FACULDADE SETE LAGOAS – FACSETE

Jucienne Carvalho Santos
Micheline Ferreira Arouca

REABSORÇÕES RADICULARES E ORTODONTIA:
Uma revisão de literatura

Vitória da Conquista-Ba
2025

Jucienne Carvalho Santos

Micheline Ferreira Arouca

REABSORÇÕES RADICULARES E ORTODONTIA:

Uma revisão de literatura

Monografia apresentada ao curso de Especialização *Lato Sensu* da Faculdade Sete Lagoas – FACSETE, como requisito parcial para obtenção do título de especialista em Ortodontia.
Área de concentração: Ortodontia.
Orientador: Dr. Sisenando Itabaiana Sobrinho.

Vitória da Conquista-Ba

2025

FACSETE
FACULDADE SETE LAGOAS

Jucienne Carvalho Santos
Micheline Ferreira Arouca

REABSORÇÕES RADICULARES E ORTODONTIA:
Uma revisao de literatura

Monografia apresentada ao curso de especialização *Lato Sensu* da Faculdade Sete Lagoas - FACSETE, como requisito parcial para obtenção do titulo de Especialista em Ortodontia.

Area de Concentração: Ortodontia

Aprovado em:25/08/2025 pela banca constitufda pelos seguintes professores:

Prof. Sisenando Itabaiana Sobrinho - FACSETE Orientador

Prof. Sisenando Itabaiana Sobrinho - FACSETE Coordenador

Prof. Geraldo Jose Correa - FACSETE

Vlt6ria da Conquista, 25 de agosto de 2025

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela força e oportunidade de concluir esta etapa.

Ao orientador, Prof. Dr. Sisenando Itabaiana Sobrinho, e ao Prof. Geraldo José Corrêa, pela dedicação e ensinamentos.

À banca, pela valiosa contribuição.

De forma especial, a Jucienne, pela parceria, e a minha família e amigos, pelo apoio incondicional.

Micheline Ferreira Arouca

Tenho um agradecimento especial a Deus por permitir que eu concluísse essa etapa.

Fica aqui meu agradecimento ao meu orientador Prof. Dr. Sisenando Itabaiana Sobrinho pelo apoio e orientações dadas durante a elaboração desse trabalho e ao Prof. Geraldo José Corrêa nosso coorientador.

À banca pela sua contribuição.

Ao meu esposo Ádrian por reservar um pouco do seu tempo para me ajudar na elaboração desse TCC, sem sua ajuda seria difícil.

À Micheline Arouca pela parceria.

À minha filha Clarisse e à amiga Cíntia pelo incentivo.

Jucienne Carvalho Santos

RESUMO

A movimentação ortodôntica pode provocar efeitos periodontais e pulpares considerados normais e reversíveis quando os elementos dentais e tecidos subjacentes se apresentem íntegros e as forças empregadas são adequadas. Assim, o presente estudo possui como objetivo mostrar através de uma revisão de literatura a relação entre a movimentação ortodôntica e reabsorção radicular. Para alcançar esse objetivo lançou-se mão da revisão de literatura. Os resultados apontam que, a reabsorção radicular externa apresenta uma casuística multifatorial, mas que a tempos vem sendo associada ao tratamento ortodôntico. Assim cabe ao profissional avaliar cada paciente e descobrir se este apresenta maior propensão para desenvolver reabsorção radicular durante o tratamento ortodôntico, e lançar mão de radiografias e outros exames complementares para acompanhá-lo. Concluiu-se que a reabsorção radicular deve ser avaliada em cada paciente.

Palavras-chave: Ortodontia. Movimentação dentária. Reabsorção da raiz.

ABSTRACT

Orthodontic movement can cause periodontal and pulpal effects considered normal and reversible when the dental elements and underlying tissues are intact and the forces employed are adequate. Thus, the present study aims to show through a literature review the relationship between orthodontic movement and root resorption. In order to reach this goal, literature review was used. The results indicate that external root resorption presents a multifactorial casuistry but has been associated with orthodontic treatment. Thus, it is up to the professional to evaluate each patient and find out if the patient is more likely to develop root resorption during orthodontic treatment, and to use radiographs and other complementary tests to accompany it. It was concluded that root resorption should be evaluated in each patient.

Keywords: Orthodontics. Tooth movement. Root resorption.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - PERIODONTO E SEUS COMPONENTES..... 12
FIGURA 2 - PERIODONTO DE PROTEÇÃO 13
FIGURA 3 - PERIODONTO DE SUSTENTAÇÃO E DE PROTEÇÃO..... 13
FIGURA 4 - ASPECTO MICROSCÓPICO DO CEMENTO. 14
FIGURA 5 - CEMENTO ACELULAR (A) E CEMENTO CELULAR (B). CC = CEMENTÓCITOS, D= DENTINA, PL= CEMENTOBLASTOS. 15
FIGURA 6 - FIBRAS OXITALÂNICAS VISTAS (A) AO MICROSCÓPIO DE LUZ E (B) AO MICROSCÓPIO ELETRÔNICO..... 16
FIGURA 7 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DAS ESTRUTURAS PERIODONTAIS ... 17
FIGURA 8 - ALVÉOLOS: A - DENTES INCISIVO CENTRAL, INCISIVO LATERAL E CANINO. B - DENTES PRÉ-MOLARES..... 18
FIGURA 9 - SEQUÊNCIA DE EVENTOS NA APLICAÇÃO DE FORÇA ORTODÔNTICA 21
FIGURA 10 - FORMAS GEOMÉTRICAS ANATÔMICAS DAS RAÍZES DOS INCISIVOS: A) TRIANGULAR, B) ROMBOIDAL, C) RETANGULAR 27
FIGURA 11 - VARIÁVEIS MORFOLÓGICAS DO TERÇO APICAL DENTÁRIO: 1) EM FORMA DE PIPETA, 2) COM DILACERAÇÃO APICAL, 3) RAIZ CURTA 28
FIGURA 12 - ESTADIAMENTO DA REABSORÇÃO RADICULAR APICAL..... 29
FIGURA 13 - REABSORÇÃO RADICULAR APICAL. 30
FIGURA 14 - CAMADA ODONTOBLÁSTICA EM POLPA JOVEM E AS PARTES CONSTITUINTES DO COMPLEXO DENTINOPULPAR..... 31
FIGURA 15 - ESQUEMA REPRESENTATIVO DA SUPERFÍCIE CEMENTÁRIA E DOS CEMENTOBLASTOS. 33
FIGURA 16 - ESQUEMA REPRESENTATIVO DO AMBIENTE PERIODONTAL-FENÔMENOS BIOLÓGICOS DA MOVIMENTAÇÃO DENTÁRIA INDUZIDA 35
FIGURA 17 - TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO MOSTRANDO REABSORÇÃO INFLAMATÓRIA INTERNA E EXTERNA DOS DENTES INCISIVOS 39

