



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA**

Amanda Ferreira

**Reabsorção radicular externa associada ao tratamento ortodôntico:
revisão de literatura.**

Florianópolis
2023

Amanda Ferreira

**Reabsorção radicular externa associada ao tratamento ortodôntico:
revisão de literatura.**

Projeto de Trabalho de Conclusão do curso de graduação em Odontologia, apresentado à Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) - *Campus* Trindade, como parte dos requisitos para a obtenção do título de cirurgiã-dentista.

Orientador: Prof. Daltro Enéas Ritter, Dr.

Florianópolis
2023

Ferreira, Amanda

Reabsorção radicular externa associada ao tratamento ortodôntico : revisão de literatura / Amanda Ferreira ; orientador, Daltro Eneas Ritter, 2023.

45 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde, Graduação em Odontologia, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Odontologia. 2. Reabsorção radicular externa. 3. Tratamento ortodôntico. 4. Ortodontia. I. Ritter, Daltro Eneas. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Odontologia. III. Título.

Amanda Ferreira

Reabsorção radicular externa associada ao tratamento ortodôntico: revisão de literatura.

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Cirurgiã-Dentista e aprovado em sua forma final pelo Curso de Odontologia.

Florianópolis, 06 de novembro de 2023.

Prof. Glaucia Zimmermann
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Prof.^a Daltro Enéas Ritter, Dr.
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^a Carla D'Agostini Derech, Dra.
Avaliadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^o Gerson Luiz Ribeiro, Dr.
Avaliador
Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Gostaria de começar agradecendo aos meus pais, Denise e Rafael, por investirem na minha educação desde o início, pelo apoio e amor incondicional, mesmo com a distância. Sem vocês eu não seria quem eu sou hoje e nada disso seria possível.

Agradeço também ao meu namorado, Douglas, que esteve ao meu lado durante toda a graduação, sempre feliz com as minhas conquistas e escutando as minhas preocupações, que foram muitas ao longo de todos esses anos.

À minha dupla e melhor amiga, Ana Claudia, só tenho a agradecer pelo apoio diário, por ter compartilhado comigo todas as felicidades das “primeiras vezes” e por me consolar nos momentos de dificuldade. A graduação não teria sido tão feliz sem sua amizade todos os dias.

As minhas colegas de curso e de apartamento, Maria e Rafa, obrigada por todas as conversas na cozinha, conselhos na sala e risadas no corredor dos nossos quartos. Meus últimos anos da faculdade ficaram muito mais leves e especiais tendo vocês em casa para conversar todas as noites.

Aos amigos, que fiz ao longo dos anos em Florianópolis ou que trouxe do passado, obrigada pelos momentos de descontração, tão necessários para superar o desafio que é estar longe de casa.

Agradeço aos professores que tive ao longo de todas as fases da faculdade, especialmente os que convivi durante as disciplinas clínicas, reconheço o esforço de atender todos os alunos do corredor e sou grata pelas conversas e conhecimentos compartilhados comigo. Aos preceptores que tive nos estágios supervisionados fora do campus, deixo o meu muito obrigada, vocês me ensinaram muito. Agradeço também ao meu orientador, professor Daltro, que me ajudou a construir esse trabalho de conclusão de curso.

Por fim, agradeço a Universidade Federal de Santa Catarina, pela oportunidade de ter uma educação gratuita e de qualidade. Foi um sonho fazer parte dessa instituição e levarei essa experiência com muito carinho e orgulho sempre.

RESUMO

Introdução: Este estudo tem como objetivo revisar na literatura as descobertas sobre a reabsorção radicular externa em decorrência a ortodontia, evidenciando a prevalência, etiologia e fatores de risco. **Objetivo:** Revisar e descrever a relação existente entre o desenvolvimento das reabsorções radiculares externas e o tratamento ortodôntico. **Metodologia:** A busca bibliográfica se deu por meio de estratégias de busca nas bases de dados online PubMed, Scielo e Google Acadêmico. Foram incluídos artigos nos idiomas Português e Inglês, com preferência àqueles publicados após o ano de 2012. **Resultados:** O assunto é amplamente estudado na literatura, havendo discordâncias entre as informações e interação das variáveis acerca da alteração, o que gera resultados de difícil comparação. O desenvolvimento de reabsorções dos ápices radiculares pode estar associado ao tratamento ortodôntico, especialmente para os casos complexos, com uso de forças excessivas e em pacientes com predisposição genética para essa alteração. Fatores como idade, sexo, histórico de trauma, tipo de aparelhagem ortodôntica, padrão de movimento, duração do tratamento e morfologia radicular são algumas das variáveis citadas no estudo. **Conclusão:** Apesar da vasta quantidade de conteúdos, alguns fatores de risco para o desenvolvimento da alteração são consenso entre os autores, como o uso de forças exacerbadas, tratamentos com exodontias e movimentação longa e compressiva, assim como a importância do diagnóstico precoce.

Palavras-chave: reabsorção radicular; reabsorção radicular apical externa; tratamento ortodôntico; ortodontia.

ABSTRACT

Introduction: This study aims to review the findings in the literature related to external root resorption due to orthodontics, describing the prevalence, etiology and risk factors. **Objective:** to review and describe the relation between the development of external root resorption and orthodontic treatment. **Methodology:** the bibliographical search was made by search strategies on database websites, such as PubMed, Scielo and Google Scholar. Articles in Portuguese and English were included, with preference to those published after 2012. **Results:** this subject is vastly studied in the literature and there is a lot of information and association of many variants around the topic, which creates results that are difficult to compare. The development of root apex resorption may be associated with orthodontic treatment, especially when it comes to complex cases, with heavy forces and in patients with a genetic predisposition to this type of alteration. Factors such as age, gender, history of trauma, type of appliance, movement pattern, duration of treatment and root morphology are some of the variables mentioned in this study. **Conclusion:** Although the subject is widely studied, there is a consensus among the authors about the risk factors for the development of this condition, such as the use of heavy forces, treatments with extractions, long distance and compressive movements, as well as the importance of early diagnosis.

Keywords: root resorption; external root resorption; orthodontic treatment; orthodontics.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Artigos selecionados das bases de dados e objetivos.....	16
---	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Graus de reabsorção radicular externa.....	21
Figura 2 - Radiografias periapicais de uma reabsorção radicular apical externa severa induzida por tratamento ortodôntico.....	23
Figura 3 - Demonstração do mecanismo celular da reabsorção radicular externa induzida ortodonticamente.....	25
Figura 4 - Acompanhamento de uma reabsorção radicular externa severa causada pelo tratamento ortodôntico após dois anos.....	27
Figura 5 - Classificação e demonstração das formas radiculares iniciais.....	31

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

mm	milímetros
LP	Ligamento Periodontal
TCCB	Tomografia Computadorizada <i>Cone Beam</i>
RR	Reabsorção Radicular
RRAE	Reabsorção Radicular Apical Externa

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	14
2.1. OBJETIVOS GERAIS	14
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3. MÉTODOS	15
3.1. METODOLOGIA DE BUSCA	15
3.2. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO	15
3.3. RESULTADOS DA BUSCA	16
4. REVISÃO DE LITERATURA	20
4.1. REABSORÇÃO RADICULAR EXTERNA APICAL (RRAE)	20
4.2. TRATAMENTO ORTODÔNTICO	24
4.3. FATORES DE RISCO	27
5. DISCUSSÃO	35
6. CONCLUSÕES	40
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
ANEXO A – Ata da defesa	45

1. INTRODUÇÃO

A reabsorção radicular externa é um fenômeno natural e fisiológico do corpo humano durante o período de transição da dentição decídua para permanente. Microscopicamente, todos os dentes permanentes podem apresentar certo grau de reabsorção radicular e estar ainda dentro da normalidade, desde que essa alteração não seja visível clínica e radiograficamente. A partir do momento em que a visualização da absorção de alguma porção da raiz se torna evidente, no entanto, estima-se que o dente em questão tenha passado por algum estímulo severo (Heboyan *et al.*, 2022).

A ortodontia é a área da odontologia associada ao estudo, prevenção e tratamento das alterações de crescimento e amadurecimento da oclusão, dentes e ossos maxilares da face. Pessoas que possuem dentes protusos, irregulares e/ou com uma má oclusão convivem com problemas na função oral e possuem maior suscetibilidade a lesões traumáticas ou cariosas, além do fator psicossocial associado à estética, tão importante nos dias atuais (Meeran, 2013).

A estética dental é um fator de grande importância na aparência física da população e pode afetar a autoestima de um indivíduo positivamente ou não. Por esse motivo, é muito comum que os pacientes busquem por um tratamento ortodôntico, que possui muitos benefícios, mas que também pode causar consequências indesejadas, caso os cuidados adequados não sejam tomados ao longo do processo (Meeran, 2013).

Esses pacientes têm maior risco de descalcificações e cáries, visto que a higiene é dificultada ao usar aparelhos fixos, além das alterações causadas no meio bucal, como o aumento do número de bactérias cariogênicas, menor pH da saliva e maior retenção alimentar. É importante que o paciente esteja ciente dos riscos em potencial, para que ele saiba de suas responsabilidades e ajuste suas expectativas quanto ao tratamento ortodôntico (Meeran, 2013).

Segundo Ahangari *et al.* (2015), a reabsorção radicular externa é um processo patológico que se dá em decorrência a estímulos mecânicos e químicos. Esses estímulos podem ser variados: desde traumas e causas infecciosas, até a pressão e força ortodôntica exercida para se obter o movimento dentário.

Para realizar a correção do posicionamento dos dentes e a solução dos problemas anteriormente citados, as pessoas buscam consultórios odontológicos para a implementação de um tratamento ortodôntico. A fim de que ocorra o movimento dentário, é necessário que se obtenha a remodelação do osso adjacente às raízes dos elementos. Todavia, além das alterações na matriz óssea, as forças ortodônticas aplicadas durante o tratamento também incidem e causam mudanças no cemento localizado na superfície da raiz dental (Lopatiene; Dumbravaite, 2008).

