímetro digital (KEIBA, Japão), cuja ponta média era de 0,01 mm. O comprimento da raiz fora medido do ponto médio da junção cimento esmalte até o ponto mais apical. Um mesmo examinador calculou as medidas duas vezes em 20 radiografias selecionadas de modo aleatório, além de usar a correlação de Pearson. O teste mostrou uma boa correlação entre a primeira e a segunda medida ($r=0,81$) e $p<0,05$. O grau de RRAE foi classificado em 3 categorias, conforme a porcentagem de reabsorção: leve (menor que 10%), moderada (10-20%) e grave (maior que 20%). Aproximadamente, 60% dos dentes apresentaram grau leve de reabsorção, 32%, grau

médio e, 8%, grave. Dentre as variáveis analisadas no estudo, aquelas que causaram maiores diferenças em RRAE foram: idade inicial do tratamento, formato da raiz, sobressaliência, histórico de trauma, incidência de alergia, exodontia de pré-molares superior e duração do tratamento. Overbite, sexo, hábitos linguais, tipos de má-oclusão e bráquetes, não foram associados com a reabsorção apical externa. Os autores concluíram que o tratamento ortodôntico deverá ser realizado com cautela nos pacientes que já se submeteram a procedimentos de exodontias, que apresentam raízes dilaceradas ou pontiagudas e que também necessitam de um tempo maior de uso dos dispositivos de correção ortodôntica.

Picanço et al. (2013) fizeram um trabalho de modo a avaliar os fatores predisponentes à reabsorção radicular externa severa nos incisivos superiores (grau 3 ou 4 de Malmgren) durante o tratamento ortodôntico. Assim sendo, 99 indivíduos, divididos em dois grupos, foram submetidos ao estudo. Todos eles atendiam aos requisitos, como: boa saúde bucal e sistêmica; ausência de perda dentária na região maxilar de canino a canino e ausência de doença periodontal, perda óssea vertical e prótese. Já aqueles que apresentavam dentes tratados endodonticamente, ápice radicular incompleto, agenesia, dentes supranumerários e registros iniciais em falta, foram excluídos. Com relação aos grupos, o primeiro (pessoas que apresentaram grau 0 e 1 de reabsorção após o tratamento) foi composto por 50 pacientes (26 com extrações dentárias e 24 sem), cujo tempo de terapia ortodôntica foi de 3,21 anos. Já o segundo grupo (pessoas que apresentaram grau 3 ou 4 de reabsorção pós-tratamento), contou com 49 pacientes (24 com extrações dentárias e 26 sem), cujo tempo de terapia ortodôntica foi de 3,98 anos. Como forma de avaliação dos resultados, usou-se radiografias periapicais iniciais e finais, juntamente com cefalogramas iniciais de cada paciente. Adiante, mediu-se o comprimento radicular, por meio da distância do ápice até a junção cimento-esmalte, seguindo o longo eixo do incisivo. Tal medição, englobou as radiografias iniciais e também finais. Outrossim, teste de qui-quadrado fora usado para comparações intergrupos de gênero, tipo de má oclusão, formato de raiz e crista óssea e tratamento com ou sem exodontia. Teste t foi usado para comparação de idades, tempo de terapia e variações cefalométricas entre os grupos. Resultados significativos seguiram a premissa de $p < 0,05$. Os estudiosos concluíram que o aumento de idade e tempo de tratamento, exodontias, comprimento curto da raiz, diminuição da proporção coroa/raiz e cortical alveolar fina,

teriam relação com a ocorrência de reabsorção radicular severa. Já o tipo de má oclusão, gênero, morfologia radicular e de crista óssea, não seriam fatores de riscos para o desenvolvimento de processos reabsortivos severos.

Ferlin et al. (2014) fizeram uma revisão de literatura referente à reabsorção radicular frente a movimentação ortodôntica. Desse modo, o trabalho contou com artigos publicados entre os anos de 2004 a 2014, cuja pesquisa se deu por meio da plataforma PUBMED. Os descritores utilizados, foram: "root resorption", "tooth movement" e "orthodontics" e, no fim, restaram 11 artigos para o estudo. Foi evidenciado que após a aplicação de forças ortodônticas, haverá uma compressão dos vasos sanguíneos do ligamento periodontal, gerando áreas inflamatórias locais e necrose, o que comumente recebe o nome de hialinização. Segundo estudiosos, forças amenas causam uma reabsorção radicular mínima, ao contrário de forças mais intensas. Movimentos intrusivos, de inclinação e torque, apresentaram índices de reabsorção maiores. Métodos radiográficos, como as radiografias periapicais, panorâmicas e as tomografias computadorizadas, são importantes no monitoramento das raízes durante o tratamento. Os autores concluíram que forças pesadas, de intrusão, torque e inclinação, tendem a gerar maiores quadros de reabsorção radicular na movimentação dentária.

Rey, Smit e Gamboa (2015) estudaram um caso clínico cuja abordagem seria a realização de tratamento ortodôntico em uma paciente com reabsorção radicular idiopática, na qual a terapia visava resolver as preocupações funcionais e estéticas da mesma. Assim sendo, indivíduo do sexo feminino, 17 anos, apresentava queixa principal de diastemas na região maxilar anterior, acabando por interferir em sua interação social. A paciente também estava preocupada com a possibilidade de perder alguns dentes, devido à reabsorção radicular diagnosticada previamente por um ortodontista. A jovem detinha perfil reto, estado de saúde, higiene bucal e padrão respiratório normais, apresentando, apenas, deglutição atípica. Em seu exame intraoral, fora observada: má oclusão de Classe I, sobremordida de 5%, sobressaliência de 2mm e incisivos protruídos e labializados nas partes superiores e inferiores. Radiograficamente, todos os dentes tinham raízes afinadas, curtas e canais radiculares esclerosados, além de reabsorção radicular de maneira completa do elemento 22. Havia ausência de tratamento ortodôntico anterior e todos os dentes tinham vitalidade pulpar. Somente o incisivo lateral esquerdo apresentou maior grau

de mobilidade. Como forma de terapia, optou-se por fechar totalmente os diastemas com a aplicação de forças ortodônticas leves. Inicialmente, o tratamento foi iniciado nos segmentos posteriores superiores, na região de caninos e molares. Adiante, foram instalados aparelhos fixos na região anterior. Visando fechar o espaço inferior, cadeias elastoméricas leves foram utilizadas. Durante a fase final do tratamento, encaminhou-se a jovem para a realização de frenectomia labial maxilar e fonoterapia, visando controlar o hábito de interposição lingual. O processo foi completado com o uso de contenções fixas na maxila e mandíbula, de canino a canino. A terapia ortodôntica ocorreu entre os anos de 2009 e 2011. Após tal período, a forma das arcadas dentárias melhorou, os diastemas foram fechados, proclinação dos incisivos superiores e inferiores sofreu grande correção, assim como a sobressaliência, sobremordida, ângulo nasolabial e o sorriso. Os autores concluíram, por meio de radiografias periapicais e panorâmicas, que não ocorreu progressão de caráter significativo da reabsorção radicular.

Sharab et al. (2015) realizaram um trabalho abordando os fatores de riscos genéticos associados à reabsorção radicular apical externa (RRAE) durante o tratamento ortodôntico. Assim, 460 indivíduos, tratados ortodonticamente, foram selecionados de forma aleatória, visando avaliar a RRAE nos quatro incisivos superiores após a terapia com aparelho. Todos eles receberam tratamento com aparelhos fixos edgewise. Adicionalmente, foi registrado nos prontuários dos pacientes, o tipo de terapia (com ou sem exodontia) e a duração da mesma. Radiografias panorâmicas, oclusais e exames cefalométricos foram feitas, visando futuras comparações. A classificação de Malmgren fora usada para fins comparativos de possíveis reabsorções. Três examinadores analisaram as radiografias. Quando pelo menos dois deles concordaram que o paciente obteve RRAE de um ou mais incisivos, tais pacientes foram classificados como afetados. No fim, 67 pacientes foram identificados com reabsorção radicular de moderada a grave. Já entre aqueles sem ou com RRAE mínima, 67 indivíduos foram selecionados, sendo distribuídos no grupo controle. Com relação aos possíveis fatores genéticos associados com a patologia, foram obtidas, de cada paciente, amostras de swab bucal. Adiante, isolou-se o DNA genômico por meio do método Puregene e as concentrações do mesmo fora medida em espectrofotômetro NanoDrop-1000. Os estudiosos perceberam que a duração do tratamento acabou sendo a variável de maior influência na ocorrência da

reabsorção radicular na população ($p < 0,0001$). Dos sessenta e sete indivíduos do grupo afetado pela RRAE, vinte tiveram que passar por exodontias de pré-molares superiores, comparados com sete pacientes do grupo controle. As extrações não foram significativamente associadas aos episódios reabsortivos ($p = 0,0469$). Em se tratando de fatores genéticos, variações no gene P2RX7 acabaram por mostrar certo grau de influência na reabsorção radicular externa. Já para o polimorfismo rs208294, aqueles portadores de genótipo tipo CT ou CC, seriam os mais vulneráveis frente aos processos reabsortivos (em comparação àqueles que possuíam genótipo TT), assim como quando há expressão do polimorfismo ILB. Entretanto, mais estudos seriam necessários para avaliar a relação entre fatores genéticos e reabsorção radicular apical.