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....9
2. PROPOSIÇÃO.....11
3. REVISÃO DE LITERATURA 12
3.1 Tecidos de sustentação: periodonto.....12
3.2 Forças ortodônticas 18
3.3 Reabsorção radicular 23
3.3.1 Classificação.....25
3.3.2 Fatores etiológicos 25
3.3.3 Classificação de HANDEN - quanto ao grau de reabsorção radicular.....28
3.4 Considerações histológicas da reabsorção radicular.....31
3.5 Prevenção e identificação da reabsorção 37
3.6 Tratamento 39
4 DISCUSSÃO.....41
5 CONCLUSÃO.....44
REFERÊNCIAS 45

1. INTRODUÇÃO

Na atualidade é grande o número de pacientes que buscam os serviços ortodônticos. Na maioria dos casos, essa busca é por um sorriso funcional e estético, embora alguns pacientes necessitem de um acompanhamento mais atencioso e criterioso durante o tratamento.

No contexto científico, a evolução do conhecimento sobre fenômenos complexos, como a reabsorção radicular, muitas vezes desafia concepções pré-existentes. Como observa Consolaro (2007), desde o início da história, junto à ignorância sobre determinado fenômeno ou assunto, há o estabelecimento paralelo de dogmas, mitos, com infindáveis discussões geradoras de medo e limitações, acompanhadas de resignações e sofrimentos.

A reabsorção radicular pode ser tanto fisiológica (relacionada à esfoliação dos decíduos) quanto patológica (quando envolve os dentes permanentes), que resulta na perda de substância mineralizada no cemento e dentina (Oliveira, 2018). A reabsorção dentária inflamatória é uma consequência patológica da movimentação ortodôntica, sendo um efeito adverso previsível ocasionado pela força aplicada. Essa condição tem recebido atenção especial dos profissionais, pois pode comprometer o prognóstico e levar à perda progressiva da estrutura dentária (Barea, 2009).

Isso também é reafirmado por Hussin e colaboradores (2023), ao relatarem que, a reabsorção radicular é considerada uma consequência patológica comum no tratamento ortodôntico. Em seu estudo explica que, a reabsorção radicular durante o tratamento ortodôntico ocorre em consequência da morte dos cementoblastos (guardiões da integridade da raiz dentária, expondo a mesma). Para a sua etiologia, é preciso considerar diversos fatores como predisponentes à reabsorção. Dentre eles, observam-se os fatores relativos à mecânica ortodôntica (intensidade e intervalo de forças) e os relativos ao indivíduo (hereditariedade e idade). Os fatores locais têm sua importância destacada, como a morfologia radicular, dentes com tratamento endodôntico prévio e/ou dentes traumatizados.

Com base nessas afirmativas, faz-se necessário consultar as bases de dados nacionais e internacionais disponíveis em meios eletrônicos, incluindo Scientific Electronic Library Online (Scielo), Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (Lilacs) e Bibliografia Brasileira de Odontologia (BBO), bem como outras plataformas relevantes como Google Acadêmico e PubMed. Os descritores

para as buscas foram as seguintes palavras-chave em português e seus correspondentes em inglês: 'orthodontics', 'tooth movement', 'root resorption externa': ortodontia, movimentação dentária, reabsorção radicular externa. As buscas foram realizadas utilizando combinações desses termos por meio de operadores booleanos como 'AND' e 'OR' (ex: ortodontia AND reabsorção radicular externa). Foram considerados para análise livros, monografias, teses, dissertações e artigos científicos. A cronologia foi um critério de inclusão rigoroso, selecionando referências publicadas entre os anos 2005 e 2023. Os estudos foram selecionados com base na sua relevância para o tema principal, priorizando aqueles que abordavam diretamente a relação entre a movimentação ortodôntica e os diferentes tipos de reabsorção radicular, excluindo-se publicações que não se alinhavam a esse objetivo ou que apresentavam dados de pesquisa primária sem relevância para uma revisão de literatura.

2. PROPOSIÇÃO

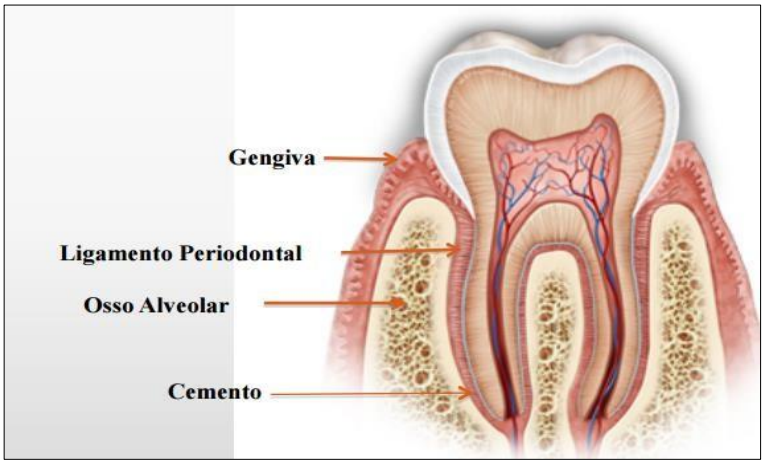
O presente estudo objetiva, por meio de uma revisão de literatura, abordar a relação entre reabsorção radicular e movimentação ortodôntica.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Tecidos de sustentação: periodonto

O periodonto é um complexo de tecidos biológicos e funcionais – gengiva, osso alveolar, cemento e ligamento periodontal (Figura 1) – cuja função é a inserção, proteção e sustentação dos dentes (Campos; Araújo, 2009; Newman, 2011; Oliveira, 2012).

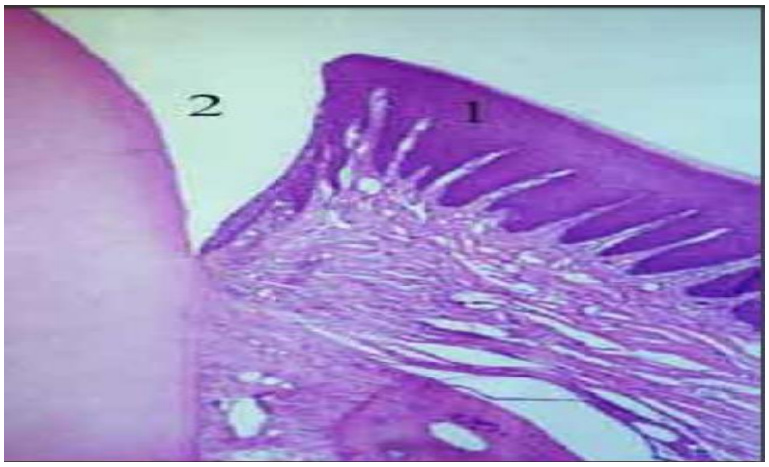
Figura 1 - Periodonto e seus componentes.