A reabsorção radicular externa severa é uma das complicações mais deletérias do tratamento ortodôntico, apesar de não ser frequente. O potencial de reabsorção varia de acordo com a genética do indivíduo, estrutura dentária, condição alveolar da região, tipo e força do movimento empregado pelo dispositivo ortodôntico, duração do tratamento e fatores mecânicos aplicados (Lopatiene; Dumbravaite, 2008).

Apesar de existirem relatos nos quais o paciente demonstra sintomas clínicos, como sensação dolorosa, inchaço local e até a mobilidade do dente em questão, esse tipo de alteração normalmente é silenciosa e assintomática, sendo detectável apenas por meio de exames de imagem (Ahangari *et al.*, 2015).

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVOS GERAIS

- Sintetizar as informações disponíveis a respeito da reabsorção radicular apical externa em decorrência a movimentos ortodônticos induzidos.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever o processo da movimentação ortodôntica a nível celular e sua relação com a reabsorção radicular.
- Descrever os fatores de risco para que a reabsorção radicular externa se desenvolva a partir de um tratamento ortodôntico.
- Apontar as medidas preventivas que podem ser aplicadas para evitar essa complicação na terapia ortodôntica.

3. MÉTODOS

3.1. METODOLOGIA DE BUSCA

O estudo foi realizado por meio de uma pesquisa bibliográfica, na qual foram utilizados os descritores “*root resorption*”, “*external root resorption*”, “*orthodontic treatment*”, “*orthodontics*”, “reabsorção radicular”, “reabsorção radicular externa apical”, “tratamento ortodôntico” e “ortodontia” para realizar a busca nas plataformas PubMed, Scielo e Google Acadêmico.

Além disso, livros disponíveis na Biblioteca Universitária da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), que se referem aos assuntos abordados nessa pesquisa, também foram utilizados para o referencial teórico e escrita do trabalho.

3.2. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

A seleção dos artigos usados para a composição da revisão de literatura deste trabalho de conclusão de curso foi realizada baseada em alguns critérios de inclusão e exclusão, tendo como preferência artigos com publicação entre os anos de 2012 e 2023, sem desprezar aqueles de grande relevância com divulgação prévia ao período estipulado, e que contemplem o tema proposto, preferencialmente nos idiomas português e inglês. Textos com acesso gratuito ou licenciados pelo uso do VPN da UFSC também têm preferência, uma vez que a obtenção destes conteúdos é facilitada. Foram selecionados cerca de 27 artigos para compor a revisão.

Após a escolha dos artigos, foi realizada uma leitura crítica deles, com análise e comparação das informações e dados para, então, elaborar a revisão de literatura do trabalho, atendendo aos objetivos que foram propostos na seção de objetivos.

3.3. RESULTADOS DA BUSCA

Quadro 1 - Artigos selecionados das bases de dados e objetivos.

AUTORES	ANO	TÍTULO	OBJETIVOS
Malmgren	1982	Root resorption after orthodontic treatment of traumatized teeth.	Estudar a frequência e severidade de reabsorção radicular em dentes anteriores traumatizados.
Brezniak e Wasserstein	1993	Root resorption after orthodontic treatment: Part 2. Literature review.	Revisar as informações a respeito das reabsorções radiculares após tratamento ortodôntico.
Sameshima e Asgarifar	2001	Assessment of root resorption and root shape: periapical vs panoramic films.	Descobrir o tipo de película radiográfica mais adequado para avaliação prévia da anatomia radicular e para observar reabsorção apical após tratamento.
Brezniak e Wasserstein	2002	Orthodontically induced inflammatory root resorption: part I: the basic science aspects.	Demonstrar os processos reabsortivos, celulares e de reparo da estrutura radicular.
Consolaro	2002	Reabsorções dentárias na movimentação ortodôntica (capítulo).	Sintetizar os acontecimentos celulares que levam ao processo de reabsorção da estrutura radicular, sua prevenção e previsibilidade.
Ren, Maltha e Kuijpers-Jagtman	2003	Optimum force magnitude for orthodontic tooth movement: a systematic literature review.	Meta-análise da literatura acerca da força ótima ou faixa de força para o movimento dentário durante a ortodontia.
Hartsfield, Everett e Al-Qawasmi	2004	Genetic factors in external apical root resorption and orthodontic treatment.	Determinar a influência dos fatores genéticos e os demais fatores que podem estar associados à reabsorções radiculares induzidas ortodonticamente,

AUTORES	ANO	TÍTULO	OBJETIVOS
Lopatiene e Dumbravaite	2008	Risk factors of root resorption after orthodontic treatment.	Encontrar, classificar e estimar os fatores que podem iniciar ou induzir reabsorções radiculares durante o tratamento ortodôntico.
Jung e Cho	2011	External root resorption after orthodontic treatment: a study of contributing factors.	Examinar os fatores etiológicos para a reabsorção radicular externa relacionados ao paciente e ao tratamento.
Castro <i>et al.</i>	2013	Apical root resorption due to orthodontic treatment detected by cone beam computed tomography.	Determinar a frequência da reabsorção radicular apical em decorrência ao tratamento ortodôntico usando tomografia computadorizada <i>cone beam</i> .
Krieger <i>et al.</i>	2013	Apical root resorption during orthodontic treatment with aligners? A retrospective radiometric study	Investigar a incidência e severidade das reabsorções radiculares apicais durante o tratamento ortodôntico com alinhadores.
Meeran	2013	Iatrogenic possibilities of orthodontic treatment and modalities of prevention.	Fornecer uma visão geral das possibilidades iatrogênicas do tratamento ortodôntico e do papel do paciente, assim como do ortodontista, em prevenir os riscos associados.
Ahangari <i>et al.</i>	2015	Interventions for the management of external root resorption	Avaliar a efetividade das intervenções que podem ser usadas no manejo das reabsorções radiculares externas em dentes permanentes.
Maués, Nascimento e Vilella	2015	Severe root resorption resulting from orthodontic treatment: prevalence and risk factors.	Avaliar a prevalência da reabsorção radicular externa severa e seus fatores de risco potenciais decorrentes do tratamento ortodôntico.

AUTORES	ANO	TÍTULO	OBJETIVOS
Gay <i>et al.</i>	2017	Root resorption during orthodontic treatment with Invisalign®: a radiometric study.	Investigar a incidência e severidade das reabsorções radiculares em pacientes adultos tratados com alinhadores.
Krishnan	2017	Root Resorption with Orthodontic Mechanics: pertinent areas revisited.	Revisitar áreas pertinentes que podem levar a reabsorção da raiz devido a mecânica ortodôntica.
Deng, Sun e Xu	2018	Evaluation of root resorption after comprehensive orthodontic treatment using cone beam computed tomography (CBCT): a meta-analysis.	Identificar e qualificar a extensão e localização das reabsorções radiculares usando tomografia computadorizada <i>cone beam</i> após tratamento ortodôntico compressivo.
Li <i>et al.</i>	2018	Orthodontic tooth movement: the biology and clinical implications.	Demonstrar os aspectos biológicos e celulares relacionados ao processo de reabsorção da raiz.
Pastro <i>et al.</i>	2018	Factors Associated to Apical Root Resorption after Orthodontic Treatment.	Acessar os possíveis fatores associados à reabsorção radicular.
Fernandes <i>et al.</i>	2019	Predisposing factors for external apical root resorption associated with orthodontic treatment.	Identificar possíveis fatores de risco para a reabsorção radicular apical externa nos incisivos maxilares após tratamento ortodôntico.
Ruskyté, Juozėnaite e Kubiliūtė	2019	Types of root resorptions related to orthodontic treatment.	Determinar os tipos de reabsorção que são causadas pelo tratamento ortodôntico, os fatores que levam a essa condição e os meios para eliminá-los.
Kalra <i>et al.</i>	2020	External apical root resorption in orthodontic patients: molecular and genetic basis.	Explicar a via molecular envolvida na reabsorção radicular apical externa, assim como o papel de vários genes em diversos níveis.

AUTORES	ANO	TÍTULO	OBJETIVOS
Li <i>et al.</i>	2020	Prevalence and severity of apical root resorption during orthodontic treatment with clear aligners and fixed appliances: a cone beam computed tomography study.	Investigar e comparar a prevalência e severidade da reabsorção radicular apical em pacientes com tratamentos com alinhadores e aparelhos fixos usando tomografia computadorizada <i>cone beam</i> .
Bayir e Gumus	2021	External apical root resorption after orthodontic treatment: incidence, severity and risk factors.	Avaliar a incidência e severidade da reabsorção radicular apical inflamatória externa induzida ortodonticamente e a relação entre essa condição e os possíveis fatores de risco, como tipo de tratamento ortodôntico, duração, gênero e idade. Outro objetivo é determinar a prevalência de reabsorções em diferentes grupos dentais.
Yamaguchi e Fukasawa	2021	Is Inflammation a Friend or Foe for Orthodontic Treatment?: inflammation in orthodontically induced inflammatory root resorption and accelerating tooth movement.	Revisar o papel da inflamação na reabsorção radicular apical induzida ortodonticamente e na aceleração do movimento dentário.
Yassir, McIntyre e Bearn	2021	Orthodontic treatment and root resorption: an overview of systematic reviews.	Avaliar a evidência disponível a respeito da reabsorção radicular inflamatória induzida ortodonticamente.
Heboyan <i>et al.</i>	2022	Tooth root resorption: A review.	Reunir informações sobre os diferentes tipos de reabsorção dentária, classificações, fatores genéticos e de risco.

Fonte: elaborado pelo autor.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1. REABSORÇÃO RADICULAR EXTERNA APICAL (RRAE)

Em 1993, Brezniak e Wasserstein demonstraram que todos os dentes permanentes apresentam, microscopicamente, algum grau de reabsorção radicular. Essa alteração natural não é relevante clinicamente e não pode ser detectada por meio de radiografias, no entanto, existem fatores biológicos e mecânicos que podem induzir uma reabsorção de maior severidade na superfície radicular dos elementos dentais (Brezniak; Wasserstein, 1993).