Maués, Nascimento e Vilella (2015) avaliaram, por meio de radiografias periapicais, a prevalência de reabsorção radicular apical externa (RRAE) severa e sua relação com o tratamento ortodôntico naqueles indivíduos englobados na técnica Edgewise Standard. Sendo assim, uma amostra radiográfica de incisivos de 129 pacientes, selecionadas de modo aleatório, antes e após a terapia, foi incluída. Todos os pacientes foram tratados através do Departamento de Ortodontia da Universidade Federal Fluminense (UFF). Os critérios de inclusão foram presença de radiografias periapicais pré e pós tratamento. Já os de exclusão, envolveu lesões periapicais e apinhamento severo (cuja sobreposição dificultava a visualização de raízes), traumatismo dentário anterior e/ou tratamento endodôntico. O índice de Malmgren foi utilizado para a avaliação do grau de severidade de RRAE. Um paquímetro digital (Lee Tools, Brasil), cuja precisão era de $\pm 0,02$ mm e reprodutibilidade de $\pm 0,01$ mm seguindo o longo eixo do dente, também foi usado, de modo a medir o comprimento dental. Contornos radiculares dos incisivos superiores e inferiores, avaliados antes e após o tratamento, foram comparados. Tal comparação, se deu posicionando o longo eixo dental paralelamente à imagem índice. Outrossim, o grau de RRAE foi distribuído da seguinte forma: escore 0 (ausência de alteração radicular apical); escore 1 (contorno irregular radicular); escore 2 (reabsorção menor que 2mm); escore 3 (reabsorção de 2mm a um terço da raiz) e escore 4 (perda de mais de um terço de comprimento radicular). Empregou-se o programa computacional Microsoft Office Planilha Excel (versão 2007), visando organizar os resultados, além de um cálculo amostral. Dois examinadores avaliaram os resultados. O coeficiente kappa mostrou

que a concordância entre o período de medição foi de 0,84 e a dos observadores 0,81. Conforme análise dos resultados, os incisivos centrais superiores apresentaram as maiores taxas de reabsorção radicular severa, seguidos pelos laterais superiores e laterais inferiores. É válido ressaltar que dos 959 elementos dentais avaliados no estudo, 28 (2,9%), apresentaram reabsorção grave. Os estudiosos perceberam que exodontias para fins ortodônticos, tratamento por mais de três anos, dentes anteriores maxilares, overjet maior que 5mm e ápice radicular fechado no início das terapias, seriam considerados fatores preponderantes para o surgimento da problemática.

Chen, Haq e Zhou (2015), por meio de uma análise retrospectiva longitudinal, compararam a extensão da reabsorção radicular nos incisivos superiores e inferiores nos pacientes com apinhamento anterior grave, Classe 1, tratados com bráquetes convencionais pré-ajustados e autoligados. Os critérios de inclusão, consistiram em pacientes com má oclusão Classe 1 de Angle, com apinhamento anterior maior que 6 milímetros. Já os de exclusão, foram: indivíduos com reabsorção radicular, presença de elásticos de Classe 2, tratamento endodôntico, história de caninos impactados por trauma, tratamento ortodôntico anterior ou com sinais de reabsorção radicular apical externa observados em um primeiro exame e/ou anomalias dentárias de dentes antes do tratamento. Setenta participantes foram incluídos neste estudo, sendo selecionados, através do Departamento de Ortodontia, do hospital de Estomatologia, da Universidade de Medicina de Wenzhou (China). Eles foram divididos em dois grupos. O grupo 1, com 35 indivíduos (18 do sexo feminino e 17 do sexo masculino), no qual fora utilizado bráquetes autoligados passivos com 0,022 x 0,028 in. Slot (Damon 3, OMRCO, EUA) e o grupo 2, também com 35 participantes (19 do sexo feminino e 16 do sexo masculino), no qual utilizou-se bráquetes convencionais pré-ajustados com um slot de 0,022 x 0,028 pol (3 M Unitek, Califórnia, EUA). Obteve-se radiografias periapicais de forma padrão, com a técnica de paralelismo de cone longo (SIEMENS, SIDEXIS XG, Alemanha), advindas de um único operador. Os comprimentos dos incisivos superiores e inferiores foram medidos por meio de filmes periapicais intra-orais, antes e após a terapia ativa. O comprimento radicular foi medido da junção cimento-esmalte ao ápice. Possíveis distorções de imagens entre as exposições radiográficas pré e pós-tratamento foram calculadas utilizando os registros do comprimento da coroa dentária, método este, já descrito por Linge e Linge. Um fator de correção foi calculado de modo a comparar as radiografias antes

e depois do tratamento. Tal fator é representado pela seguinte equação: $FC = C1/C2$, onde C1 corresponde ao comprimento da coroa na radiografia antes e C2 o comprimento radiográfico da mesma após a terapia ortodôntica. Já a reabsorção radicular apical por dente, foi calculada da seguinte maneira: $RRA = R1 - (R2 \times FC)$, onde R1 seria o comprimento da raiz antes do tratamento e R2 o comprimento após. A avaliação da reabsorção radicular foi realizada cegamente por um autor nas radiografias periapicais finais e nas radiografias iniciais. Um teste t foi empregado para comparar o grau de reabsorção radicular em cada grupo entre os períodos T1 e T2 e um outro teste t, não pareado, foi usado para comparação entre os dois grupos. Em todos os testes estatísticos, o nível de significância foi fixado em 5% e os cálculos estatísticos foram realizados por meio do software Statistic SPSS1.0 (versão 20.0, IBM Inc, EUA). Ademais, a estatística Kappa apontou concordância entre a avaliação intra-examinador, tanto na reabsorção radicular inicial, quanto na final. Outrossim, o método de Malmgren foi utilizado para a avaliação da gravidade da reabsorção apical. Os estudiosos concluíram que não houve grande diferença na comparação do grau de reabsorção radicular entre os dois grupos, sendo que, no primeiro, 67,14% dos dentes foram classificados com pontuação 0 e 1 e, os 32,86% que sobraram, classificados em pontuações 2, 3 e 4. O segundo grupo obteve 55,71% de pontuação 0 e 1 e 44,29% com escores 2, 3 e 4.

Feller et al. (2016) desenvolveram um artigo de revisão no intuito de exemplificar alguns dos eventos biológicos associados à reabsorção radicular apical externa induzida ortodonticamente. As tensões geradas nas raízes dentárias durante a movimentação ortodôntica, estão concentradas na porção apical, onde, não apenas o movimento dentário seria mais intenso, mas, também, a tensão por unidade de área superficial, comparada com a porção cervical, mais espessa. O osso alveolar elástico e fino ao redor do terço cervical da raiz, possui a capacidade de absorver melhor o estresse de forças mecânicas ortodônticas, em comparação ao osso alveolar mais espesso e menos elástico do terço apical. Durante a terapia ortodôntica, a necrose e o processo de hialinização do ligamento periodontal e do osso alveolar acontece como resposta à situação de compressão dos vasos e, conseqüentemente, isquemia do ligamento periodontal e osso alveolar adjacente. Células multinucleadas, de caráter semelhante aos macrófagos, osteoclastos e cementoclastos, removem os tecidos necróticos e hialinizados na zona compressiva periodontal, gerando, assim, efeitos colaterais da reabsorção externa. Durante a reabsorção do cimento induzida por

variáveis mecânicas, muitos mediadores biológicos como hormônios, citocinas, fator estimulador de colônias de macrófagos e RANK, RANKL e via sinalizatória OPG serão fundamentais na diferenciação e função dos cementoclastos/odontoclastos. Ademais, os cementoclastos/odontoclastos se originam por meio de células mononucleares circulatórias, que acabam por extravasar no ligamento periodontal, em resposta a agentes de natureza quimioestática, migrando, assim, para áreas de reabsorção na superfície da raiz. A atividade reabsortiva dessas células também seria controlada por via de sinalização RANK/RANKL/OPG, expressa na região do ligamento periodontal. Embora o cemento seja semelhante ao tecido ósseo, ele possui uma capacidade limitada no quesito de remodelação, seja pela falta de inervação, vascularização ou estrutura lamelar. Os autores frisaram que a reabsorção dentinária de origem externa, só ocorreria se houvesse uma reabsorção cementária, por exemplo. Uma das maneiras de conter tal processo, seria interromper ou aplicar estímulos ortodônticos intermitentes, de modo a ocorrer a reparação cementária. Adicionalmente, as radiografias se fazem importantes no quesito de monitoramento do paciente frente à possíveis quadros de reabsorção das raízes.