Fonte: Newman (2011).

Divide-se, assim, em periodonto de proteção (Figura 2), que é constituído pelo complexo mucogengival, englobando a gengiva marginal livre, papilar, inserida, a união mucogengival e a mucosa alveolar. Sua função é promover a homeostasia, vedando o meio interno e permitindo a manutenção da saúde periodontal frente às agressões da placa bacteriana ou estímulos físicos (Lindhe; Lang; Karring, 2010; Oliveira, 2012).

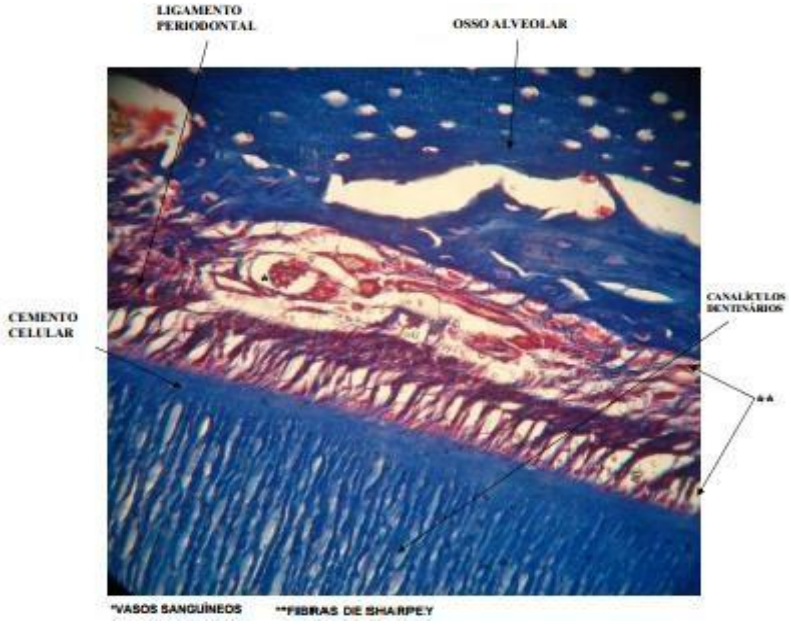
Figura 2 - Periodonto de proteção (1. Gengiva Livre, 2. Sulco Gengival).



Fonte: Oliveira (2012).

Quanto ao periodonto de suporte ou sustentação, de acordo com Saad-Neto (2007), Silva, Sanches-Vargas e Pizzol (2019), Campos e Araújo (2009) e Martins (2009) é constituído pelo osso alveolar, ligamento periodontal e cemento. Sua principal função é fixar os dentes nos ossos da maxila e mandíbula. Além disso, funciona como um sistema para amortecimento das forças mastigatórias para evitar a fratura dos tecidos mineralizados do dente. Lindhe, Lang e Karring (2010) complementam que o periodonto de suporte além da função essencial de sustentação dos dentes, tem a função sensorial, formativa, nutricional e de inervação. Como pode-se observar histologicamente na Figura 3, o periodonto de sustentação.

Figura 3 - Periodonto de sustentação e de proteção.

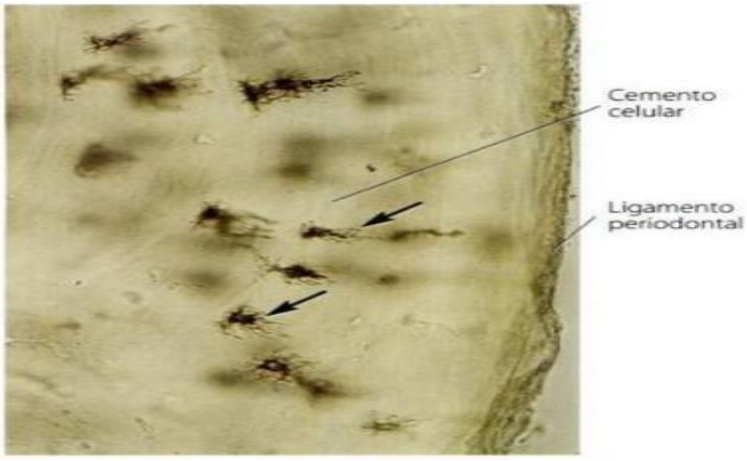


Fonte: Martins (2009).

O cemento dental é um tecido dental duro que cobre a raiz do dente (Figura 4). Possui a seguinte composição: em peso apresenta 65% de mineral, 23% de material orgânico e 12% de água; em relação com outros tecidos: mais mineralizado que o osso e menos mineralizado que o esmalte e a dentina. Sua espessura varia dependendo da localização: próximo à junção esmalte-cemento é mais delgado e torna-se mais espesso à medida que se aproxima do ápice da raiz (Fehrenbach; Bath-Balogh, 2008). Complementando, sua espessura média, segundo Consolaro e Consolaro (2011) no terço cervical variam de 16 a 60µm, o que correspondendo à espessura de um fio de cabelo. No terço apical, bifurcações e trifurcações variam de 150 a 200µm.

Quanto às entidades estruturais apresenta: a) cementoblastos; b) cementócitos; c) fibroblastosos; d) pré-cemento; e) união cemento-dentinária; f) anéis cementários; g) fibras da matriz e de Sharpey (Fehrenbach; Bath-Balogh, 2008; Tommasi, 2013).

Figura 4 - Aspecto microscópico do cemento. *Setas indicam cementócitos.