Segundo Ahangari *et al.* (2015), a reabsorção radicular externa é causada pela dissolução da estrutura dentária a partir do próprio sistema imunológico do indivíduo. Esse processo pode ser desencadeado por uma variedade de motivos, como infecção dentária, tratamento ortodôntico ou pela presença de dentes não erupcionados nos ossos maxilares (Ahangari *et al.*, 2015).

Histologicamente, na porção mais externa da parede radicular, existe uma fina barreira anti-reabsortiva chamada de “camada pré-cimento”. Esse revestimento protetor é composto pelos cementoblastos, células que não respondem aos estímulos químicos responsáveis pela reabsorção óssea, o que faz com que esse processo só ocorra na sua ausência, visto que as células reabsortivas não conseguem colonizar superfícies não mineralizadas (Heboyan *et al.*, 2022).

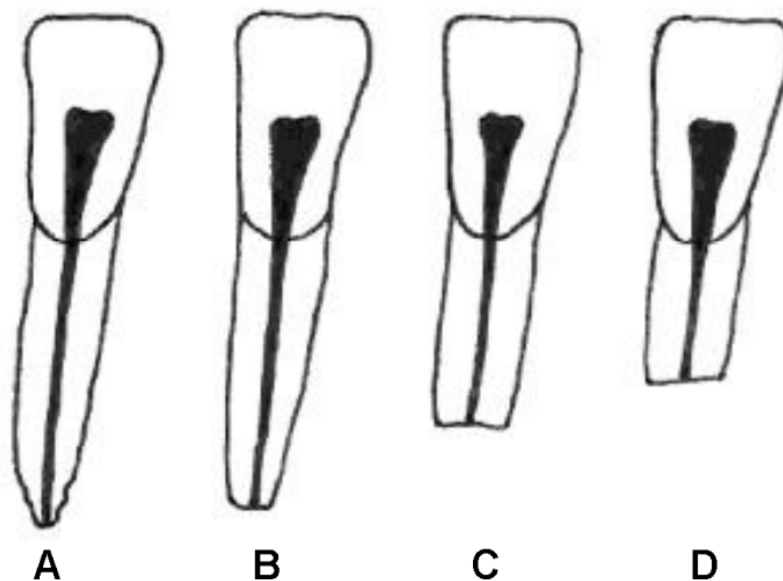
Consolaro (2002) descreve que essa ausência dos cementoblastos pode ocorrer por migração ou necrose, o que deixa a superfície radicular exposta às células responsáveis pela reabsorção dos tecidos. Os osteoblastos, osteoclastos e macrófagos trabalham em conjunto e são nomeados por Consolaro como “unidade osteorremodeladora”. Segundo ele, os osteoblastos são as células que coordenam o processo da reabsorção, pois são eles que identificam os sinais dos mediadores químicos e induzem o restante das células a darem início ao processo de destruição estrutural.

Esse fenômeno pode ser classificado em três diferentes graus de severidade, segundo Brezniak e Wasserstein (2002). O primeiro nível de reabsorção é superficial e com remodelação, onde apenas a camada mais externa de cimento é atingida, posteriormente sendo remodelada ou regenerada, em um processo semelhante a remodelação óssea trabecular (Brezniak; Wasserstein, 2002).

O segundo grupo corresponde às reabsorções que envolvem a dentina, com posterior reparo. Nesse caso, o cemento e as camadas mais superficiais de dentina são reabsorvidas e costumam ser reparadas por meio de uma nova deposição de tecido cementóide na região afetada. O formato final da raiz, após a finalização do processo, pode variar ou não da estrutura radicular observada inicialmente (Brezniak; Wasserstein, 2002).

Por fim, Brezniak e Wasserstein (2002) descrevem a alteração com maior severidade entre os grupos classificados, chamada de “reabsorção circunferencial do ápice”, na qual se observa a dissolução completa dos tecidos mineralizados da raiz na região apical, o que cria um encurtamento radicular relevante e perceptível radiograficamente. Ao reabsorver o ápice radicular além da camada cementária, até a porção dentinária, a regeneração do tecido se torna impossível e, embora exista a possibilidade de uma nova deposição de cemento na superfície da estrutura, o comprimento inicial não pode ser recuperado (Brezniak; Wasserstein, 2002).

Figura 1 - Graus de reabsorção radicular externa.



Fonte: Lopatiene e Dumbravaite, 2008.

Outra classificação das severidades para os níveis de reabsorção foi descrita por Lopatiene e Dumbravaite (2008), que usaram um sistema de medida para a separação dos grupos: A. Contorno radicular irregular; B. Reabsorção radicular apical menor que 2 mm (milímetros); C. Reabsorção radicular apical de 2 mm a um terço do comprimento inicial da raiz; D. Reabsorção radicular apical maior que um terço do comprimento inicial da raiz.

A diminuição do comprimento da raiz é considerada relevante clinicamente quando 2 mm ou um quarto da estrutura inicial total é perdida. Os estágios mais severos dessa alteração não são vistos frequentemente, quando se é feita uma boa análise dos fatores de risco do paciente antes de uma intervenção odontológica, especialmente ortodôntica (Lopatiene; Dumbraivaite, 2008).

Quando limitada ao cimento, esse tipo de reabsorção não é identificada nas radiografias. No entanto, no momento em que o dente perde as camadas de pré-cimento e cimento, o processo reabsortivo se torna irreversível e possível de ser observado radiologicamente (Ruskyté; Juozènaite; Kubiliūtė, 2019).

Ruskyté, Juozènaite e Kubiliūtė (2019) descrevem que uma reabsorção é considerada “severa” ao exceder 4 mm de redução no comprimento total da raiz, sendo essa alteração rara e detectada em apenas 1 a 5% dos dentes que passaram por ortodontia. Por ser uma condição sem sintomatologia, deve ser feito o acompanhamento radiológico dos pacientes ortodônticos, uma vez que os sinais iniciais de uma reabsorção começam a ser evidentes de 6 a 9 meses após o início do tratamento.

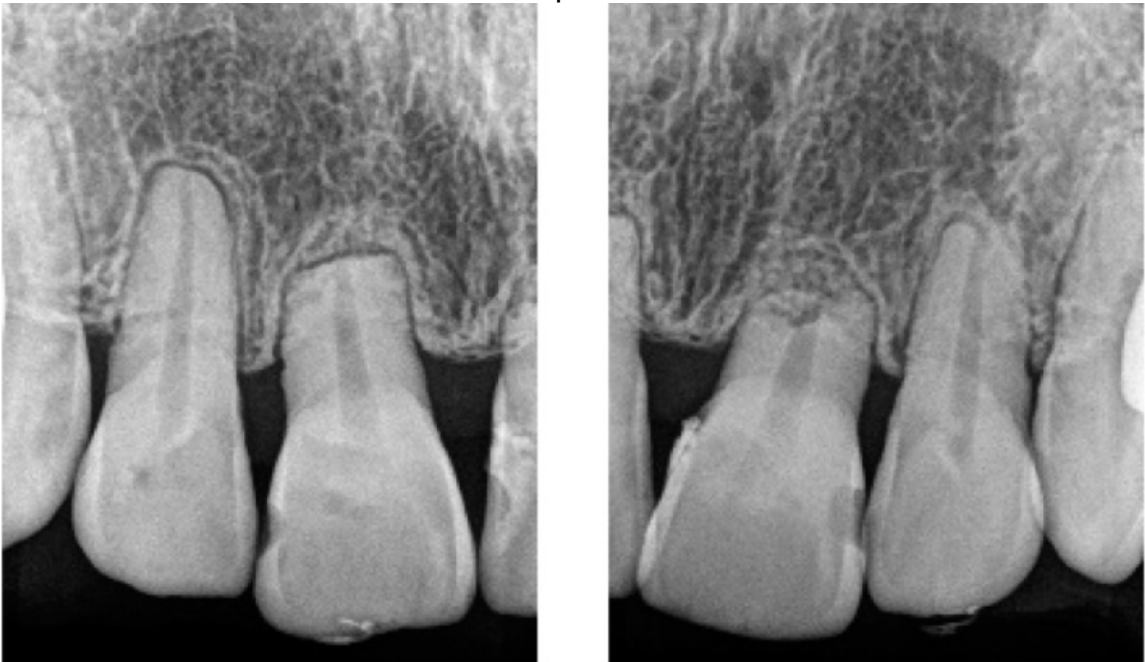
Proffit *et al.* (2021), por sua vez, descreve três formas diferentes de reduções causadas na estrutura radicular: reabsorção generalizada moderada, reabsorção generalizada grave e reabsorção localizada grave. A primeira variação corresponde aos casos onde se tem uma diminuição sutil do comprimento da raiz e geralmente acontece nos pacientes em longos tratamentos. A forma grave generalizada é rara e pouco conhecida, acredita-se que esteja mais relacionada aos fatores predisponentes do indivíduo do que ao tratamento ortodôntico em si.

Por fim, a reabsorção localizada grave se dá, grande parte das vezes, em decorrência ao movimento ortodôntico induzido, sendo esse processo catalisado por tratamentos extensos e/ou forças excessivas contínuas exercidas sobre um elemento dental (Proffit *et al.*, 2021).

Para que se obtenha o diagnóstico de uma reabsorção radicular externa, é imprescindível a tomada e avaliação radiográfica dos elementos. É muito comum, especialmente na ortodontia, que o cirurgião-dentista solicite uma radiografia panorâmica antes de iniciar o tratamento, devido a facilidade de observar todos os elementos de uma vez, menor exposição à radiação e maior tolerância do paciente (Sameshima; Asgarifar, 2001).

No entanto, essa técnica extraoral possui limitações importantes para o diagnóstico de algumas condições, já que gera a sobreposição de estruturas, menor nível de detalhes e distorção de tamanho e forma dos elementos, além de a qualidade da radiografia depender do posicionamento correto do paciente (Sameshima; Asgarifar, 2001).

Figura 2 - Radiografias periapicais de uma reabsorção radicular apical externa severa induzida por tratamento ortodôntico.



Fonte: Yamaguchi e Fukasawa, 2021.