Constantino et al. (2017) realizaram uma revisão de literatura a fim de se avaliar a relação da reabsorção radicular externa com o tratamento ortodôntico, apresentando fatores que podem corroborar com tal associação, como: morfologia da raiz; técnicas utilizadas; dentes mais susceptíveis; fatores preditivos; magnitude de força, intervalo de aplicação dessas forças e duração e tempo de terapia. Sendo assim, foram feitas pesquisas em periódicos e também por artigos científicos selecionados através do SCIELO, BIREME e LILACS, cujas palavras chaves relacionadas com a recidiva ortodôntica, foram utilizadas. Fora observado que a morfologia da raiz e da crista óssea alveolar, são fatores primordiais para a reabsorção radicular externa, visto que, as raízes triangulares com ápices afilados e dentes com raízes curtas, apresentaram reabsorções maiores e também mais precoces. Quanto às técnicas, os autores perceberam que o tratamento ortodôntico mostrou relações com a reabsorção radicular apical, independentemente da mecanoterapia utilizada. De qualquer modo, a técnica Edgewise, com acessórios padrões e fios de aço inoxidável, gerou maiores graus de reabsorções, em comparação com a mesma técnica Edgewise, com acessórios programados e fios de níquel-titânio. Outrossim, os dentes mais acometidos com os episódios de reabsorção seriam, por ordem decrescente, os

seguintes: incisivos centrais superiores; laterais superiores; incisivos inferiores; raiz distal dos primeiros molares inferiores; segundos pré-molares inferiores; segundos pré-molares superiores e molares superiores e inferiores. Conforme Consolaro (2012), os fatores preditivos para a ocorrência de reabsorções dentárias na prática ortodôntica, seriam: traumatismo anterior ao tratamento; reabsorção dentária prévia; raízes triangulares; ápices afilados e dilacerados; raízes curtas; crista óssea alveolar em forma de triângulo; movimentação extensa; exodontias durante o tratamento; mecânicas intrusivas; utilização de elásticos intermaxilares; tempo de mecânica prolongado; retratamento; sistema de ancoragem nas corticais; áreas ósseas esclerosadas ou densas; anodontia parcial; concentração de forças. Em se tratando de magnitude de forças, não é possível quantificá-las de modo individual, pois, isso dependeria de vários fatores, como: tipos de aparelhos, execução do movimento, área de raiz envolvida, suporte ósseo presente e características do periodonto. Seguindo tal linha, conforme outro estudo, o intervalo de aplicação da força poderia ser um fator mais importante do que a magnitude da mesma, em se tratando de reabsorção. Intervalos adequados são fundamentais para que haja resposta metabólica positiva. Em outras palavras, tempo suficiente para que se complete o ciclo metabólico da hialinização, na qual, compreende três fases: degeneração, eliminação dos tecidos destruídos e reparação. Muitos profissionais trabalham com um intervalo de 21 dias, mas é aconselhável ampliar o intervalo e quem sabe até dobrá-lo para aplicar uma nova força, visto as grandes variações individuais, tanto para as respostas metabólicas, quanto para as predisposições de caráter reabsortiva. Por fim, no quesito tempo de tratamento, quanto maior esse tempo, maior seriam os quadros de reabsorções. Os autores concluíram que um diagnóstico de forma criteriosa, além de exames radiográficos, são fatores fundamentais para que a reabsorção radicular apical externa ocorra de forma mais branda, contribuindo, também, para o sucesso do tratamento ortodôntico.

Krishnan (2017) fez uma revisão sobre a relação da reabsorção radicular com a mecânica ortodôntica. Após análise, o autor lembrou que a terapia ortodôntica está relacionada com o encurtamento das raízes dentárias. Sendo assim, visando reduzir a problemática, o autor concluiu que algumas medidas se tornariam fundamentais, dentre elas: uma eficaz história médica do paciente, avaliação de fatores predisponentes e radiografias visando visualizar possíveis alterações de caráter

morfológico das raízes. Avaliações radiográficas periapicais durante o próprio tratamento também se faz uma medida importante. Por fim, a aplicação de forças leves em indivíduos já afetados, de modo a se evitar movimentos intrusivos, por exemplo, se faz primordial.

Fernandes et al. (2017) desenvolveram uma revisão de literatura sobre os possíveis fatores de risco para o surgimento de reabsorção radicular apical externa (RRAE) em pacientes submetidos ao tratamento ortodôntico. Desse modo, realizou-se a busca por artigos no banco de dados MEDLINE, por meio do PubMed, cujas palavras inseridas, foram: “ortodontia”, “reabsorção radicular”, “incisivo” e “polimorfismo genético”, havendo associação com os descritores “E” e “OU”. Foram selecionados 19 artigos entre os anos de 1993 a 2016. Assim sendo, os estudiosos destacaram que há estudos que relacionam a idade e o sexo do paciente como fatores de risco para a reabsorção radicular durante a mecânica, enquanto outros, não. Ademais, a forma da raiz, comprimento, largura e o estágio de formação, já foram relacionadas com maiores chances de desenvolvimento da RRAE. Aquelas mais longas, finas, dilaceradas e pontiagudas, seriam as mais propensas. Contudo, há registros na literatura que apontam em uma não relação de morfologia radicular com o grau de RRAE. Dentes tratados endodonticamente se viram com menos reabsorção radicular, comparados aos não tratados, após o tratamento ortodôntico. Em adição, os elementos dentários que possuíam overjet maior que 5 mm, tenderiam a ser mais acometidos pela reabsorção. O fator tempo também parece influenciar no grau reabsortivo apical de forma diretamente proporcional. Com relação ao polimorfismo genético, mais estudos teriam que ser desenvolvidos, visto as divergências encontradas na literatura. Ao final, concluíram que os dispositivos ortodônticos causam a reabsorção radicular apical externa e os incisivos superiores seriam os dentes mais acometidos. O tempo e a aplicação de forças pesadas também parecem influenciar na RRAE.

Eissa, Carlyle e El-Bialy (2018) através de um estudo piloto, avaliaram o comprimento das raízes de incisivos superiores como uma indicação do grau de reabsorção apical induzida ortodonticamente após o uso de alinhadores Smart Track, comparando o resultado com dois aparelhos ortodônticos fixos diferentes (bráquetes autoligados passivos e os regulares). Desse modo, dentre os critérios de inclusão, destacam-se: homens e mulheres entre 14 e 25 anos; aglomeração mínima a

moderada; ápices radiculares preenchidos e os pacientes deveriam realizar uma tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) antes e depois do tratamento ortodôntico. Já os critérios de exclusão, foram: má-oclusão de classe II ou III; apinhamento severo; histórico de trauma prévio ou endodontia realizada; presença de reabsorção radicular apical antes do uso de aparelhos; indivíduos com hábitos parafuncionais e/ou condição sistêmica que poderia interferir nos episódios de reabsorções; mordida profunda ou aberta. Adiante, 33 pacientes (15 homens e 18 mulheres), com apinhamento de 4 a 6 mm e diagnosticados com má-oclusão classe I, foram divididos, igualmente, entre três grupos. No primeiro, utilizou-se o alinhador Smart Track; no segundo, bráquetes autoligados Damon, foram utilizados; no terceiro, empregou-se bráquetes edgewise regulares pré-ajustados. Quanto à duração da terapia, o grupo 1 obteve média de $\pm 1,94$ anos; grupo 2: $\pm 1,74$ anos; grupo 3: 2,75 anos. Outrossim, os comprimentos dos incisivos superiores centrais e laterais foram medidos antes e após a intervenção ortodôntica, usando, como método, a TCFC, juntamente com o software Mimics versão 19. A avaliação cega da reabsorção radicular foi feita por um observador que não conhecia as técnicas corretivas. Os dados dos participantes do estudo foram rotulados com números e enviados para um estatístico que também desconhecia o grupo de pacientes. Como análise estatística, usou-se o SPSS versão 21.0 (SPSS Inc, Chicago, Illinois). Os autores perceberam que as pessoas tratadas com os alinhadores Smart Track, exibiram diminuição significativa no comprimento da raiz de todos os incisivos superiores ($0,44 \pm 0,35$; $P < 0,05$). A reabsorção radicular variou de 0 a 1,4 mm. Já no segundo grupo (Damon), todos os incisivos superiores apresentaram reabsorção radicular de maneira significativa ($0,55 \pm 0,38$; $P < 0,05$), sendo a faixa de reabsorção de 0,1 a 2,3mm. Por fim, aqueles tratados com bráquetes edgewise pré-ajustados, também exibiram quadros reabsortivos nos incisivos de forma integral ($1,04 \pm 0,67$; $P < 0,05$), variando de 0 a 2,5mm. A comparação intergrupo revelou uma grande diferença entre a reabsorção radicular entre os tratados com Smart Track e aqueles tratados com braquetes edgewise ($P < 0,05$). Houve ausência de diferença significativa entre o grupo 1 e o 3 ($P > 0,05$). Os estudiosos concluíram que independentemente dos mecanismos ortodônticos envolvidos, haverá a presença da reabsorção radicular. Mas, os alinhadores Smart Track, geram menos efeitos de diminuição de comprimento radicular, comparados a outros tipos de aparelhos, em caso de má-oclusão classe I com apinhamento leve a moderado.