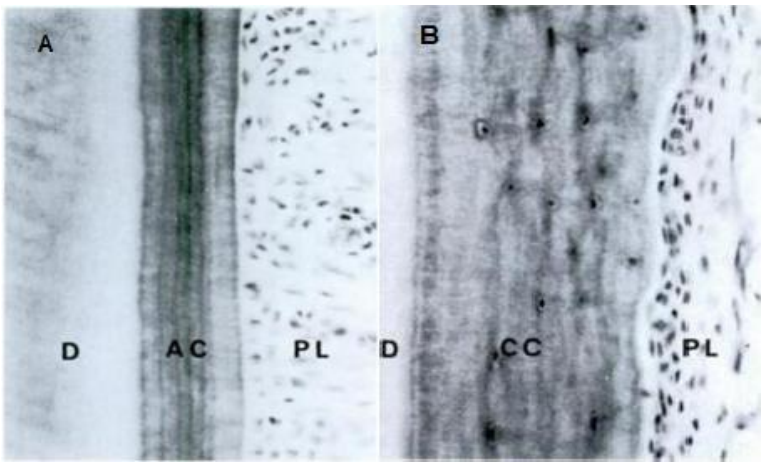


Fonte: Fehrenbach e Bath-Balogh (2008).

O cemento é classificado em dois tipos principais: a) **Primário ou acelular** (Figura 5): formado durante a formação radicular e a erupção dental, consiste em uma camada delgada depositada nas porções cervical e média da raiz, sem células na matriz mineralizada. b) **Secundário ou celular** (Figura 5): sua formação ocorre após a irrupção dental completa e responde a estímulos ou agressões externas. Recobre o terço apical das raízes dentárias, tende a proliferar e aumentar sua espessura com a idade (de forma mais acentuada que o cemento acelular), e possui cementócitos

incluídos na matriz mineralizada. Pode ser formado por fibroblastos próximos da camada de cemento. A saber, os estímulos que causam respostas no cemento celular secundário são: erupção dental, reabsorção dental, movimento ortodôntico, trauma oclusal e procedimento endodônticos (Newman, 2011; Tommasi, 2013).

Figura 5 - Cemento acelular (A) e Cemento celular (B). CC = cementócitos, D= dentina, PL= cementoblastos.



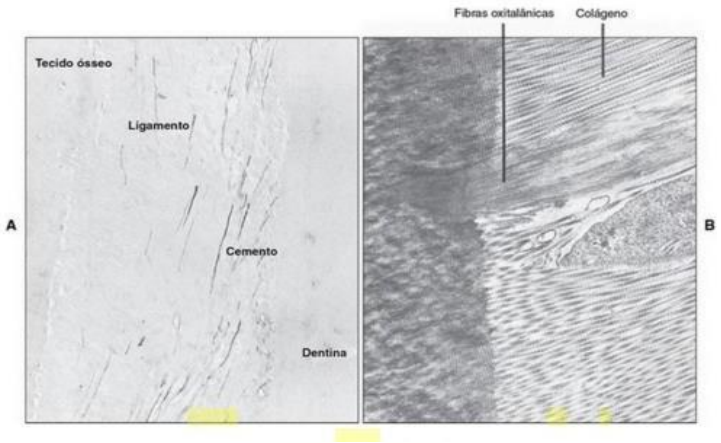
Fonte: Newman (2011).

Cada elemento dental é fixo ao osso alveolar por um tecido conjuntivo e encontra-se separado do mesmo por uma estrutura de suporte, chamada de LPD-Ligamento Periodontal. (Proffit; Fields Junior; Sarver, 2007). Pela definição de Martini, Timmons e Tallitsch (2009), o LPD é formado por fibras colágenas que fixam o cemento de um dente ao periósteo do osso alveolar circundante.

Penedo *et al*. (2010) complementaram que, o LPD apresenta-se como um tecido conjuntivo fibroso denso constituído principalmente por fibras colágenas organizadas em feixes, elementos celulares e vasculares, e fluidos teciduais.

Segundo Tommasi (2013) e Nanci (2013) em menor quantidade, mas não menos importantes, o LPD é constituído também por fibras oxitalânicas (Figura 6) que são feixes de microfibrilas distribuídas extensivamente no LPD. São densas e numerosas na região cervical do ligamento, onde elas seguem paralelamente ao grupo gengival de fibras colágenas.

Figura 6 - Fibras oxitalânicas vistas (A) ao microscópio de luz e (B) ao microscópio eletrônico. Essas fibras seguem em uma direção oblíqua, frequentemente do cemento para vasos sanguíneos.



Fonte: Nanci (2013).

A espessura média do LPD é de 0,25mm, variando de 0,2 e 0,4mm ao longo das faces radiculares, e por ser constituído em 50% do seu volume por vasos, a viscoelasticidade desse tecido também é variável ao longo dos vários pontos da superfície radicular, provocando variações na intensidade dos fenômenos induzidos em áreas diferentes de um mesmo dente (Consolaro, 2007b).

A constituição principal do LPD é de fibroblastos, que são as células predominantes do tecido conjuntivo, estas células são em torno de 65% da população celular total (Souza, 2009). Saad-Neto (2007) revela que, são as responsáveis pelo metabolismo dos componentes da matriz extracelular como a produção dos vários tipos de fibras e da matriz do tecido conjuntivo.

O tecido conjuntivo apresenta quatro tipos de fibras: colágenas (as mais abundantes), reticulares, elásticas e oxitalânicas. As fibras colágenas têm como função proporcionar resistência ao estresse de tensão, enquanto a função das fibras oxitalânicas, apesar de não estarem ainda, bem estabelecida, desempenham função de ancoragem, manutenção de elasticidade, guia para migração celular, estabilização dos vasos sanguíneos e regulação do fluxo vascular. Todos os feixes principais de fibras colágenas do ligamento periodontal estão embutidos em cemento ou em osso. A porção embutida do feixe de fibras é chamada de fibra de Sharpey. No cemento, as fibras de Sharpey têm diâmetro menor e são mais densamente apinhadas que no osso alveolar (Tommasi, 2013).

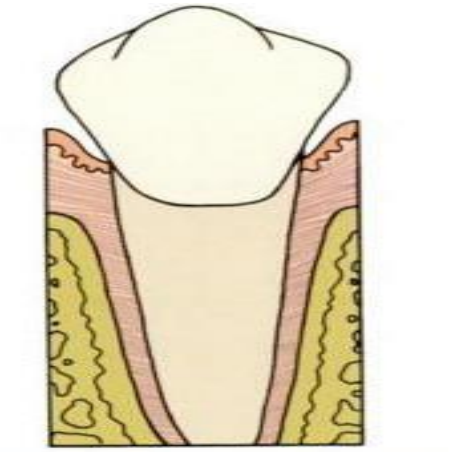
As fibras colágenas velhas sofrem degradação, que ocorre através da síntese de novas fibras e sua remodelação no ligamento periodontal ocorrem por indução da

movimentação dentária para manutenção da nova relação dente-osso estabelecida. Foi verificado que as fibrilas colágenas do ligamento periodontal de mamíferos podem ser reabsorvidas sob condições fisiológicas por células mononucleares que se assemelham aos fibroblastos (Saad-Neto, 2007; Tommasi, 2013).