Os filmes periapicais também podem apresentar certa distorção, mas caso a técnica seja aplicada corretamente, é menor que a encontrada nas panorâmicas. No quesito detalhes finos, investigação de cáries e perda de nível ósseo, as imagens intra-orais são superiores à panorâmica, que tende a superestimar o comprimento do dente em até 1,7 mm e subestimar a quantidade de destruição óssea presente (Sameshima; Asgarifar, 2001).

De acordo com Castro *et al.* (2013), as radiografias panorâmicas superestimam a reabsorção radicular apical em até 20%, quando comparadas às radiografias periapicais, sendo a segunda opção a indicada para o diagnóstico dessa alteração. Ao ser comparada com a tomografia computadorizada *Cone Beam* (TCCB), no entanto, a imagem panorâmica subestimou a quantidade de reabsorção da estrutura radicular.

Ao realizar uma tomografia computadorizada CB, o profissional obtém uma reconstrução da estrutura com razão 1:1, ou seja, sem erros de amplificação. Essa característica permite uma avaliação mais precisa da região, porque reflete todo o elemento sem que ocorra a sobreposição das imagens. No entanto, essa técnica deve ser usada com cuidado, pois além do custo elevado, sua dose de radiação é de 1,5 a 33 vezes maior que a de uma radiografia panorâmica (Castro *et al.*, 2013).

A TCCB é efetiva para detectar até mesmo os graus mais iniciais de reabsorção na superfície radicular, visto que ela permite a avaliação tridimensional da raiz, enquanto imagens radiográficas não fornecem informações fidedignas sobre alterações nas superfícies vestibular ou lingual dos elementos (Deng; Sun; Xu, 2018).

4.2. TRATAMENTO ORTODÔNTICO

O movimento dental ortodôntico é estimulado pela remodelação do ligamento periodontal (LP) e do osso alveolar, fenômenos que acontecem em decorrência a um processo inflamatório local induzido pela força aplicada sobre os elementos dentários (Yamaguchi; Fukasawa, 2021). Yamaguchi e Fukasawa (2021) demonstram que o início da ação se dá pelas mudanças celulares no LP e pela chegada de mediadores inflamatórios, como prostaglandinas e interleucinas, que começam a se acumular no periodonto.

O estímulo mecânico causa uma resposta biológica em nível celular, necessária para a movimentação ortodôntica. Apesar de necessário, nem todo estímulo é o ideal para se obter o tipo de inflamação adequado para o sucesso do tratamento. O tratamento ortodôntico desestabiliza a homeostasia, alterando o fluxo sanguíneo e a matriz extracelular local (Yamaguchi; Fukasawa, 2021).

Li *et al.* (2018) afirma que “a habilidade do dente de se mover através do osso se dá pelo ligamento periodontal, que anexa o dente ao osso adjacente” (tradução nossa). O LP é composto principalmente por fibras colágenas, que tem a função de suportar as forças mastigatórias sobre o dente e dissipá-las para o osso alveolar adjacente. Em média, essa estrutura possui 0,2 mm de espessura (Li *et al.*, 2018).

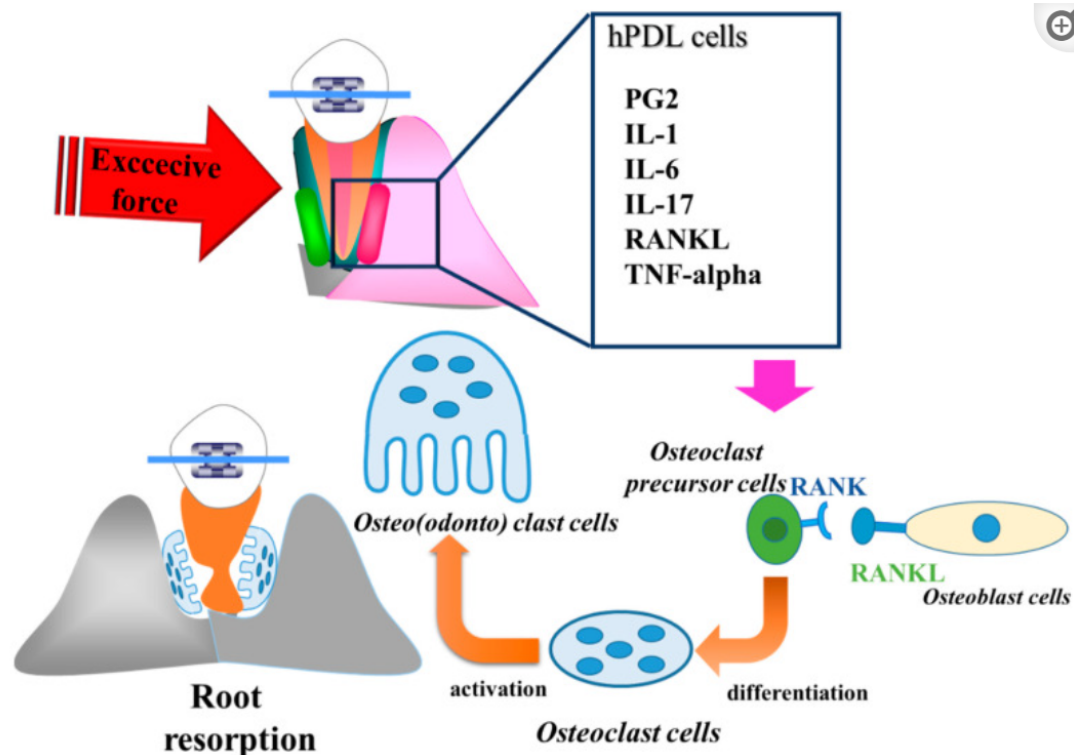
O osso alveolar, por sua vez, é um tecido em sua maioria trabeculado, com camadas finas de osso compacto adjacente ao espaço do ligamento periodontal.

Essa camada compacta é chamada de “lâmina dura”, sendo ela o local em que as extremidades das fibras do LP se aderem, ao mesmo tempo em que a porção oposta se fixa à camada de cimento dentário (Li *et al.*, 2018).

Para que a homeostase óssea e o funcionamento adequado do osso alveolar sejam preservados, osteoblastos, osteoclastos e osteócitos são mantidos na região, assim como macrófagos, adipócitos e células endoteliais, com intuito de fazer a manutenção da quantidade e qualidade tecidual (Li *et al.*, 2018).

A teoria da pressão-tensão propõe que sinais químicos servem como estímulo para a diferenciação celular e, conseqüentemente, o movimento dentário. Alguns segundos após o início da aplicação de uma força sobre o elemento dental, o dente passa a ocupar o espaço antes preenchido pelo ligamento periodontal, que passa a ser comprimido em um dos lados do dente e tensionado do outro (Li *et al.*, 2018).

Figura 3 - Demonstração do mecanismo celular da reabsorção radicular externa induzida ortodonticamente.



Fonte: Yamaguchi e Fukasawa, 2021.

Nota: PG2 - prostaglandina 2; IL-1 - interleucina 1; IL-6 - interleucina 6; IL-17 - interleucina 17; RANKL - ligante do receptor ativador do fator nuclear kappa; TNF-alfa - fator de necrose tumoral alfa.

A compressão leva a diminuição do fluxo sanguíneo na região, alterando os níveis de oxigênio (O₂) e dióxido de carbono (CO₂) locais e causando uma mudança química no ambiente, devido a liberação de agentes biológicos ativos, como as prostaglandinas e citocinas. Do lado em que o LP está tensionado, o fluxo sanguíneo é mantido ou até mesmo aumentado, de acordo com Li *et al.* (2018).

Segundo Consolaro (2002), a compressão dos vasos sanguíneos do LP causam alterações na matriz extracelular e a migração e/ou necrose das células locais, o que gera um aspecto fosco de “vidro despolido” microscopicamente, conhecido como “área de hialinização”, onde o tamanho dessa alteração é proporcional ao grau de hipóxia desencadeado pela força ortodôntica.

A área de tensão, por sua vez, corresponde ao lado oposto ao que o dente está sendo empurrado pela força ortodôntica. Nela, o ligamento periodontal estará “esticado” e os vasos parcialmente colabados, causando hipóxia no local e a deformação discreta das células. Assim como no lado de pressão, existe a secreção de mediadores inflamatórios, como as prostaglandinas, mas em menor quantidade, que induzem a deposição óssea (Consolaro, 2002).

Para que ocorra o movimento dentário induzido, Consolaro (2002) afirma que é necessário que haja estresse celular e agressão tecidual, para que assim se tenha os fenômenos de reabsorção e deposição óssea. A presença das áreas hialinas são a única maneira de identificar, microscopicamente, o grau de estresse causado a nível celular, apesar de não serem necessárias para que o movimento aconteça (Consolaro, 2002).

Desse modo, Li *et al.* (2018) descreve que as diferentes magnitudes das forças aplicadas podem desencadear diferentes respostas celulares: forças pesadas cortam o fluxo sanguíneo e causam a necrose das células locais, o que forma grandes áreas de hialinização. Nessa região do LP, não ocorre a diferenciação dos osteoclastos, o que causa atraso no movimento dentário esperado, visto que essas células precisam ser recrutadas de outro local. Ao aplicar forças pesadas, o movimento dentário costuma acontecer após um período de sete a 14 dias (Li *et al.*, 2018).

Por outro lado, uma magnitude de força leve apenas reduz o fluxo sanguíneo, permitindo que novos osteoclastos cheguem no local pelos vasos e que os já presentes na região se diferenciem para iniciar o processo de remoção da

lâmina dura. Nesse caso, o movimento dos dentes pode ser observado dois dias após o início do tratamento (Li *et al.*, 2018).

Li *et al.* (2018) e Consolaro (2002), descrevem que, apesar de indesejada, a criação das regiões hialinas é quase impossível de ser evitada, mas são aceitáveis quando em tamanho pequeno e pouca quantidade. Na ortodontia, existe o conceito de “força ótima”, que é aquela que conduz a maior taxa de movimento dentário com o menor dano irreversível à raiz, ligamento periodontal, osso alveolar e gengiva (Yamaguchi; Fukasawa, 2021).