Ozkalaycai et al. (2018) desenvolveram um estudo a fim de comparar a extensão da reabsorção radicular e quantidade de movimentação dentária entre as forças ortodônticas contínuas e intermitentes (28 dias sim e 7 dias não). Assim sendo, a amostra foi composta de cinquenta primeiros pré-molares superiores de 25 indivíduos tratados ortodonticamente (14 meninos e 11 meninas, cuja faixa etária era de cerca de 13 a 17 anos, com média de aproximadamente 15 anos de idade). Tais pacientes necessitavam de exodontias bilaterais dos primeiros pré-superiores. Os critérios de seleção dos participantes no estudo incluíam ausência de tratamento odontológico nos dentes a serem extraídos, de traumas anteriores e atividade ortodôntica nos mesmos dentes. A inclusão no estudo contemplou a apexificação completa, a ausência de doença periodontal, bruxismo e anormalidade do complexo craniofacial ou dentoalveolar. Adiante, uma força de 150g, de inclinação contínua e em direção para a vestibular, fora aplicada nos primeiros pré-molares superiores de um lado, por um período de 15 semanas. Contralateralmente, força intermitente, de mesma magnitude, foi aplicada, também, por um período de 15 semanas. No fim dos experimentos, os dentes analisados foram extraídos. Um sistema de micro-CT de raios X, foi usado para fazer o escaneamento dos dentes. Programas de softwares criaram imagens axiais bidimensionais cortadas, de modo a reconstruir imagens tridimensionais e realizar o cálculo de volume de cratera reabsorvida na superfície radicular. Modelos de gesso foram obtidos pré e pós-período de experimento. Os moldes maxilares foram digitalizados por meio de scanner de imagem colorida Epson Expression 1600, cujas imagens impressas no papel, facilitaram a medição. As distâncias das cúspides vestibulares e linguais dos primeiros pré-molares serviram de referências no cálculo do movimento vestibular dos próprios dentes. Os autores perceberam que os elementos dentais englobados na mecânica contínua, apresentaram maior volume médio de crateras de reabsorção, em comparação com o outro grupo, além de uma maior quantidade de movimentação dentária vestibular e rotacional, comparada com a amostra associada às forças intermitentes ($P < 0,001$).

Oliveira et al. (2018) revisaram a literatura a respeito da reabsorção radicular no tratamento ortodôntico, abordando os fatores de risco que corroboram para tal reabsorção como, tipo de terapia, movimento, força e duração da terapia. Sendo assim, realizou-se pesquisa bibliográfica nas bases de dados LILACS e PubMed (Medline), durante os anos de 2008 a 2017. As palavras-chave utilizadas, foram:

“reabsorção radicular” e “ortodontia”. Cinquenta artigos entraram no estudo. Conforme a revisão de literatura, pôde-se perceber que, uma boa anamnese, além de tomadas radiográficas periapicais, seriam de suma importância no quesito de identificação de possíveis reabsorções prévias à mecânica ortodôntica, além de prever a morfologia radicular e crista óssea alveolar pré-tratamento. Em paralelo, os autores citaram que aquelas raízes de formato triangular, forma de pipeta, dilaceradas ou com ápices afilados, teriam maiores relações com os episódios de reabsorção mais precoces e também severos, assim como aqueles dentes com raízes curtas. Ademais, os elementos dentais traumatizados devem ser monitorados por cerca de seis meses, antes de serem incluídos na mecanoterapia. Os dentes mais susceptíveis ao processo de reabsorção, seriam os incisivos centrais superiores, seguidos dos inferiores e primeiros molares inferiores. Possivelmente, tal cenário estaria atrelado ao fato desses elementos dentais serem movimentados de uma maneira mais intensa, em comparação com o restante da dentição. Os estudiosos concluíram que a reabsorção radicular é um fenômeno multifatorial, imprevisível, fazendo com que um diagnóstico bem executado durante a anamnese e exames radiográficos, sejam primordiais no desenvolvimento de uma mecanoterapia racional.

Silva, Vargas Jr e Pizzol (2019) fizeram um trabalho de revisão de literatura abordando a avaliação das reabsorções radiculares frente ao tratamento ortodôntico, de modo a orientar o Cirurgião-Dentista quanto às complicações advindas das terapias ortodônticas. Com isso, os autores, por meio das plataformas PubMed, MEDLINE, SciELO, LILACS e Google Acadêmico, empregaram as palavras “reabsorção da raiz”, “técnicas de movimento dental”, “aparelhos ortodônticos” e os termos equivalentes em inglês, como, “root resorption”, “tooth movement techniques” e “orthodontic appliances”, na busca da pesquisa. Os materiais selecionados foram publicados no período de 2000 a 2017. Foram selecionados 31 artigos, além de teses e livros. Desse modo, os estudiosos perceberam que o processo de reabsorção da raiz pode ocorrer por movimentos ortodônticos em excesso, traumas e pelas próprias lesões radiculares. Os dentes mais acometidos seriam aqueles cujas raízes possuem forma triangular e de pipeta, do mesmo modo quando são curtas e dilaceradas. Mecânicas de retração e intrusão, seriam aquelas que estariam mais ligadas aos quadros reabsortivos. Não houve diferença no tipo de aparelho (ortodôntico convencional fixo, termoplásticos e auto-ligáveis) e grau de reabsorções radiculares.

Por fim, os autores destacaram que as radiografias são fundamentais na detecção precoce das reabsorções e, caso seja detectada, deve-se fazer pausas de dois a três meses no tratamento. O uso de forças leves e o maior intervalo de tempo entre as ativações dos aparelhos, também seriam fundamentais na minimização da problemática. Feita a remoção dos dispositivos, arcos de contenção fixa devem ser colados de maneira cuidadosa, visando não comprometer todo o processo corretivo.

Fang, Qi e Liu et al. (2019) investigaram a incidência e a gravidade da reabsorção radicular externa nos pacientes tratados com alinhadores transparentes e aparelhos fixos, discutindo, também, os fatores de riscos relevantes entre cada um desses métodos. Assim sendo, avaliou-se o cálculo de medição da reabsorção radicular externa (REE) no início e no fim do tratamento ortodôntico, comparando os resultados entre os grupos. Sendo assim, os pesquisadores desenvolveram estratégias de buscas na plataforma MEDLINE, sem restrições de idiomas, publicações ou datas. Paralelamente, realizou-se uma busca manual, incluindo lista de referências de artigos, literatura cinzenta e dissertações. Como resultado final, selecionou-se 11 artigos para análise qualitativa. Todos os estudos avaliaram a REE nos incisivos superiores e a maioria acabou incluindo também os caninos. Dois trabalhos incluíram a reabsorção externa de pré-molares e molares. Os estudos foram avaliados e selecionados por dois autores (F e Q). As discordâncias foram discutidas juntamente com uma terceira pessoa (L). Outrossim, os autores usaram a ferramenta ROBINS-I para avaliar o risco de viés entre os estudos (baixo, moderado, grave e crítico). Como resultado geral, seis pesquisas apresentaram risco de viés moderado, enquanto, as outras cinco, graves. Em se tratando de meta análise dos incisivos, o que se percebeu foi que houve uma grande diferença entre os grupos, o que acabou por favorecer a diminuição da RRE na amostra dos alinhadores (SMD = -0.65, 95% CI [-0.74, -0.55], $P < 0.1$). Dos 11 estudos, 6 apresentaram menor incidência e gravidade da reabsorção nos casos envolvendo os alinhadores, em comparação àqueles envolvendo os aparelhos fixos. Dois descreveram praticamente a mesma incidência e gravidade e três não relataram reabsorção significativa na população que utilizou os aparelhos fixos convencionais. Diferentes aspectos de ordem mecânica entre as terapias ortodônticas podem explicar o menor efeito dos alinhadores sobre a reabsorção radicular. Dentre eles, o fato de que tais dispositivos podem ser removidos durante a alimentação e no momento da realização da higiene bucal, por exemplo, o

que acaba por gerar interrupções de forças ortodônticas, nesses casos. As evidências que comparam os efeitos desses dois tipos de forças no grau de reabsorção radicular apical, são ausentes. Em todas as 11 pesquisas, houve a percepção de que ocorreu a reabsorção radicular de pelo menos um dente, independentemente do protocolo utilizado. Os autores concluíram que os alinhadores ortodônticos podem não prevenir a ocorrência de reabsorções, todavia, tais dispositivos diminuem a incidência e a gravidade da patologia em questão, comparados com os aparelhos convencionais.