Para o autor supracitado, estas células são habitantes do ligamento periodontal normal e funcional, e sua presença, assim como a dos osteoclastos em relação ao osso, indica reabsorção de fibras ocorrendo durante a renovação fisiológica ou remodelação do ligamento. Mesmo diante dessas alterações fisiológicas um decréscimo no número de fibras colágenas pode ocasionar uma redução ou perda na elasticidade do tecido, devido a fatores fisiológicos ou envelhecimento.

Figura 7 - Representação esquemática das estruturas periodontais (osso em amarelo).

*Note angulação das fibras do ligamento periodontal.



Fonte: Proffit, Fields Junior e Sarver (2007).

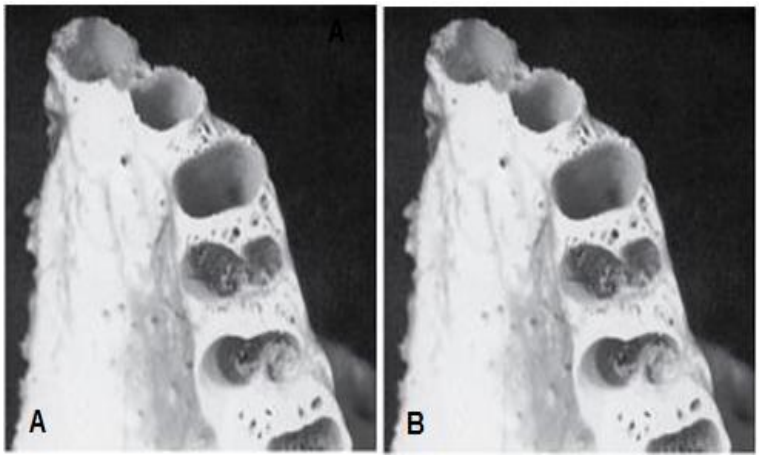
O tecido ósseo que cobre o alvéolo, no qual se inserem as fibras do ligamento periodontal, é do tipo cortical e se apresenta como uma linha radiopaca denominada de "lâmina dura"; logo abaixo encontra-se o osso esponjoso, que nas imagens radiográficas possui a aparência de uma malha, apresenta-se contíguo ao osso maxilar. A formação do ligamento periodontal está diretamente ligada ao desenvolvimento dental, e sua estrutura não se esboça até que o dente entre em oclusão e seja aplicada a força funcional (Saad-Neto, 2007).

A respeito do osso alveolar, Saad-Neto (2007) revela a importância da interação dessa camada de tecido ósseo, com o cemento e o ligamento periodontal. A remodelação de um desses tecidos pode influenciar a remodelação dos outros. Ele

apresenta dois componentes: o osso alveolar propriamente dito (uma delgada lâmina óssea localizada imediatamente lateral ao ligamento periodontal) e o processo alveolar que é contínuo a ele.

A saber, os dentes encontram-se implantados em cavidades da maxila e da mandíbula denominados de alvéolos dentários (Figura 8). Em cada dente distinguem-se três partes, a coroa, que corresponde à parte exposta livre; a raiz, que consiste de uma a três projeções implantadas no alvéolo e o colo, zona estreitada circundada pela gengiva. O alvéolo dentário corresponde a uma cavidade no osso da mandíbula e da maxila. Estas cavidades são formadas pelas lâminas vestibular e lingual do processo alveolar, bem como pelo septo ósseo que conecta as duas lâminas. A forma e profundidade de cada alvéolo são determinadas pela forma e, também, pelo comprimento da raiz que ele sustenta (Nelson; Ash, 2012).

Figura 8 - Alvéolos: A - dentes incisivo central, incisivo lateral e canino. B - dentes pré-molares.



Fonte: Nelson e Ash (2012).

Cada dente encontra-se suspenso em sua cavidade óssea, e a região do dente que se mostra visível na cavidade oral, chama-se coroa clínica, enquanto a região contida dentro do alvéolo chama-se raiz. Cada dente está suspenso dentro de seu alvéolo, por um tecido conjuntivo denso não modelado, denominado de ligamento periodontal (Gartner; Hiatt, 2007).

3.2 Forças ortodônticas

De acordo Watted *et al*. (2014), a terapia ortodôntica tem como objetivo

restaurar uma dentição funcional e estética. O tratamento ortodôntico baseia-se no princípio de que a aplicação prolongada de pressão em um dente resulta em seu deslocamento. Esse deslocamento obtido pela aplicação de força é caracterizado por alterações que remodelam os tecidos dentários e periodontais, incluindo a polpa dentária, LPD, osso alveolar e gengiva. Esses tecidos, quando expostos a diferentes graus de magnitude, frequência e duração de força expressam extensas alterações micro e macroscópicas (Sousa, 2013). Segundo Graber e Vanarsdall Junior (2002), existem dois diferentes tipos de forças empregadas em ortodontia, as forças contínuas e as intermitentes.

Graber e Vanarsdall Junior (2002), Berthold *et al*. (2012) e Meeran (2013) corroboram que a movimentação dos elementos dentais dentro do tecido ósseo ocorre pela aplicação de forças, o que também afeta as estruturas periodontais. Para o êxito do tratamento ortodôntico, é crucial que o profissional compreenda a biologia do periodonto de sustentação, a terapia ortodôntica e o comportamento dos fenômenos envolvidos na aplicação de forças ao longo de toda a movimentação ortodôntica.

Ariffin *et al*. (2011) afirmam que, o sucesso do tratamento ortodôntico é influenciada por um número de fatores, incluindo a saúde periodontal, higiene oral, e as forças ortodônticos. Böhl e Kuijpers-Jagtman (2009) acrescentaram que, outros fatores podem interferir no sucesso da movimentação ortodôntica, como o tipo e intensidade da força empregada e a duração do tratamento, precisam também ser levados em consideração. Sousa (2013) corrobora que, dentre os fatores que influenciam o mecanismo da movimentação dentária, destacam-se: a reação inflamatória provocada pela injúria aos tecidos do ligamento periodontal, a liberação de prostaglandina, em decorrência da deflexão óssea e o efeito piezoelétrico do tecido ósseo.

Segundo Meeran (2012), o LPD intermedeia o processo de reabsorção e neoformação óssea em resposta às forças ortodônticas, sendo que o mediador da movimentação dentária não é a força em si, mas sim a magnitude das tensões geradas no periodonto. Meireles e Ursi (2007) afirmaram que, as tensões e deformações sentidas no periodonto, devido às forças ortodônticas, promovem a remodelação óssea dos alvéolos, através do recrutamento das células osteoblásticas e osteoclásticas, proporcionando a movimentação dentária. De acordo com Cossetin *et al*. (2012), a movimentação dentária ocorre através de um processo de transdução, ou seja, transformação de um estímulo físico (a força aplicada sobre o dente) em

biológico, e a resposta final é identificada por uma remodelação óssea em torno dele.