Figura 4 - Acompanhamento de uma reabsorção radicular externa severa causada pelo tratamento ortodôntico após dois anos.



Fonte: Yamaguchi e Fukasawa, 2021.

4.3. FATORES DE RISCO

Existe uma grande variedade de fatores estudados que podem dar início ou induzir um processo de reabsorção radicular durante o tratamento ortodôntico. Por existir tantas variáveis, a literatura as separa em três diferentes grupos: fatores biológicos, fatores mecânicos e fatores biológicos e mecânicos combinados (Lopatiene; Dumbravaite, 2008).

Os fatores relacionados ao indivíduos são considerados “biológicos”, sendo a susceptibilidade individual o principal fator determinante para manifestação de reabsorções nas estruturas radiculares permanentes e decíduas, segundo Lopatiene e Dumbravaite (2008). Diversas variáveis, como polimorfismo genético, condições sistêmicas, idade cronológica e dentária, hábitos, raça, sexo, morfologia óssea e radicular, tem sido estudados para o melhor entendimento dos possíveis fatores de risco para essa alteração (Lopatiene; Dumbravaite, 2008).

Jung e Cho (2011) afirmam que fatores como idade no início do tratamento, gênero, classificação de Angle e *overjet* não foram relevantes estatisticamente para o desenvolvimento de RRAE. O histórico de extração dentária e a longa duração do

tratamento, por sua vez, foram relacionados positivamente ao encurtamento radicular, assim como a mudança no *overbite* e casos de mordida aberta. Os autores encontraram diferenças significativas entre a severidade das reabsorções nos diferentes grupos dentais, sendo os incisivos centrais superiores os mais afetados, seguidos dos laterais superiores, centrais inferiores e laterais inferiores, respectivamente (Jung; Cho, 2011).

Krieger *et al.* (2013) não encontrou correlação significativa entre mudanças no comprimento radicular e o gênero, idade, grupo dental e movimento dentário sagital ou vertical, exceto pela extrusão dos incisivos superiores. O autor observou que todos os indivíduos analisados apresentaram ao menos dois elementos com RREA após o uso de alinhadores ortodônticos, com 46% dos dentes mensurados apresentando sinais de encurtamento radicular após a finalização do tratamento. Nesta análise, observou-se também que 61% dos pacientes tiveram ao menos um dente com redução de 20% do comprimento radicular após o tratamento com alinhadores (Krieger *et al.*, 2013).

Maués, Nascimento e Vilella (2015) descreveram como fatores associados a RRAE severa dentes localizados na porção anterior da maxila, tratamento envolvendo extrações, longa duração, *overjet* maior ou igual a 5 mm e dentes com rizogênese completa. Esse fator pode estar relacionado a associação da retração dos incisivos maxilares usada para reduzir o *overjet* durante o tratamento com aparelhos fixos (Maués; Nascimento; Vilella, 2015).

Nos adultos, o ligamento periodontal se torna menos vascularizado, aplástico e estreito, enquanto o osso se torna mais denso e o cemento mais amplo. No entanto, a necessidade e/ou quantidade desse tipo de movimento é reduzida nos pacientes que foram submetidos à terapia prévia para reduzir a maloclusão Classe II (de Angle), diminuindo também a incidência das reabsorções. Ainda, variáveis como sexo, forma radicular e quantidade de *overbite* não apresentaram correlação ao desenvolvimento e severidade das reabsorções (Maués; Nascimento; Vilella, 2015).

Deng, Sun e Xu (2018) descrevem os elementos que sofreram maior reabsorção em seu estudo, respectivamente: incisivos laterais superiores, incisivos centrais superiores, dentes anteriores inferiores e caninos superiores. O estudo observou também tratamentos com e sem extrações dentárias, onde se observou

reabsorção em ambos, mas especialmente naqueles que passaram por exodontias (Deng; Sun; Xu, 2018).

O estudo realizado por Pastro *et al.* (2018) observou que os fatores idade inicial, gênero, tipo de maloclusão, hábitos parafuncionais e alergias não apresentam influência significativa para o desenvolvimento ou severidade das reabsorções radiculares durante a ortodontia. Por outro lado, variáveis como duração, necessidade de extrações e presença de reabsorção externa prévia ao tratamento se mostraram estatisticamente relevantes (Pastro *et al.*, 2018).

Além disso, Pastro *et al.* (2018) observou pacientes com hábitos parafuncionais, como bruxismo, onicofagia e sucção não nutritiva, durante o tratamento ortodôntico e não notou relação significativa entre a incidência de reabsorções apicais severas e a presença dessas parafunções. Todavia, o autor afirma que o ato de roer as unhas pode ser capaz de aumentar o processo reabsortivo, quando se tem frequência e intensidade consideráveis (Pastro *et al.*, 2018).

Fernandes *et al.* (2019) encontrou um risco 70% maior para o desenvolvimento de reabsorções radiculares nos casos com extração de pré-molar superior, 58% maior nos pacientes com *overjet* aumentado, 41% menor em tratamentos ortodônticos de duas fases e 33% menor em pacientes com mordida profunda. No quesito individualidades dentais, o autor percebeu encurtamento mais frequente nos incisivos laterais superiores (Fernandes *et al.*, 2019).

O estudo mostrou, ainda, que o risco observado para RRAE aumenta em 29% a cada milímetro adicional no comprimento total da raiz, além de constatar que raízes de incisivos com dilacerações apresentaram uma chance 2,26 vezes maior de apresentar reabsorção relevante ao longo de um tratamento ortodôntico, comparado a uma raiz sem a alteração (Fernandes *et al.*, 2019).

Bayir e Gumus (2021) não encontraram diferenças significativas com relação a idade do indivíduo no início do tratamento e o tipo de terapêutica ortodôntica utilizada, seja ela em uma fase ou duas. Observaram também que os pacientes que desenvolveram reabsorções radiculares de qualquer grau foram, principalmente, os submetidos ao tratamento por maiores períodos de tempo e com extrações dentárias. Os autores notaram, ainda, uma incidência maior de RRAE nos dentes maxilares, 33%, em relação aos mandibulares, 16% (Bayir; Gumus, 2021).

Seguido dos incisivos superiores, o grupo com expressiva prevalência de RRAE é o dos incisivos mandibulares. Os incisivos inferiores possuem menor tolerância aos movimentos intrusivos quando comparados aos seus antagonistas, uma vez que as características morfológicas de suas raízes costumam ser mais afiladas, o que concentra forças no ápice radicular (Bayir; Gumus, 2021).

Yassir, McIntyre e Bearn (2021) afirmam que a idade cronológica, histórico de trauma, morfologia radicular e gênero dos indivíduos tratados ortodonticamente não influenciam no processo das reabsorções radiculares. Observaram, ainda, maior risco de encurtamento radicular nos dentes anteriores em comparação aos posteriores, especialmente para os incisivos centrais e laterais. Por fim, definiram as regiões de maior risco para o desenvolvimento de RRAE, respectivamente: maxila anterior, mandíbula anterior, mandíbula posterior e maxila posterior (Yassir; McIntyre; Bearn, 2021).

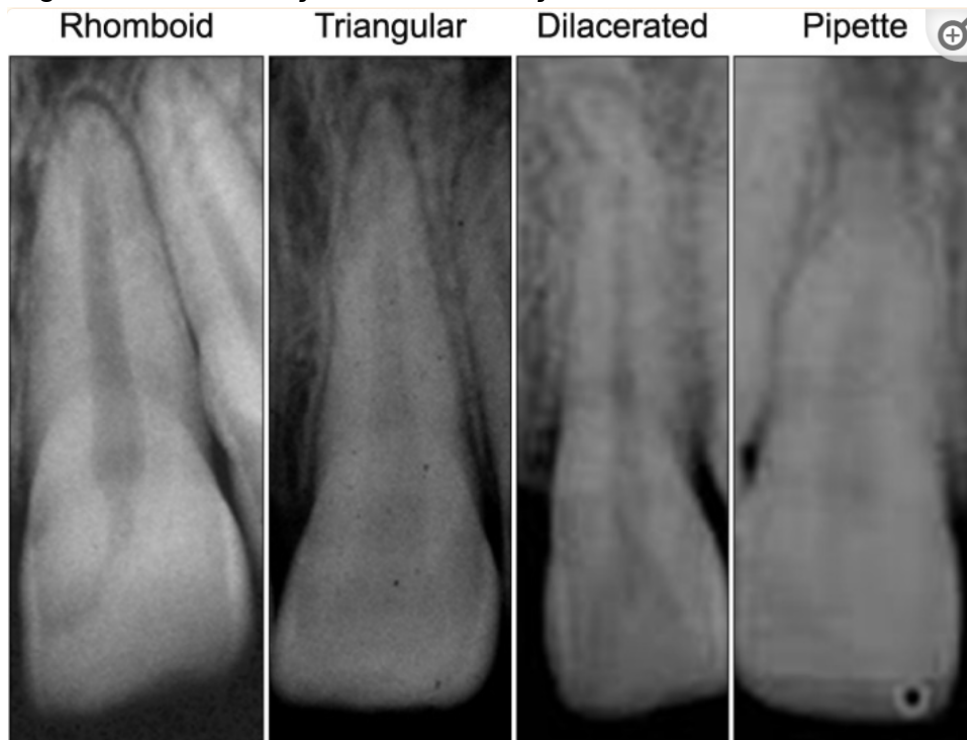
Os autores concluíram que os fatores de risco para o desenvolvimento de reabsorções apicais externas foram o uso de forças pesadas e contínuas com tratamento ortodôntico fixo e compressivo, incluindo movimentos de intrusão, torque dos incisivos superiores e retração, especialmente com extrações, longo período ativo de tratamento e maloclusões severas, que não necessariamente são responsáveis pelas reabsorções, mas que são associados a forças, estresse local e deslocamento exacerbados, fatores que influenciam fortemente no processo de reabsorção radicular (Yassir; McIntyre; Bearn, 2021).