Li et al. (2020) se propuseram a comparar os níveis de reabsorção radicular apical (RRA) nos indivíduos que utilizaram os dispositivos ortodônticos fixos e os alinhadores transparentes em seus tratamentos, sendo a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), o elemento utilizado para a comparação. Sendo assim, 373 raízes, de 70 indivíduos (49 mulheres e 21 homens) foram avaliadas. Tais pessoas foram divididas em dois grupos, contendo 35 participantes cada. O primeiro grupo (alinhadores transparentes), usou o Invisalign. Já o segundo, teve como terapia, o uso de aparelhos fixos convencionais. As imagens tomográficas foram obtidas antes e após o tratamento dos participantes. A avaliação das imagens foi realizada por dois investigadores e um estatístico às cegas. As fotografias foram selecionadas de modo aleatório, sendo medidas pelos dois investigadores. Quatro semanas depois, cada um deles repetiu as medidas. O coeficiente de confiabilidade entre os avaliadores foi de 0,98. Estatisticamente, usou-se o SPSS Statistics 21 para a análise dos dados. Valores de P abaixo de 0,05 foram considerados significativos. Como resultado, a RRA no grupo tratado com alinhadores foi de 56,30%, em detrimento daqueles que usaram dispositivos fixos, que foi de 82,11% ($P < 0,001$). Dentre os elementos dentários, os incisivos laterais nos pacientes com aparelhos fixos (88,52% maxilar e 88,33% mandibular) foram aqueles que apresentaram maiores índices de reabsorção apical. O menor índice foi encontrado nos caninos dos pacientes com alinhadores transparentes (45,00% maxilar e 35,38% mandibular. Quanto à gravidade, indivíduos que estavam na terapêutica com dispositivos móveis, apresentaram reabsorção menor ($0,13 \pm 0,47$ mm em média), frente aos pacientes do grupo dos fixos ($1,12 \pm 1,34$ mm em média), assim como para cada dente individualmente ($P < 0,001$). No segundo grupo, todos os dentes tiveram diminuição de seu comprimento radicular, medidos pré e pós-tratamento ($P < 0,001$ para todos), enquanto que no dos alinhadores, a diferença de comprimento foi maior somente nos incisivos superiores

($P < 0,001$) e central inferior ($P = 0,001$). Os autores concluíram que a TCFC apontou menor gravidade e prevalência da reabsorção radicular apical em pacientes tratados com alinhadores transparentes, frente aos tratados com aparelhos fixos.

Consolaro (2020) desenvolveu um trabalho cujo propósito seria abordar a relação das reabsorções dentárias extensas induzidas ortodonticamente, frente à situações como necessidade de uso de contenções, tratamento endodôntico, colocação de implantes, clareamento dental, facetas e restaurações. O autor ressaltou que a reabsorção radicular apical externa ortodôntica, pode ser considerada como algo aceitável, entretanto, seria um evento patológico. Assim, tais reabsorções, induzidas pela terapia ortodôntica, seriam inflamatórias e começariam com a morte de cementoblastos que protegem os dentes da atividade dos clastos. A causa direta dos episódios reabsortivos seria a concentração de força de tração na região apical dos dentes. Paralelamente, haveria a compressão dos vasos apicais periodontais, diminuição de seu calibre, gerando diminuição do suprimento de sangue aos cementoblastos, que acabariam por morrer e deixariam áreas mineralizadas totalmente expostas. Outrossim, em se tratando de manejo de pacientes nessas situações, algumas ponderações devem ser feitas. Dentre elas, é a de que dentes com extensa reabsorção radicular não necessitam de contenções, visto que eles não possuem mobilidade. Havendo movimentos, outras causas deveriam ser consideradas, como: aparelho removido recentemente; trauma oclusal; bruxismo ou apertamento; perda óssea por doença periodontal; perda óssea cervical por procedimentos ortodônticos; onicofagia. Ademais, os elementos dentários acometidos pela patologia da reabsorção radicular, não necessitam de tratamentos endodônticos, pois, a força de tração dos dispositivos, é leve, quando comparada à do trauma oclusal e dentário, visto que, os vasos apicais, não serão fechados ou rompidos. A polpa dentária não sofrerá isquemia, por exemplo, nem mesmo quando submetida a esforços maiores, pois, diante disso, o ligamento periodontal torna-se hialinizado, não ocorrendo movimentação dos dentes. Outra questão importante, é que o dente que apresenta raízes reabsorvidas apicalmente de forma extensa, não precisam ser substituídos por implantes osseointegrados. Tal possibilidade só poderia ser considerada se houver avulsão e o dente acometido não poder ser mantido dentro da cavidade bucal. Clareamento dental, aplicação de facetas, lentes e processos de restaurações não estão contra-indicados para os dentes com extensa reabsorção.

Apesar de tudo isso, é cabível frisar que esses dentes possuem suporte periodontal mais sensível e propensos a avulsionar durante a prática de esportes ou acidentes, por exemplo. Seguindo essa lógica, a ideia de uma oclusão favorável, de modo a se evitar problemas como a mobilidade, se torna de fundamental importância. O paciente tem que estar consciente de que uma preensão inadequada de alimentos (morder pão, frutas inteiras), pode levar à mobilidade e até mesmo avulsão dos dentes acometidos com a reabsorção. Outros cuidados também devem ser seguidos, dentre eles: evitar o traumatismo dentário e evitar hábitos deletérios (apertamento, bruxismo), além de realizar uma boa higiene bucal, principalmente para manter a saúde periodontal favorável. O autor frisou que os dentes com extensas reabsorções radiculares apicais podem permanecer em boca tanto quanto aqueles considerados normais, caso os cuidados essenciais sejam tomados.

Ramos et al. (2020) compararam a reabsorção radicular apical externa (RRAE) e a lateral externa entre os dentes movimentados através de rebordos edêntulos atróficos e aqueles submetidos aos movimentos ortodônticos usuais. Sendo assim, registros radiográficos de 22 pacientes (14 mulheres e 8 homens), foram analisados. A idade média da população foi de aproximadamente 46 anos. Os participantes do estudo foram aqueles que perderam pelo menos um primeiro molar (há mais de dois anos) e com posterior área atrófica de osso alveolar, inviabilizando o uso de implantes dentários. Foram excluídos pacientes tabagistas, com doença periodontal ativa e doenças sistêmicas, tratados ortodonticamente e cirurgicamente (enxertos), de modo prévio. Assim, os indivíduos foram divididos em dois grupos. O primeiro (experimental), teve um total de 27 pré-molares movimentados por meio de rebordo alveolar atrófico. Já o segundo, teve também 27 pré-molares envolvidos, além do mesmo grupo de dentes. No grupo controle, usou-se a movimentação ortodôntica convencional. As imagens pré e pós movimentação dentária foram usadas como critérios de comparação. Adiante, dois examinadores realizaram as avaliações de medidas, cujo processo se repetiu, para todas as radiografias, 30 dias depois. Testes Kappa mostraram concordâncias significativas entre tais examinadores, tanto para avaliação de reabsorção lateral (examinador 1 = 0,82 e examinador 2 = 0,80), quanto para a apical (1 = 0,79 e 2 = 0,81). Como conclusão, pôde-se perceber que os dentes do grupo 1, adquiriram maiores escores de reabsorção lateral, sendo que, após o tratamento, 56% desses elementos tiveram escores 2 e 3 (presença de uma e duas

lacunas de reabsorção, respectivamente), enquanto, no outro grupo, as pontuações foram de aproximadamente 11%. Por fim, a RRAE aumentou em ambos os casos, sem que houvesse diferenças significativas entre os grupamentos ($p > 0,05$).