A compreensão dessas respostas biológicas e celulares complexas é fundamental para o desenvolvimento e aplicação dos diversos procedimentos utilizados na terapia ortodôntica, cujo objetivo principal é o posicionamento correto dos elementos dentais, que também na maioria dos casos é realizada individualmente com a utilização de aparelhagem ortodôntica com aplicação de forças (Moyers, 1991). Esse procedimento é possível apenas pela aplicação de forças biomecânicas no elemento dental, que induzem ao movimento e permitem ao ortodontista o reposicionamento em uma posição mais funcional e estética.

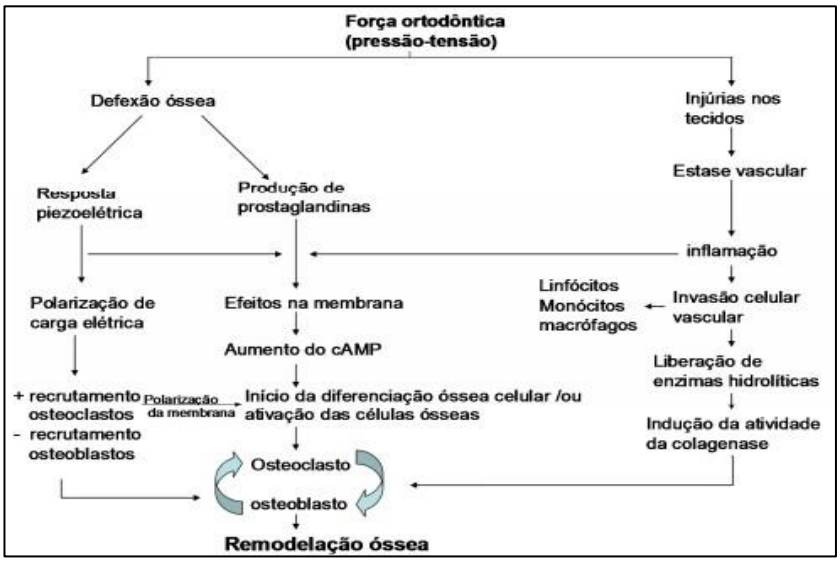
Essas forças biomecânicas empregadas, para realizar o reposicionamento na terapia ortodôntica são definidas como artificiais, induzidas clinicamente, visto que, a energia provém principalmente de dispositivos mecânicos planejados. Quanto a magnitude, esta é definida como uma característica quantificada em escalas de números vetoriais que apresentam tamanhos ou quantidade em unidades físicas de medição. Na prática ortodôntica, tais definições possuem a capacidade de simplificar a magnitude de força ortodôntica, mostrando-se como um fator ortodôntico, ao qual, possui uma relação com a movimentação dentária induzida (Moyers, 1991).

Visto que, para que se produza a movimentação dentária induzida, é necessário a aplicação de forças que serão transmitidas ao periodonto de inserção, provocando alterações histológicas desses tecidos e, consequentemente, a movimentação dentária (Graber; Vanarsdall Junior, 2002; Meireles; Ursi, 2007; Consolaro *et al*., 2010). Assume-se que um sistema de força ótima é importante para uma resposta biológica adequada no ligamento periodontal (Ren *et al*., 2003). A fase inicial da movimentação dentária no tratamento ortodôntico é caracterizada por respostas inflamatórias dos tecidos periodontais com ação dos osteoblastos e remodelação osteoclástica.

A movimentação ortodôntica tem sido definida como resultado de fatores biológicos em resposta a interferência no equilíbrio fisiológico do complexo dentofacial por uma força externamente aplicada e controlada (Meireles; Ursi, 2007). A teoria clássica sobre essa interação é a teoria da pressão/tensão (Figura 9), que atesta que a aplicação de uma força ortodôntica gera uma pressão de um lado e tensão de outro no ligamento periodontal e com isso desencadeia respostas biológicas que levam a movimentação dentária, durante o tratamento ortodôntico (Tunçer; Yilmaz, 2012). Segundo essa teoria, o movimento do dente ocorre em três fases: a obstrução do fluxo

sanguíneo após a aplicação de pressão para o ligamento periodontal, libertação de mensageiros químicos, e ativação de reabsorção óssea (Tunçer; Yilmaz, 2012).

Figura 9 - Sequência de eventos na aplicação de força ortodôntica.



Fonte: Sousa (2013).

Em continuação, a movimentação ortodôntica é conhecida por causar reações inflamatórias no periodonto e polpa dentária, que estimulam a liberação de vários mediadores bioquímicos (Shetty; Patil; Kudva, 2013; Meeran, 2013; Sousa, 2013). A remodelação óssea que promove a movimentação dentária é resultante do estresse celular e eventualmente da inflamação, envolvendo os clastos, osteoblastos, osteócitos, cementoblastos e fibroblastos. Mediadores – como várias citocinas, fatores de crescimento e produtos do ácido araquidônico como as prostaglandinas e os leucotrienos (participam do processo como moléculas intercomunicadoras entre as células) (Consolaro *et al*., 2010; Tunçer; Yilmaz, 2012).

No entanto, sugere-se a existência de dois mecanismos responsáveis pela movimentação ortodôntica: a teoria da pressão-tensão e a teoria bioelétrica. De acordo com a teoria da pressão-tensão, durante a aplicação de forças, a raiz comprime o ligamento periodontal, resultando na reabsorção do osso alveolar no lado de pressão. Simultaneamente, novo osso é depositado no lado onde o ligamento é tracionado pela raiz, o lado de tensão (Graber; Vanarsdall Junior, 2002; Oliveira, 2002 *Apud* Proffit; Fields Junior; Sarver, 2007; Ramos; Furquim; Consolaro, 2005 *Apud* Silva, Sanches-Vargas e Pizzol (2019); Meeran, 2012; Watted *et al*., 2014).

Fazendo com que, o dente mova-se através do osso levando toda a estrutura de suporte, assim, é como se a cavidade onde se insere migrasse junto com ele e desse modo, como a resposta óssea é mediada pelo ligamento periodontal, a movimentação dentária é um fenômeno ligado ao mesmo. Estes fenômenos se dão pelo desencadeamento de uma cascata de mediadores químicos responsáveis pela inflamação dos tecidos periapicais após a aplicação de forças ortodônticas sobre o elemento dental (Graber; Vanarsdall Junior, 2002).