A necessidade de uma movimentação intrusiva deve acender um grande alerta durante o planejamento, pois com ela é gerada uma grande compressão do ligamento periodontal na porção de ápice radicular. Por sua vez, quanto maior a distância do deslocamento apical, mais longa será a duração da força aplicada, que tem como consequência a hialinização e possível reabsorção da estrutura da raiz (Yassir; McIntyre; Bearn, 2021).

Considera-se o tratamento ortodôntico um sistema de forças que age sobre os dentes, onde a força está ancorada aos elementos por meio de bráquetes e fios, enquanto a coroa dentária exerce um papel de alavanca. Sabendo disso, a proporção entre o comprimento da coroa e da raiz é importante para o diagnóstico de um caso, visto que quanto maior a alavanca, maior a força transmitida para a ponta oposta, neste caso, a raiz (Consolaro, 2002).

Além da proporção coroa-raiz, a morfologia radicular e óssea-alveolar também apresentam grande influência no planejamento, sendo necessário que o profissional avalie essas condições previamente ao tratamento. Isso se dá porque as diferentes apresentações dessas estruturas geram diferentes distribuições da força no ápice radicular (Consolaro, 2002).

Figura 5 - Classificação e demonstração das formas radiculares iniciais.



Fonte: Fernandes *et. al*, 2019.

Notas: romboidal, triangular, dilacerada e em pipeta (tradução nossa).

Raízes com dilacerações, em forma de pipeta ou com morfologia triangular terminam com formato extremamente afilado e, por isso, concentram as forças que são aplicadas à coroa na porção apical da raiz, o que causa a maior prevalência de reabsorções externas nesses elementos. Nas raízes de forma romboidal ou quadrangular, por sua vez, observa-se uma melhor dissipação das forças ao longo da estrutura, que leva a uma probabilidade mais baixa de ocorrerem alterações no comprimento radicular (Consolaro, 2002).

Todas as evidências nos estudos sobre a quantificação da força em Ortodontia tendem a evidenciar e ressaltar que mais importante que a quantidade de força é a sua distribuição ao longo da raiz dentária e do osso alveolar. Se a força for intensa, mas bem distribuída, proporcionará menos danos aos tecidos do que uma força menor, mas concentrada em pequenas áreas. (Consolaro, 2002, p. 448).

Outro fator a ser avaliado é a densidade e morfologia óssea adjacente aos dentes que serão submetidos às forças ortodônticas, uma vez que ela pode

influenciar no tempo de deslocamento e na quantidade de reabsorção radicular gerada. O osso tem capacidade de deflexão, o que significa que ele possui elasticidade capaz de diminuir os efeitos das forças sobre o dente e o ligamento periodontal. Desse modo, “quanto maior a deflexão óssea, menor será o potencial danoso aos tecidos periodontais” (Consolaro, 2002, p. 488).

Áreas ósseas densas apresentam deflexão mínima e, por isso, o profissional deve planejar forças menores durante o tratamento. Por outro lado, quando o trabeculado ósseo for fino e com espaços medulares amplos, haverá uma maior absorção das forças aplicadas ortodonticamente, visto que a deflexão absorverá parcialmente os seus efeitos (Consolaro, 2002).

Geometricamente, as cristas alveolares podem ser classificadas em triangulares, romboidais e quadrangulares, o que facilita o planejamento e previsibilidade de possíveis reabsorções radiculares durante a ortodontia. Cristas com morfologia triangular podem sofrer grande deflexão, enquanto as quadrangulares têm capacidade elástica pequena (Consolaro, 2002).

Segundo Hartsfield, Everett e Al-Qawasmi (2004), os fatores genéticos representam pelo menos 50% da variação na prevalência e severidade de reabsorções radiculares apicais externas. A diminuição da interleucina IL-1 β , do alelo IL-1B 1 (+3953), pode resultar na menor ação catabólica na interface do osso cortical e do ligamento periodontal. Essa alteração causa um estresse prolongado que se concentra na porção radicular dentária, uma vez que sem o processo de reabsorção, a área de pressão se mantém por um tempo além do esperado (Hartsfield; Everett; Al-Qawasmi, 2004).

Como consequência disso, ocorre a fadiga da estrutura e das células locais, disparando um efeito cascata que leva a reabsorção radicular (Hartsfield; Everett; Al-Qawasmi, 2004). Os estudos de Hartsfield, Everett e Al-Qawasmi (2004) demonstraram que o polimorfismo em questão está associado a 15% de variação na reabsorção de incisivos centrais superiores de pacientes ortodônticos.

A interleucina IL-1 β é uma potente citocina para a reabsorção óssea e tem um papel importante no trajeto que leva a reabsorção radicular. Desse modo, infere-se que o polimorfismo genético implica em mudanças nos mediadores responsáveis direta e indiretamente pelo movimento dentário, predispondo certos indivíduos a desenvolverem uma RRAE. O polimorfismo IL-1B (+3954) age na RRAE

nos pacientes tratados ortodonticamente, sendo o alelo IL-1B considerado fator de risco para o desenvolvimento desta alteração (Kalra *et al.*, 2020).

Atualmente, existe uma grande variedade de aparelhos ortodônticos que podem ser utilizados, como os de bráquetes convencionais, autoligados e os alinhadores, por exemplo. No artigo publicado por Gay *et al.* (2017) observou-se que os indivíduos tratados com alinhadores apresentaram uma incidência de reabsorção da raiz similar à descrita para as forças ortodônticas convencionais, com uma diminuição média menor do que 10% do comprimento radicular inicial.

Nesta mesma análise, 41% dos pacientes apresentaram ao menos um dente com reabsorção de 20% do comprimento inicial. Os dentes mais afetados por reabsorções severas foram, respectivamente, os pré-molares superiores, incisivos laterais superiores, incisivo lateral e central inferiores. Além disso, todos os pacientes que participaram do estudo apresentaram ao menos um elemento com redução do comprimento total da estrutura radicular (Gay *et al.*, 2017).

Yassir, McIntyre e Bearn (2021) afirmam que a evidência é baixa, mas que a diferença na incidência da reabsorção não é afetada de forma relevante pela prescrição ou método de ligação do bráquete usado. A aplicação de forças pesadas contínuas também é um fator a ser considerado, uma vez que demonstra maior risco para RRAE em comparação às forças usadas de forma intermitente, visto que a pausa permite a “cicatrização” do cemento reabsorvido (Yassir; McIntyre; Bearn, 2021).

Além disso, também não foi observada diferença nas variações de sequências dos arcos usados ao longo do tratamento. Ao comparar grupos de indivíduos que fizeram uso de aparelhos fixos e alinhadores, notou-se uma menor incidência e severidade de RRAE nos pacientes que usaram a segunda opção (Yassir; McIntyre; Bearn, 2021).

Li *et al.* (2020) observou que o “uso de forças pesadas está associado com a prevalência da reabsorção radicular apical e que o aumento da força utilizada está associado à severidade da reabsorção” (tradução nossa). O autor também encontrou prevalência e severidade menores das reabsorções radiculares externas nos indivíduos submetidos ao alinhadores, em comparação aos que usaram aparelhos fixos (Li *et al.*, 2020).

Lopatiene e Dumbraivaite (2008) afirmam que “a reabsorção radicular apical externa é uma consequência iatrogênica do tratamento ortodôntico, apesar de também poder ocorrer na ausência do tratamento ortodôntico” (tradução nossa). A ortodontia é, possivelmente, a única área de conhecimento da odontologia que usa da inflamação como um meio de resolução de problemas funcionais e estéticos. (Lopatiene; Dumbraivaite, 2008).

Existem diversos tipos de reabsorções que prejudicam a estrutura radicular de um dente, mas que diferem da induzida pela ortodontia, por esta se tratar de um processo inflamatório estéril e localizado. É importante salientar que os tratamentos ortodônticos não costumam causar mudanças clinicamente significativas em relação à reabsorção da raiz, apesar de ocorrerem alterações microscópicas (Lopatiene; Dumbraivaite, 2008).

5. DISCUSSÃO

Diferente das demais reabsorções radiculares, a induzida ortodonticamente se dá por uma inflamação estéril, ou seja, sem contaminação por microrganismos, uma vez que é causada pelas forças mecânicas. A perda da porção apical é irreversível e pode ser fisiológica ou patológica, sendo frequentemente uma complicação iatrogênica do tratamento ortodôntico (Yassir; McIntyre; Bearn, 2021).

Yamaguchi e Fukasawa (2021) afirmam que a força ótima para a obtenção do movimento pode ser diferente para diferentes dentes e pacientes. Ren, Maltha e Kuijpers-Jagtman (2003) definem esse conceito como “força de uma certa magnitude e característica temporal [...] capaz de produzir a maior taxa de movimento dentário sem dano tecidual e com máximo conforto ao paciente” (tradução nossa). Heboyan *et al.* (2022) sugere que a força exercida ortodonticamente deve estar na faixa entre 7 e 26 g/cm², para evitar redução do comprimento radicular.

Li *et al.* (2018) explica que “o movimento dental ortodôntico é um processo que combina a adaptação fisiológica do osso alveolar às tensões mecânicas com mínima lesão reversível ao periodonto” (tradução nossa). Consolaro (2002), por sua vez, afirma que as forças aplicadas não são usadas para produzir movimento mecânico, mas para gerar um estímulo biológico, que promove alterações no tecido e mudanças na posição dentária de forma estável e duradoura.

A reabsorção radicular apical externa é um problema relevante para a odontologia e se desenvolve a partir de um processo complexo e de etiologia multifatorial, sendo dividida em fatores relacionados ao paciente ou relacionados ao tratamento. Em vista disso, o ortodontista deve estar atento ao planejamento, diagnóstico e manejo dessa possível alteração (Yassir; McIntyre; Bearn, 2021; Bayir; Gumus, 2021).