Bayir e Silver (2021) realizaram um estudo para analisar, por meio de radiografias panorâmicas pré e pós procedimento ortodôntico, a incidência e o grau de reabsorção radicular apical inflamatória induzida ortodonticamente (RRAIO), os potenciais fatores de risco relacionados ao tratamento e ao paciente e o grau de RRAIO nos diferentes grupos dentais. A amostra do estudo constituiu-se de 1.356 pacientes tratados ortodonticamente (857 mulheres e 498 homens; idade média: $14,4 \pm 2,8$ anos) que atenderam aos seguintes critérios: anamnese, plano de tratamento e fichas de procedimentos clínicos devidamente preenchidos; dentição permanente ou pelo menos um dos dentes molares ou incisivos com formação radicular completa; ausência de uso de aparelho ortodôntico prévio ou trauma dentário; ausência de anomalias craniofaciais, distúrbios sistêmicos (asma crônica, disfunção tireoidiana, dentre outros) ou hábitos parafuncionais (bruxismo, interposição de língua, etc). Quanto ao tipo de dispositivo, os aparelhos convencionais edgewise foram usados em todos os procedimentos. Em se tratando dos métodos radiográficos para a avaliação de medições de reabsorções radiculares inflamatórias induzidas ortodonticamente, foram obtidas radiografias panorâmicas do aparelho panorâmico Planmeca ProMax, seguindo as instruções do fabricante de maneira padronizada. As radiografias foram avaliadas usando o mesmo monitor de LED, pelo mesmo investigador. Quatro semanas depois, medidas de 120 pacientes selecionados aleatoriamente, foram repetidas e a variabilidade interobservadora foi feita. Desse modo, buscou-se comparar os comprimentos das raízes pós-tratamento de todos os dentes, frente aos comprimentos iniciais das mesmas. O índice para avaliar o grau de RRAIO, foi: grau 0 (ausência de reabsorção); grau 1 (reabsorção de até 2 mm); grau 2 (reabsorção de 2 mm até 1/3 da raiz) e grau 3 (reabsorção acima de 1/3 do comprimento da raiz). Para determinar os potenciais fatores de risco, as seguintes variáveis foram adotadas: gênero, idade no início e tipo de tratamento (aparelhos removíveis, fixos, exodontias envolvidas ou não) e a duração da terapia ortodôntica. As análises estatísticas realizadas, utilizaram o SPSS 23.0 (SPSS for Windows, versão 23.0; Chicago, IL). Os coeficientes de correlação entre os observadores ficaram entre 0,915 e 0,945, com praticamente 100% de concordância. Após as intervenções, os quadros de

reabsorção das raízes estiveram em 375 das 1356 radiografias, sendo que, 201 pacientes, desenvolveram RRAIO grave (grau 2 e 3). Quanto ao sexo, os homens apresentaram reabsorções graus 1 e 3 significativamente mais frequente ($n=161$, 32,3%, $P<0,05$) do que as mulheres ($n=214$, 25%). A duração total do tratamento dos pacientes masculinos foi significativamente maior em relação aos pacientes do sexo feminino. Contudo, a distribuição de episódios de reabsorções graves grau 2 e 3 não foi significativamente diferente entre os gêneros. Concluíram que não houve grandes diferenças em se tratando de idade de início e tipo de tratamento (uma ou duas fases), entretanto, a duração total dos procedimentos nos pacientes que desenvolveram RRAIO de qualquer grau foi maior e os indivíduos tratados com extrações tiveram uma alta probabilidade de desenvolver reabsorções radiculares. As taxas de incidência de RRAIO foram maiores nos dentes superiores (33%), em comparação aos dentes inferiores (16%). Os incisivos desenvolveram uma incidência maior de reabsorção tanto na maxila, quanto na mandíbula. O dente com maior incidência de reabsorção apical grave com grau 3 foi o dente 11 na maxila e o 46 na mandíbula.

Toyokawa-Sperandio et al. (2021), por meio de um ensaio clínico randomizado, compararam e investigaram a magnitude da reabsorção radicular apical externa (RRAE), 6 meses após o início do tratamento ortodôntico, nos pacientes tratados com aparelhos fixos convencionais e naqueles tratados com alinhadores. Foram recrutados 40 pacientes, advindos de triagem em escolas da cidade de Londrina (Paraná) e também de mídias sociais. Todos eles apresentavam diferenças quanto à idade, por exemplo. Como critérios de inclusão, os autores citaram: apinhamento moderado, má oclusão Classe I, métodos que não requerem exodontias, simetria da face e passivo selamento labial. Os participantes receberam a terapia na Universidade do Norte do Paraná (UNOPAR). Sendo assim, a população foi dividida em dois grupos. O primeiro, constituiu-se daqueles tratados com alinhadores (cuja troca ocorria a cada 10 dias, com tempo diário recomendado de 22 horas). O segundo, daqueles submetidos ao uso dos dispositivos fixos convencionais. Sendo assim, obteve-se radiografias periapicais dos incisivos superiores e inferiores antes (T0) e após o tratamento (T1), visando a avaliação de possíveis reabsorções. A medida do grau de RRAE foi medida desde o ápice radicular até a borda incisal dos incisivos. Aplicou-se o mesmo método nos tempos T0 e T1 e a diferença das medidas dos tempos, forneceu o grau de reabsorção. Como conclusão, os estudiosos notaram

arredondamento apical em ambos os grupos, sendo que, no primeiro, a variação do comprimento radicular foi de 0,85 mm (T0) e 0,52 mm (T1) e, no segundo, passou de 0,88 mm (T0) para 0,52mm (T1). Desse modo, não houve diferenças notáveis no grau de reabsorção radicular entre as populações.

4 DISCUSSÃO

Os episódios de RRAE possuem estreita ligação com o tratamento ortodôntico (CHEN; HAQ; ZHOU, 2015; CONSTANTINO et al., 2017; EISSA; CARLYLE; ELYBIALY, 2018; FANG; QI; LIU, 2019; FELLER et al., 2015; NANEKRUNGSAN et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2018; TOYOKAWA-SPERANDIO et al., 2020). Durante a mecânica ortodôntica, ocorre um estresse celular e inflamação, por meio de compressão das células do ligamento periodontal, reduzindo o fluxo sanguíneo da região, gerando o quadro de hialinização (CONSOLARO, 2020; CONSTANTINO et al., 2017; FELLER et al., 2016; VIEIRA et al., 2011). Desse modo, com a compressão dos vasos do periodonto apical, haverá uma diminuição do suprimento de sangue para os cementoblastos, culminando na sua morte, fazendo com que as áreas mineralizadas fiquem expostas, atraindo clastos, cuja natureza é de reabsorção (CONSOLARO, 2020).

Há fatores que podem potencializar o processo reabsortivo inerente ao tratamento ortodôntico, dentre eles: duração da terapia, reabsorção radicular prévia, procedimentos que envolvam exodontias, forças aplicadas, tipo de morfologia óssea, dentária e de dispositivos ortodônticos, má oclusão, trauma dentário anterior e polimorfismo genético.

A duração do tratamento ortodôntico tem sido sugerida como aliada aos processos de RRAE. Ou seja, quanto maior o tempo de terapia, maior seria a probabilidade de ocorrência da RRAE (BAYIR; SILVERS, 2021; CHEN et al., 2015; FERNANDES et al., 2017; LEITE et al., 2011; MAUÉS; NASCIMENTO; VILELLA, 2015; PIÇANCO et al., 2013; SHARAB et al., 2016; TOYOKAWA-SPERANDIO et al., 2016). Entre os motivos, podemos citar a maior movimentação dentária (BAYIR; SILVERS, 2012; CHEN et al., 2015) e a remodelação óssea persistente que acontece durante um tempo mais prolongado de tratamento (CHEN et al., 2015). Entretanto, quando se tem situações que requerem grandes movimentações dentárias, a duração da terapia também será proporcional, fazendo com que o tempo não seja o fator principal no intuito de influenciar no aparecimento de RRAE (ARTUN et al., 2009; LEITE et al., 2011).

Com relação à RRAE anterior ao uso de dispositivos ortodônticos, estudos indicam que tal associação possui relação. Assim sendo, quanto maior o grau de reabsorção radicular prévia, maior também serão as chances do agravamento de tais durante o uso dos aparelhos (ARTUN et al., 2009; PIKANÇO et al., 2013; TOYOKAWA-SPERANDIO et al., 2012).

Já nos procedimentos envolvendo exodontias, a relação também é diretamente proporcional, ou seja, a presença de extrações dentárias durante os procedimentos ortodônticos, está associada com maiores graus de reabsorções radiculares, visto que haveria maior movimentação dos dentes, visando o preenchimento dos espaços em que houve a extração (BAYIR; SILVES, 2021; FERNANDES et al., 2017; MAUÉS; NASCIMENTO; VILELLA, 2015; NANEKRUNGSAN et al., 2022; PIKANÇO et al., 2013). Ademais, em casos em que os incisivos tenham que ocupar espaços de dentes extraídos, por exemplo, haveria uma maior retração e movimentação apical (BAYIR; SILVES, 2021; MAUÉS; NASCIMENTO; VILELLA, 2015), além de necessitar de um período maior de tratamento (MAUÉS; NASCIMENTO; VILELLA, 2015). Porém, há estudos que contestam a relação citada (FERNANDES et al., 2017).