Quanto ao fenômeno da bioeletricidade, encontra-se relacionado a deformação óssea, onde a distorção das células e da raiz extracelular seria associado a alteração e formação de um potencial elétrico A deformação mecânica da estrutura cristalina da hidroxiapatita e do colágeno induz a migração de elétrons que produzem campos elétricos locais, conhecidos por piezoeletricidade, ou seja, ocorre um aumento do fluxo de íons através das membranas celulares. Esta influência mecânica também apresenta certo controle sobre a aposição e a reabsorção óssea (Meeran, 2012).

Entretanto, a teoria da bioeletricidade foi questionada por Graber e Vanarsdall Junior (2002), que argumentaram que, as transformações no potencial elétrico podem dirigir as respostas osteogênicas e osteoclásticas do ligamento periodontal ou simplesmente serem manifestações físicas da intensa atividade celular, que são desencadeadas pelos estímulos ortodônticos da pressão-tensão ocasionada na interface raiz dentária e no osso alveolar.

Diante da complexidade das teorias que explicam a movimentação dentária, e da necessidade de quantificar com precisão as tensões geradas, a aplicação do método dos elementos finitos encontra-se em ampla utilização, visto que, ela tem como objetivo avaliar e quantificar as deformações e tensões recebidas pelos tecidos que compõem o periodonto e o sistema de forças aplicado. Utilizando-se o conceito da força ótima, em que tensões na superfície radicular devem ser levemente superior a exercida pelo sangue nos vasos capilares, pode-se obter as tensões axiais sofridas pelas fibras periodontais nas simulações tridimensionais do movimento ortodôntico. Assim, observou-se que nas áreas da superfície radicular onde a magnitude das forças supera as tensões capilares é que irá ocorrer a remodelação óssea e onde as tensões são menores não será desencadeado o processo de remodelação. Através das tensões axiais é possível classificar os tipos de movimentos dentários em função dos esforços aplicados à coroa dentária e da localização do centro de rotação do dente.

A respeito da magnitude das forças, Tomizuka *et al*. (2007) objetivaram investigar histologicamente os efeitos do aumento gradual de uma força de baixa magnitude na movimentação dentária ortodôntica. Os osteoclastos foram contabilizados, e mesmo com o aumentando gradualmente da força induzida o movimento dental não teve atraso, e mostrou bom recrutamento de osteoclastos e inibição da hialinização. Outro aspecto a ser considerado, é o efeito da duração da força ortodôntica na movimentação dentária. Proffit, Fields Junior e Sarver (2007) destacaram que, a força contínua, se for de baixíssima magnitude, produzirá uma movimentação dentária relativamente uniforme. Baldwin (2004) corrobora que é preciso considerar a continuidade, a direção e a constância da força aplicada.

Quanto à continuidade, Tondelli (2011) observou em sua pesquisa, que a força contínua apresentou áreas hialinas mais extensas quando comparadas às das forças contínua interrompida e contínua intermitente. Acrescentou que, a força contínua interrompida demonstrou ser o melhor tipo de força a ser empregada, visto que apresentou uma quantidade de movimentação dentária semelhante à força contínua, promovendo a formação de áreas hialinas semelhantes à força intermitente.

No contexto da ortodontia, as forças mecânicas são um fator significativo para a ocorrência de reabsorções radiculares, conforme evidenciado por diversos estudos. Tais pesquisas sugerem que o tipo de aparelho e a técnica utilizados podem estar relacionados com a extensão da reabsorção. Adicionalmente, o início e a progressão desta lesão são influenciados por outros elementos, como a duração do tratamento, o grau de força aplicada, a existência de reabsorções idiopáticas prévias ao tratamento e a natureza do movimento dentário (torque, intrusão ou movimento de corpo), de acordo com a análise de Jung e Cho (2011) e Silva, Sanches-Vargas e Pizzol (2019).

3.3 Reabsorção radicular

Em 1856, Bates relatou a correlação da reabsorção radicular com o tratamento ortodôntico, mas a mesma foi citada pela primeira vez por Ottolengui em 1914. Porém, foi Ketcham em 1927, o primeiro a fazer uma investigação científica associando reabsorção radicular com tratamento ortodôntico e outros fatores de risco (Oliveira, 2018).

A reabsorção radicular pode ser definida como um evento fisiológico ou patológico decorrente principalmente da ação dos clastos ativados, sendo

caracterizada pela perda progressiva ou transitória de cemento ou cemento e dentina (Santos, 2010; Younis *et al*., 2008; Macieira *et al.*, 2011). Causada por fatores fisiológicos, patológicos (Endo *et al.*, 2015) ou idiopáticos (Macieira *et al*., 2011)

As reabsorções radiculares são alterações dentárias visíveis radiograficamente, caracterizadas pela destruição de tecidos dentários e não causadas por cáries. Como revelam Alves-Costa *et al*. (2011) e Sak *et al*. (2016) é a combinação de fatores fisiológicos ou patológicos que levam à perda do esmalte, dentina, cemento e do osso alveolar por ação de células gigantes polinucleares. Fisiologicamente, Consolaro (2007a) revela que entre 5 e 10% da população ocidental que nunca se submeteu à movimentação ortodôntica têm algum tipo de reabsorção dentária.

A reabsorção radicular inicia-se após a morte da camada de cementoblastos que reveste a raiz, causada pelo excesso de estresse ou tensão que gera hipóxia ou anóxia nas células, ou ainda, por consequência de um traumatismo dentoalveolar.

Assim, os clastos iniciam o processo de reabsorção na periferia das áreas hialinas (Tondelli, 2011). Para que se estabeleça, deve ocorrer dano à estrutura radicular mineralizada protetora, por injúria física ou química, tornando essa superfície susceptível à atuação clástica (Nascimento *et al*., 2006).

Quando pequenas partes da camada odontoblástica são deslocadas para o interior da polpa por forças súbitas e abruptas do traumatismo dentário, as áreas de dentina exposta ao tecido conjuntivo pulpar que permaneceu vital podem induzir a reabsorção interna (Consolaro; Consolaro, 2014).

Consolaro (2011) define que a reabsorção radicular inclui todas as situações em que os tecidos dentários mineralizados são eliminados pelas células clásticas em algum ponto da superfície interna ou externa da raiz dentária. Segundo Abuabara (2007), os fatores que influenciam na reabsorção radicular externa podem ser divididos em biológicos ou mecânicos, e estes fatores podem agregar maior ou menor risco à reabsorção durante o tratamento ortodôntico.