Ao estudar sobre os possíveis fatores associados à reabsorções, no que diz respeito à idade, observou-se que não há um consenso entre os artigos, visto que alguns autores relatam não existir correlação relevante entre as variáveis (Jung; Cho, 2011; Pastro *et al.*, 2018; Bayir; Gumus, 2021; Yassir; McIntyre; Bearn, 2021), enquanto outra vertente afirma que, com o passar da idade, ocorre a diminuição da vascularidade do periodonto, que se torna inelástico, enquanto a camada de

cimento radicular se torna mais espessa, especialmente no terço apical, onde essas características adultas causam o aumento da susceptibilidade para reabsorções radiculares (Lopatiene; Dumbravaite, 2008; Maués; Nascimento; Vilella, 2015; Krishnan, 2017).

A variável gênero, por sua vez, é considerada irrelevante ou com pouca correlação para determinar o risco de reabsorções radiculares, já que a literatura aponta resultados destoantes, sem relação significativa definida entre a alteração e o sexo dos indivíduos (Lopatiene; Dumbravaite, 2008; Jung; Cho, 2011; Krishnan, 2017; Pastro *et al.*, 2018; Bayir; Gumus, 2021).

Existe, ainda, a hipótese de que dentes traumatizados e/ou tratados endodonticamente apresentam maior risco de desenvolver um encurtamento do comprimento inicial da raiz durante o tratamento ortodôntico. No entanto, Malmgren (1982) e Yassir, McIntyre e Bearn (2021) demonstraram que essa variável não é relevante clinicamente, a não ser que o indivíduo já apresente algum grau de reabsorção prévio ao início da terapia ortodôntica.

A influência da morfologia radicular na previsibilidade e risco para reabsorções é descrita por Consolaro (2002) e Fernandes *et al.* (2019), onde ambos os autores demonstraram haver relação entre a alteração e as formas triangulares, em pipeta e dilaceradas da estrutura da raiz, em comparação a romboidal. Esse acontecimento é explicado pela concentração de forças nos ápices radiculares, que causa maior estresse local e celular (Consolaro, 2002; Fernandes *et al.*, 2019).

Tratamentos com necessidade de extrações dentárias costumam ser mais complexos e demandam maior atenção e cuidado do profissional. Bayir e Gumus (2021), Fernandes *et al.* (2021), Jung e Cho (2011), Yassir, McIntyre e Bearn (2021), Deng, Sun e Xu (2018) e Pastro *et al.* (2018) são alguns dos autores que encontraram uma forte associação entre o tratamento ortodôntico com exodontias e o desenvolvimento de reabsorção radicular apical externa.

No estudo de Fernandes *et al.* (2019), os pacientes que passaram por extrações de pré-molares superiores apresentaram uma chance 70% maior de desenvolver uma RRAE. Já Pastro *et al.* (2018) demonstrou a probabilidade de 2,72 vezes maior de acontecer reabsorção da estrutura da raiz desses pacientes. Essa relação pode ser explicada pela maior quantidade de movimento no qual os dentes

serão submetidos para compensar as extrações realizadas (Yassir; McIntyre; Bearn, 2021).

A duração do tratamento ortodôntico também demonstra ser um fator relevante para o planejamento e prognóstico, uma vez que notou-se uma relação direta entre um longo tratamento e a maior incidência de reabsorções radiculares (Jung; Cho, 2011; Maués; Nascimento; Vilella, 2015; Pastro *et al.*, 2018). A maior duração de um tratamento costuma estar associada aos casos com extração dentária, estando as duas variáveis presentes, muitas das vezes (Yassir; McIntyre; Bearn, 2021).

No entanto, existem estudos conflitantes sobre a duração do tratamento estar diretamente associada ou não à reabsorção, visto que esse período é afetado por variáveis além da força e quantidade de movimento dentário exercido, como a cooperação do paciente e o intervalo entre as consultas, por exemplo (Jung; Cho, 2011). De acordo com Yassir, McIntyre e Bearn (2021), “quanto maior a distância, maior a força associada e duração do tratamento e, conseqüentemente, a RRAE” (tradução nossa).

Nos casos com exodontias, espera-se que os dentes sejam movidos por distâncias mais longas e com forças maiores, ocasionando, muitas vezes, em um tratamento mais longo, que conseqüentemente resulta em um maior risco de desenvolver reabsorções radiculares apicais em suas formas mais severas, visto que a presença de ambos os fatores (exodontias e longos tratamentos) costumam caracterizar casos mais complexos (Jung; Cho, 2011; Krishnan, 2017).

Ao comparar grupos de indivíduos que fizeram uso de aparelhos fixos e alinhadores, notou-se uma menor incidência e severidade de RRAE nos pacientes que usaram a segunda opção (Yassir; McIntyre; Bearn, 2021). Li *et al.* (2020) também encontrou prevalência e severidade menores das reabsorções radiculares externas nos indivíduos submetidos ao alinhadores, em comparação aos que usaram aparelhos fixos, enquanto Gay *et al.* (2017) observou incidências semelhantes entre os pacientes submetidos aos aparelhos convencionais e aos alinhadores.

Dentre todos os elementos que fazem parte das arcadas dentárias, os incisivos são os que mais sofrem reabsorção, especialmente os superiores, havendo divergência entre os autores sobre qual deles (central ou lateral) apresenta maior

prevalência (Jung; Cho, 2011; Krishnan, 2017; Fernandes *et al.*, 2019; Deng; Sun; Xu, 2018; Bayir; Gumus, 2021). Bayir e Gumus (2021), assim como Yassir, McIntyre e Bearn (2021), afirmam que os dentes localizados na arcada superior apresentam maior risco de reabsorções, em comparação a mandíbula. Isso se dá pelas características ósseas e dos elementos, como a proximidade entre as raízes dos incisivos centrais e laterais, a proximidade com o canal incisivo e o osso cortical do alvéolo, além dos movimentos de intrusão e retração (Bayir; Gumus, 2021).

O profissional deve investigar e considerar os fatores de risco relacionados ao indivíduo submetido ao procedimento e a técnica ortodôntica proposta para a obtenção dos resultados esperados ao fim do tratamento (Bayir; Gumus, 2021). Notou-se, ao longo do estudo, que fatores como a predisposição genética, presença de hábitos parafuncionais, tempo de tratamento, direção de movimento e quantidade de força exercida tem um papel no processo patológico investigado (Kalra *et al.*, 2020; Yassir; McIntyre; Bearn, 2021).

No quesito predisposição genética, os resultados dos estudos de Hartfield, Everett e Al-Qawasmi (2004) e Kalra *et al.* (2020) concordam que o gene IL-1 β é um potente estimulante para a reabsorção óssea e recrutamento das células osteoclásticas durante o movimento ortodôntico. A diminuição da produção de IL-1 β , no caso do alelo 1, resulta em menor remodelação óssea e, conseqüentemente, estresse local prolongado concentrado na raiz dentária, fator predisponente para que ocorra sua reabsorção (Hartfield; Everett; Al-Qawasmi, 2004; Kalra *et al.*, 2020).

Antes de iniciar o tratamento, cabe ao profissional avaliar radiograficamente a condição periapical de todos os elementos, assim como a morfologia radicular e óssea. Essa avaliação pode ser feita pela técnica intra-oral, que contém maior detalhe, ou por meio de uma radiografia panorâmica, que permite a observação de todos os dentes de uma só vez, mas com maior distorção (Sameshima; Asgarifar, 2001). Para os estudos mais atuais, notou-se uma preferência pela tomografia computadorizada *cone beam* por parte dos autores, uma vez que ela reflete uma imagem tridimensional e sem distorções dos elementos (Castro *et al.*, 2013; Deng; Sun; Xu, 2018; Li *et al.*, 2020).

Dito isso, foi observado como consenso na literatura que, apesar do baixo custo e facilidade de se observar todos os elementos de uma só vez, a radiografia panorâmica não é indicada para o diagnóstico das reabsorções radiculares, uma vez

que ela não demonstra detalhes e não é confiável para a análise dos comprimentos radiculares (Sameshima; Asgarifar, 2001; Castro *et al.*, 2013; Deng; Sun; Xu, 2018; Li *et al.*, 2020).

Não foi encontrado um protocolo de quanto tempo após o início do tratamento ortodôntico deve-se fazer uma nova solicitação de radiografias para reavaliar e investigar uma possível reabsorção das estruturas radiculares, mas o diagnóstico precoce da alteração é importante para um melhor prognóstico da situação (Ahangari *et al.*, 2015).

A partir do momento em que a reabsorção foi identificada, é recomendado que o tratamento ortodôntico seja interrompido por um período mínimo de 6 meses, onde se espera observar a parada do processo reabsortivo e um reparo parcial, funcional e/ou anatômico da estrutura (Krishnan, 2017). Ahangari *et al.* (2015) buscou na literatura possíveis intervenções para o manejo das reabsorções radiculares externas, mas não encontrou evidências de relevância, recomendando que os profissionais baseiem suas decisões na experiência clínica em conjunto com as preferências do paciente, até que se façam ensaios clínicos randomizados acerca da alteração.

6. CONCLUSÕES

Conclui-se que o tratamento ortodôntico pode ser associado ao encurtamento radicular, especialmente ao fazer uso de forças pesadas, extrações, movimentos extensos e de intrusão. A predisposição genética de um indivíduo, assim como as características morfológicas das raízes e das estruturas ósseas contribuem para o desenvolvimento da reabsorção, especialmente dos incisivos superiores e inferiores.

O profissional deve estar atento ao tipo de tratamento proposto, aos hábitos e às características individuais do paciente, sendo sempre necessário realizar uma detalhada anamnese, em busca de possíveis gatilhos para um processo reabsortivo superior ao esperado.