Quanto ao quesito força aplicada, aquelas de natureza contínua, contribuíram para níveis de reabsorções mais intensos, quando comparados com o uso de forças descontínuas (VIEIRA et al., 2011; WELTMAN et al., 2010). Isso pode ser explicado pelo fato de que, ao interromper o tratamento, ou também a própria força empregada, o cemento radicular se repara, resultando em menor reabsorção. Biologicamente falando, períodos inativos mais longos seriam interessantes para que houvesse um recrutamento de cementoblastos, de modo a haver o processo reparativo. Ciclos de 28 dias de terapia ativa e 7 dias de “folga”, se tornaria opção interessante em indivíduos que tendem a desenvolver RRAE. Além disso, arcos passivos seriam uma boa alternativa a ser empregada durante a fase inativa da terapia (OZKALAYCIA et al., 2018).

Quando o assunto é o tipo de dente, os incisivos superiores são os mais acometidos pelos processos de reabsorção durante o tratamento com dispositivos ortodônticos (BAYIR; SILVES, 2021; CONSTANTINO, 2017; FERNANDES et al., 2017; LEITE et al., 2011; LI et al., 2020; MAUÉS; NASCIMENTO; VILELLA, 2015; OLIVEIRA et al., 2018, VIEIRA et al., 2011). As causas se devem ao formato cônico

de suas raízes, aliado ao fato de serem apenas uma no elemento dentário, fazendo com que as forças sejam transmitidas diretamente sobre o ápice (CONSTANTINO, 2017).

A morfologia óssea local e também radicular, como citada anteriormente, favorece no agravamento das reabsorções radiculares. Cristas ósseas de formato retangular e com cortical fina, corroboram com os episódios reabsortivos por haver uma menor deflexão óssea, além de gerar uma força maior no ligamento periodontal (CONSTANTINO, 2017; OLIVEIRA et al., 2018; PICANÇO et al., 2013). Voltando à questão do tipo de raiz, aquelas de formato triangular, dilaceradas e em formato de pipeta, são mais propensas ao arredondamento radicular (CONSTANTINO 2017; NANEKRUNGSAN et al., 2012). No caso das dilaceradas, maiores forças seriam necessárias para mover a raiz, em comparação com aquelas ditas “normais”. Já nas pontiagudas, uma maior tensão seria distribuída, devido ao formato menor do ápice (NANEKRUNGSAN et al., 2012).

Diferentes tipos de dispositivos, geram diferentes influências sobre a reabsorção radicular apical. Os alinhadores, por exemplo, contribuem para a minimização da gravidade e incidência das reabsorções radiculares, em comparação aos aparelhos fixos tradicionais (EISSA et al., 2018; FANG; QI; LIU, 2009; LEITE et al., 2011; LI et al., 2020). Dentre as explicações para o achado, cabe citar que os alinhadores removíveis detêm a capacidade de aplicar forças intermitentes mais facilmente, acabando por permitir a cicatrização de maneira mais favorável ao cimento radicular (EISSA et al., 2018). É válido lembrar que tanto um, quanto o outro aparelho, não irá inibir a reabsorção por completo (EISSA et al., 2018; FANG; QI; LIU, 2009;). Ainda assim, os alinhadores são teoricamente utilizados em procedimentos mais simples (LI et al., 2020) onde o movimento de torque e intrusão, são menos intensos (LEITE et al., 2011).

A má-oclusão também corrobora no agravamento das reabsorções. O overjet foi bastante associado com os episódios reabsortivos, sendo aqueles maiores que 5 milímetros (mm), um grande fator de risco. A correção dos overjets implicaria em uma extensa movimentação dos incisivos, no intuito de reduzir a protrusão maxilar (FERNANDES et al., 2017; NANEKRUNGSAN et al., 2012).

Outrossim, o trauma dentário colabora para RRAE severas, como em casos envolvendo concussões. Em muitas das vezes, os próprios pacientes costumam não lembrar de relatar o fato durante a anamnese (CONSOLARO, 2020). Durante impactos mais intensos, gasta-se “energia” para devolver o dente ao alvéolo, por exemplo, além de o ligamento periodontal poder sofrer alterações (NAKEKRUNGSAN et al., 2012). Os elementos traumatizados necessitam ser monitorados por um período de seis meses, antes de serem incluídos na terapia ortodôntica (OLIVEIRA et al., 2018).

Por fim, fatores genéticos parecem ter relação com a intensidade da RRAE induzida ortodonticamente (FERNANDES et al., 2017). A reabsorção óssea e também radicular, está associada com peptídeos, mediadores, receptores, proteínas, codificadas geneticamente (CONSOLARO; CONSOLARO; 2009). Interleucinas, prostaglandinas e fatores de necrose tumoral, possuem relação com a RRAE (VIEIRA et al., 2011). Todavia, mais estudos seriam necessários na busca por fatores genéticos adicionais que poderiam estar relacionados com o arredondamento apical em terapias com os dispositivos ortodônticos (SHARAB et al., 2016).

Em geral, as raízes dentárias possuem áreas de diferentes porcentagens no quesito suporte periodontal. O terço apical, é responsável por 10% do suporte; o médio, por 30% e o cervical, por 60%. Isso explicaria o fato de que os dentes que possuem somente a parte cervical da raiz na arcada dentária, permanecem funcionais e fixos. De todo modo, isso não exime tais dentes de terem suporte periodontal enfraquecido, os tornando mais propensos a avulsionar durante acidentes ou em práticas esportivas, por exemplo (CONSOLARO, 2020). Dentes com raízes curtas podem não exercer a função de pilares protéticos, em uma eventual necessidade de prótese parcial fixa (PPF), no futuro (ARTUN et al., 2009), além de haver menor suporte periodontal para o dente envolvido (DUDIC et al., 2008). Por isso, uma boa higiene bucal, visando preservar as estruturas periodontais, se faz importante (CONSOLARO, 2020).

Desse modo, métodos radiográficos, no intuito de se buscar identificar o quanto antes a patologia radicular abordada, diagnóstico e planos de tratamento corretos, avaliação de fatores predisponentes e diálogo com os pacientes, são primordiais para o sucesso do tratamento envolvendo a ortodontia.

Clinicamente, o uso de radiografias é o método para identificar a reabsorção das raízes (DUDIC et al., 2008; PICANÇO et al 2013). Por isso, exames radiográficos e diagnósticos criteriosos, são fundamentais para que ocorra menores graus de reabsorção perante à terapia ortodôntica (CONSTANTINO et al., 2017; FELLER et al., 2016; OLIVEIRA et al., 2018), de modo a haver um planejamento mais racional.

As tomografias computadorizadas e as radiografias periapicais, constituem as principais escolhas na avaliação da problemática abordada. As primeiras, por possuírem a capacidade de registro tridimensional, se tornam uma grande aliada, justamente pelo fato de que o fenômeno da reabsorção também possui caráter tridimensional. A grande vantagem dessa técnica, é que se tem uma visualização das crateras de reabsorção em diferentes níveis, seja ele topográfico, morfológico e de extensão (DUDIC et al., 2008). Todavia, as tomografias possuem um maior custo e maiores doses de radiação teriam que ser empregadas.

Em se tratando de radiografias periapicais, elas possuem uma maior acurácia no quesito de identificação de magnitude das RRAEs, quando comparadas às radiografias panorâmicas, devido ao menor grau de distorção e maior precisão de detalhes, por exemplo, além de possuírem custo inferior às tomografias (MAUÉS; NASCIMENTO; VILELLA, 2015).

Métodos radiográficos panorâmicos, oferecem menor exposição à radiação aos pacientes, melhor cooperação e menor tempo de trabalho. Porém, esse tipo de radiografia seria o menos confiável, justamente por não nos fornecer um registro morfológico preciso da raiz (KRISHNAN, 2017), além de, em muitos dos casos, haver distorções e sobreposições de imagens (BAYIR e SILVER, 2021).

Avaliações radiográficas são recomendadas durante o tratamento (FERLIN et al., 2014) sendo o tempo de seis e doze meses após o início da terapia, considerado de grande importância para se fazer as tomadas (BAYIR e SILVER, 2021; TOYOKAWA-SPERANDIO et al., 2012). De qualquer forma, é necessário haver um determinado grau de reabsorção radicular, para que esta seja detectável nas radiografias (DUDIC et al., 2008).