A reabsorção radicular é um problema relevante para a odontologia, visto que um encurtamento severo da raiz dentária pode causar mobilidade e até mesmo perda dos elementos, nos casos mais exacerbados. Sabendo dessas alterações relevantes, o cirurgião-dentista tem o dever de notificar o paciente da possibilidade de desenvolver a condição previamente ao tratamento ortodôntico e caso venha a ser observada alguma diminuição no comprimento inicial das raízes ao longo do processo.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da extensa literatura a respeito do assunto, se faz necessário estudos de qualidade para definir um protocolo de diagnóstico e manejo da alteração, além de uma avaliação mais detalhada da influência ou não de alguns fatores no processo de reabsorção, como a idade do paciente, a presença de tratamento endodôntico prévio à ortodontia e tipo de aparelhagem ortodôntica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHANGARI, Zohreh *et al.* Interventions for the management of external root resorption. **Cochrane Database Of Systematic Reviews**, [S.L.], v. 2016, n. 1, p. 1-10, 24 nov. 2015. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.cd008003.pub3>. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7185846/>. Acesso em: 28 out. 2022.
- A YASSIR, Yassir; MCINTYRE, Grant T; BEARN, David R. Orthodontic treatment and root resorption: an overview of systematic reviews. **European Journal Of Orthodontics**, [S.L.], v. 43, n. 4, p. 442-456, 20 nov. 2020. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/ejo/cjaa058>.
- BAYIR, Fatih; GUMUS, Esra Bolat. External apical root resorption after orthodontic treatment: incidence, severity and risk factors. **Journal Of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects**, [S.L.], v. 15, n. 2, p. 100-105, 5 maio 2021. Maad Rayan Publishing Company. <http://dx.doi.org/10.34172/joddd.2021.017>.
- BREZNIAK, Naphtali; WASSERSTEIN, Atalia. Root resorption after orthodontic treatment: part 2. literature review. **American Journal Of Orthodontics And Dentofacial Orthopedics**, [S.L.], v. 103, n. 2, p. 138-146, fev. 1993. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0889-5406\(05\)81763-9](http://dx.doi.org/10.1016/s0889-5406(05)81763-9).
- BREZNIAK, Naphtali; WASSERSTEIN, Atalia. Orthodontically induced inflammatory root resorption: part I: the basic science aspects. **Angle Orthodontist**, [S.L.], v. 72, n. 2, p. 175-179, abr. 2002.
- CASTRO, Iury O. *et al.* Apical root resorption due to orthodontic treatment detected by cone beam computed tomography. **The Angle Orthodontist**, [S.L.], v. 83, n. 2, p. 196-203, 19 jul. 2012. The Angle Orthodontist (EH Angle Education & Research Foundation). <http://dx.doi.org/10.2319/032112-240.1>.
- CONSOLARO, Alberto. Reabsorções Dentárias na Movimentação Ortodôntica. In: CONSOLARO, Alberto. **Reabsorções dentárias nas especialidades clínicas**. Maringá: Dental Press, 2002. p. 488.
- DENG, Yaqi; SUN, Yannan; XU, Tianmin. Evaluation of root resorption after comprehensive orthodontic treatment using cone beam computed tomography (CBCT): a meta-analysis. **Bmc Oral Health**, [S.L.], v. 18, n. 1, p. 116-116, 27 jun. 2018. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/s12903-018-0579-2>.
- FERNANDES, Luciana Quintanilha Pires *et al.* Predisposing factors for external apical root resorption associated with orthodontic treatment. **The Korean Journal Of Orthodontics**, [S.L.], v. 49, n. 5, p. 310, 2019. Korean Association of Orthodontists. <http://dx.doi.org/10.4041/kjod.2019.49.5.310>.
- GAY, Giulia *et al.* Root resorption during orthodontic treatment with Invisalign®: a radiometric study. **Progress In Orthodontics**, [S.L.], v. 18, n. 1, p. 1-10, 15 maio 2017. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/s40510-017-0166-0>. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5430001/>. Acesso em: 05 dez. 2022.

HARTSFIELD, J.K.; EVERETT, E.T.; AL-QAWASMI, R.A.. Genetic factors in external apical root resorption and orthodontic treatment. **Critical Reviews In Oral Biology & Medicine**, [S.L.], v. 15, n. 2, p. 115-122, mar. 2004. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/154411130401500205>.

HEBOYAN, Artak *et al.* Tooth root resorption: A review. **Science Progress**, [S.L.], v. 105, n. 3, p. 1-20, 27 jun. 2022. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/00368504221109217>. Disponível em: https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/00368504221109217?rfr_dat=cr_pub++0pubmed&url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org. Acesso em: 05 dez. 2022.

JUNG, Yun-Hoa; CHO, Bong-Hae. External root resorption after orthodontic treatment: a study of contributing factors. **Imaging Science In Dentistry**, [S.L.], v. 41, n. 1, p. 17, 2011. Korean Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. <http://dx.doi.org/10.5624/isd.2011.41.1.17>.

KALRA, Shilpa *et al.* External apical root resorption in orthodontic patients: molecular and genetic basis. **Journal Of Family Medicine And Primary Care**, [S.L.], v. 9, n. 8, p. 3872, 2020. Medknow. http://dx.doi.org/10.4103/jfmmpc.jfmmpc_802_20.

KRIEGER, Elena *et al.* Apical root resorption during orthodontic treatment with aligners? A retrospective radiometric study. **Head & Face Medicine**, [S.L.], v. 9, n. 1, p. 1-10, 14 ago. 2013. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/1746-160x-9-21>.

KRISHNAN, V. Root Resorption with Orthodontic Mechanics: pertinent areas revisited. **Australian Dental Journal**, [S.L.], v. 62, p. 71-77, mar. 2017. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/adj.12483>.

LI, Yina *et al.* Orthodontic tooth movement: the biology and clinical implications. **The Kaohsiung Journal Of Medical Sciences**, [S.L.], v. 34, n. 4, p. 207-214, abr. 2018. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1016/j.kjms.2018.01.007>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1016/j.kjms.2018.01.007>. Acesso em: 15 nov. 2022.

LI, Yuan *et al.* Prevalence and severity of apical root resorption during orthodontic treatment with clear aligners and fixed appliances: a cone beam computed tomography study. **Progress In Orthodontics**, [S.L.], v. 21, n. 1, p. 1-5, 6 jan. 2020. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/s40510-019-0301-1>. Disponível em: ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6943096/. Acesso em: 15 nov. 2022.

LOPATIENE, Kristina; DUMBRAVAITE, Aiste. Risk factors of root resorption after orthodontic treatment. **Stomatologija: Baltic Dental and Maxillofacial Journal**, [S.L.], v. 10, n. 3, p. 89-95, jan. 2008.

MALMGREN, Olle *et al.* Root resorption after orthodontic treatment of traumatized teeth. **American Journal Of Orthodontics**, [S.L.], v. 82, n. 6, p. 487-491, dez. 1982. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0002-9416\(82\)90317-7](http://dx.doi.org/10.1016/0002-9416(82)90317-7).

MAUÉS, Caroline Pelagio Raick; NASCIMENTO, Rizomar Ramos do; VILELLA, Oswaldo de Vasconcellos. Severe root resorption resulting from orthodontic

treatment: prevalence and risk factors. **Dental Press Journal Of Orthodontics**, [S.L.], v. 20, n. 1, p. 52-58, fev. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/2176-9451.20.1.052-058.oar>.

MEERAN, Nazeerahmed. Iatrogenic possibilities of orthodontic treatment and modalities of prevention. **Journal Of Orthodontic Science**, [S.L.], v. 2, n. 3, p. 73-83, 2013. Medknow. <http://dx.doi.org/10.4103/2278-0203.119678>.

PASTRO, João Dalto Viganó *et al.* Factors Associated to Apical Root Resorption after Orthodontic Treatment. **The Open Dentistry Journal**, [S.L.], v. 12, n. 1, p. 331-339, 30 abr. 2018. Bentham Science Publishers Ltd.. <http://dx.doi.org/10.2174/1874210601812010331>.

PROFFIT, William *et al.* **Ortodontia Contemporânea**. 6. ed. São Paulo: Gen Guanabara Koogan, 2021. 784 p.

REN, Yijin; MALTHA, Jaap C; KUIJPERS-JAGTMAN, Anne Marie. Optimum force magnitude for orthodontic tooth movement: a systematic literature review. **The Angle Orthodontist**, [S.I.], v. 1, n. 73, p. 86-92, 01 fev. 2003.

RUŁKYTÈ, Giedrè; JUOZÈNAITÈ, Donata; KUBILINÈ, Kristina. Types of root resorptions related to orthodontic treatment. **Stomatologija: Baltic Dental and Maxillofacial Journal**, [S.I.], v. 21, n. 1, p. 1-10, 2018.

SAMESHIMA, G T; ASGARIFAR, K O. Assessment of root resorption and root shape: periapical vs panoramic films. **The Angle Orthodontist**, [S.I.], v. 71, n. 3, p. 185-189, jun. 2001.

YAMAGUCHI, Masaru; FUKASAWA, Shinichi. Is Inflammation a Friend or Foe for Orthodontic Treatment?: inflammation in orthodontically induced inflammatory root resorption and accelerating tooth movement. **International Journal Of Molecular Sciences**, [S.L.], v. 22, n. 5, p. 23-88, 27 fev. 2021. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7957544/>. Acesso em: 15 nov. 2022.

ANEXO A – Ata da defesa



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
CURSO DE ODONTOLOGIA
DISCIPLINA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE ODONTOLOGIA

ATA DE APRESENTAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos 6 dias do mês de novembro de 2023, às 18:30 horas, em sessão pública no (a) sala B001 desta Universidade, na presença da Banca Examinadora presidida pelo Professor Daltro Eneas Ritter

e pelos examinadores:

1 – Carla D'Agostini Derech

2 – Gerson Luiz Ribeiro

A aluna Amanda Ferreira apresentou o Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação intitulado:

Reabsorção radicular externa associada ao tratamento ortodôntico: revisão de literatura

como requisito curricular indispensável à aprovação na Disciplina de Defesa do TCC e a integralização do Curso de Graduação em Odontologia. A Banca Examinadora, após reunião em sessão reservada, deliberou e decidiu pela APROVAÇÃO do referido Trabalho de Conclusão do Curso, divulgando o resultado formalmente ao aluno e aos demais presentes, e eu, na qualidade de presidente da Banca, lavrei a presente ata que será assinada por mim, pelos demais componentes da Banca Examinadora e pelo aluno orientando.

Presidente da Banca Examinadora

Examinador 1

Examinador 2

Aluno