Durante o planejamento da terapia, o paciente ou os pais devem estar cientes sobre os riscos que envolvem todo o processo. Perante o diagnóstico de qualquer

RRAE, o tratamento ativo deverá ser suspenso por dois a três meses, utilizando arcos passivos, com o objetivo de se evitar reabsorção adicional e permitir alguma cicatrização do cimento celular. A ocorrência de tal reabsorção, será minimizada por meio de planejamento cauteloso, execução racional da terapia e monitoramento radiográfico (FERLIN et al., 2014; FELLER et al., 2016; SILVA; VARGAS JR; PIZZOL, 2019.). Geralmente, a RRAE para de evoluir após a terapia ortodôntica (LEITE et al., 2011).

Por fim, é de suma importância o conhecimento do profissional a respeito dos fatores que predisõem ao desenvolvimento dos processos reabsortivos, para que o mesmo possa prever possíveis quadros reabsortivos que vierem a ocorrer, além de oferecer a melhor experiência possível aos seus pacientes (REI; SMIT; GAMBOA, 2015; NANEKRUNGSAN et al., 2012).

5 CONCLUSÃO

Por meio da literatura revisada, pode-se notar que os episódios de RRAE estão intimamente relacionados com a mecânica ortodôntica e que há inúmeros fatores que potencializam a problemática dentre eles: duração da terapia, reabsorção radicular prévia, procedimentos que envolvam exodontias, forças aplicadas, tipo de morfologia óssea, dentária e de dispositivos ortodônticos, má oclusão, trauma dentário anterior e polimorfismo genético. Ainda assim, os indivíduos afetados, podem ter comprometimento limitante frente a algumas situações de ordem odontológica que porventura vierem ocorrer e/ou realizar. Desse modo, para que se minimize o problema, é de fundamental importância que o Cirurgião-Dentista solicite exames radiográficos de rotina, no intuito de se avaliar o comportamento das reabsorções e assim tomar as medidas prudentes frente à situação. Planejamento criterioso, diálogo com os pacientes e familiares e um conhecimento sobre os fatores predisponentes da reabsorção radicular externa durante o tratamento ortodôntico por parte do profissional, será de primordial importância na atenuação do processo reabsortivo como um todo.

REFERÊNCIAS

- ARTUN, J. Identification of orthodontic patients at risk of severe apical root resorption. **Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop**, v. 135, n. 4, p. 448-455, Apr. 2009.
- BAYIR, F.; GUMUS, E.B. External apical root resorption after orthodontic treatment: incidence, severity and risk factors. **Journal Of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects**, v. 15, n. 2, p. 100-105, 5 maio 2021.
- CHEN. W.; HAQ, A.A.A.; ZHOU, Y. Root resorption of self-ligating and conventional preadjusted brackets in severe anterior crowding Class I patients: a longitudinal retrospective study. **BMC. Oral. Health**, v. 15, p. 1-6, 1 out. 2015.
- CONSOLARO, A. Extensive orthodontically induced dental resorption: What to do? **Dental. Press. J. Orthod**, v. 25, n. 2, p. 18-23, mar./apr. 2020.
- CONSOLARO, A.; CONSOLARO, M.F.M.O. A reabsorção radicular ortodôntica é inflamatória, os fenômenos geneticamente gerenciados, mas não é hereditariamente transmitida: sobre a identificação dos receptores p2x7 e cp-23. **Rev. Dental. Press. Ortodon. Ortop. Facial**, Maringá, v. 14, n. 4, p. 25-32, jul./ago. 2009.
- CONSTANTINO, G.I. et al. TRATAMENTO ORTODÔNTICO E A REABSORÇÃO RADICULAR. **Rev. Uningá. Review**, Uningá, v. 28, n. 1, p. 153-158, jan./mar. 2017.
- DUDIC. A. et al. Diagnostic accuracy of digitized periapical radiographs validated against micro-computed tomography scanning in evaluating orthodontically induced apical root resorption. **Eur. J. Oral. Sci**, v. 116, n. 5, p. 467-472, out. 2008.
- EISSA, O.; CARLYLE, T.; EL-BIALY, T. Evaluation of root length following treatment with clear aligners and two different fixed orthodontic appliances. A pilot study. **Journal Of Orthodontic Science**, v. 7, n. 1, p. 11, jun. 2018.
- FANG, X.; QI, R.; LIU, C. Root resorption in orthodontic treatment with clear aligners: a systematic review and meta :analysis. **Orthodontics & Craniofacial Research**, v. 22, n. 4, p. 259-269, 29 ago. 2019.

FELLER, L. et al. Apical External Root Resorption and Repair in Orthodontic Tooth Movement: Biological Events. **BioMed Research International**, v. 2016, p. 1-7, 2016.

FERLIN, C.R. et al. OCORRÊNCIA DE REABSORÇÃO RADICULAR NO TRATAMENTO ORTODÔNTICO: REVISÃO CRÍTICA DA LITERATURA. **Rev. Odontol. de Araçatuba**, Araçatuba, v. 35, n. 2, p. 37-40, jul./dez. 2014.

FERNANDES, L.Q.P. et al. Avaliação dos possíveis fatores de risco para reabsorção radicular apical externa após tratamento ortodôntico. **Rev. Bras. Odontol**, Rio de Janeiro, v. 74, n. 2, p. 138-42, abr./jun. 2017.

KRISHNAN, V. Root Resorption with Orthodontic Mechanics: pertinent areas revisited. **Australian. Dental. Journal**, v. 62, p. 71-77, mar. 2017.

LEITE, F.P.P. et al. Reabsorção Radicular Apical – Relato de Caso Clínico. **Rev. Odonto**, v. 19, n. 37, p. 125-133, 30 jun. 2011.

LI, Y. et al. Prevalence and severity of apical root resorption during orthodontic treatment with clear aligners and fixed appliances: a cone beam computed tomography study. **Prog. Orthod**, v. 21, n. 1, p. 1-8, 6 jan. 2020.

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

NANEKRUNGSAN, K. et al. External apical root resorption in maxillary incisors in orthodontic patients: associated factors and radiographic evaluation. **Imaging. Sci. Dent**, v. 42, p. 147-154, 2012.

OLIVEIRA, L.C.S. et al. REABSORÇÃO RADICULAR EM TRATAMENTO ORTODÔNTICO. **Rev. Odontol. Univ. Cid. São Paulo**, v. 30, n. 3, p. 275-289, jul./set. 2018.

OZKALAYCAI, N. et al. Effect of continuous versus intermittent orthodontic forces on root resorption: A microcomputed tomography study. **The Angle Orthodontist**, v. 88, n. 6, p. 733-739, 20 ago. 2018.

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

RAMOS, A.L. et al. Lateral and apical root resorption in teeth orthodontically moved into edentulous ridge areas. **Dental Press J Orthod.**, v. 25, n. 5, p. 24-29, sept./oct. 2020.

REY, D.; SMIT, R.M.; GAMBOA, L. Orthodontic treatment in patient with idiopathic root resorption: a case report. **Dental. Press. J. Orthod**, v. 20, n. 1, p. 108-117, jan./feb. 2015.

SHARAB. L. Y et al. Genetic and treatment-related risk factors associated with external apical root resorption (EARR) concurrent with orthodontia. **Orthod Craniofac Res**, v. 18. p. 71-82, 1 apr. 2015.

SILVA, B.R.; VARGAS JUNIOR, C.S.; PIZZOL, K.E.D.C. Reabsorção radicular relacionada às técnicas e aparelhos ortodônticos. **Rev. Bras. Multidisciplinar**, Araraquara, v. 22, n. 2, p. 35-46, 2019.

SIQUEIRA, V.C.V. et al. Estudo da reabsorção radicular apical após o uso de aparelho extrabucal no tratamento da má oclusão do tipo Classe II, 1a divisão dentária. **Rev. Dental. Press. Ortodon. Ortop. Facial**, Maringá, v. 14, n. 2, p. 54-62, mar./abr. 2009.

TOYOKAWA-SPERANDIO, K.C. et al. External apical root resorption 6 months after initiation of orthodontic treatment: a randomized clinical trial comparing fixed appliances and orthodontic aligners. **Korean Journal Of Orthodontics**, v. 51, n. 5, p. 329-336, 25 set. 2021.

VIEIRA, H.G.P. et al. Mecanismos bioquímicos da reabsorção radicular por tratamento ortodôntico. **Rev Gaúcha Odontol**, Porto Alegre, v. 59, p. 103-111, jan/jun. 2011.

WELTMAN. B. et al. Root resorption associated with orthodontic tooth movement: A systematic review. **Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop**, v. 137, n. 4, p. 462-476, 1 apr. 2010.