García-Camba e Morales (2007) revelam que, muitos pacientes ao procurarem o tratamento ortodôntico já apresentam reabsorção radicular. Consolaro e Consolaro (2014) afirmaram que, a reabsorção radicular interna, com base no conhecimento contemporâneo, deve ser atribuída quase exclusivamente ao traumatismo dentário, especialmente em dentes aparentemente hígidos clinicamente.

3.3.1 Classificação

Sua classificação precisa obedecer a alguns critérios. O primeiro é baseado na normalidade e na compatibilidade com a manutenção das estruturas e funções da dentição humana, levando em consideração a natureza biológica do processo. As reabsorções radiculares em dentes permanentes humanos sempre apresentam caráter patológico, classificando-se segundo: a fase de evolução (ativa, paralisada e reparada), a região dentária afetada (coronária, cervical e apical), a extensão do comprometimento da raiz (simples e múltiplas), a dimensão da causa (local, sistêmica e idiopática) e o mecanismo de ocorrência (inflamatória e por substituição) (Consolaro; Consolaro, 2008).

No que se refere à localização, a reabsorção radicular pode ser classificada como interna ou externa. A reabsorção radicular interna começa no interior do canal radicular e se não for detectada precocemente leva à perfuração da raiz (Llamas-Carreras, 2010; Thomas *et al*., 2014), ao contrário da reabsorção radicular externa que se inicia na superfície radicular ou Junção Amelocementária (JAC) (Llamas-Carreras, 2010; Thomas *et al*., 2014).

Ademais, conforme revelam Consolaro e Consolaro (2008), a superfície dentária afetada pode ser interna, externa e interna/externa, ou seja, ambas ao mesmo tempo.

3.3.2 Fatores etiológicos

As reabsorções dentárias podem ser induzidas por fatores traumáticos e/ou infecciosos. Pode afetar diversas regiões dentárias como: coronária, cervical, radicular lateral e apical. Os autores revelam que, movimentos ortodônticos intempestivos pode ser um fator etiológico (Santos, 2010).

Segundo Younis *et al*. (2008), as reabsorções radiculares externas transitórias apicais, causadas pela movimentação ortodôntica, apresentam-se como um problema iatrogênico preocupante. Acredita-se ser o resultado de uma complexa combinação da biologia individual e dos efeitos das forças mecânicas. Ou seja, possui caráter multifatorial, e a predisposição individual é uma teoria bem discutida e aceita.

A reabsorção radicular, expressa, geralmente, como um arredondamento apical, trata-se de um dos achados mais comuns da clínica ortodôntica. Diversas

variáveis têm sido atribuídas como fatores predisponentes à reabsorção radicular, dentre estes inclui-se a genética, o tempo de tratamento e a mecânica aplicada (Consolaro; Consolaro, 2009; Marques *et al*., 2012; Esteves; Ramos; Hidalgo, 2013).

Outros fatores também relacionados ao arredondamento do ápice radicular incluem: tipo de aparelhagem ortodôntica utilizada, predisposição individual, idade e gênero do paciente, anatomia da raiz, movimentação de dentes tratados endodonticamente, hábitos adversos (como onicofagia) e estágio de desenvolvimento radicular (Santos *et al*., 2007).

Além disso, tem sido ressaltada a importância de fatores locais, como a morfologia radicular e da crista óssea alveolar. No entanto, sabe-se que o uso de forças intensas e o tratamento prolongado estão diretamente relacionados a um aumento da reabsorção radicular associada à ortodontia, e tais riscos são bem conhecidos pelos profissionais de ortodontia (Esteves; Ramos; Hidalgo, 2013).

Ainda sobre a reabsorção radicular e a ortodontia, Wrzesinski *et al*. (2012) revelam que se trata de um efeito que ocorre em 90,5 % dos pacientes que fazem uso de aparelhos ortodônticos, e são lesões rasas e largas quase sempre reparadas. Os autores revelam que, reabsorções graves ocorrem em 10% das pessoas que fazem uso de aparelho ortodôntico, e as reabsorções radiculares fazem parte da biologia, são os efeitos colaterais ou iatrogenias inevitáveis na prática ortodôntica, e clinicamente aceitos. Estas reabsorções são classificadas como normais, fisiológicas ou como parte do processo de remodelação apical.

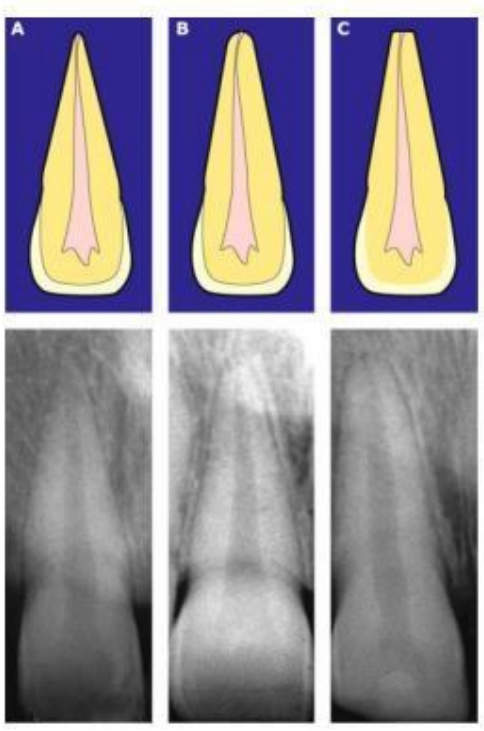
Walker, Tieu e Flores-Mir (2013) revelam em seu estudo que, avaliações radiográficas demonstraram que a reabsorção radicular apical ocorre entre 48 a 66% dos dentes tratados ortodonticamente. Após o tratamento ortodôntico, a reabsorção radicular apical é normalmente inferior a 2 milímetros, em circunstâncias normais, esta quantidade de reabsorção radicular apical é leve ou moderada e clinicamente insignificante. A reabsorção radicular apical grave, é superior a 4 mm, ou quando ocorre a perda de mais de um terço do comprimento da raiz original, mas esse quadro ocorre em cerca de 1 a 5% por cento de dentes anteriores após tratamento ortodôntico, mas foi identificado em 14,5% nos incisivos.

Wrzesinski *et al*. (2012) afirmam que os dentes mais susceptíveis à reabsorção radicular são os incisivos superiores, seguidos dos incisivos inferiores e os primeiros molares inferiores. Essa ocorrência deve-se provavelmente ao fato de que a extensão da movimentação ortodôntica nestes dentes é geralmente maior que no restante da

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

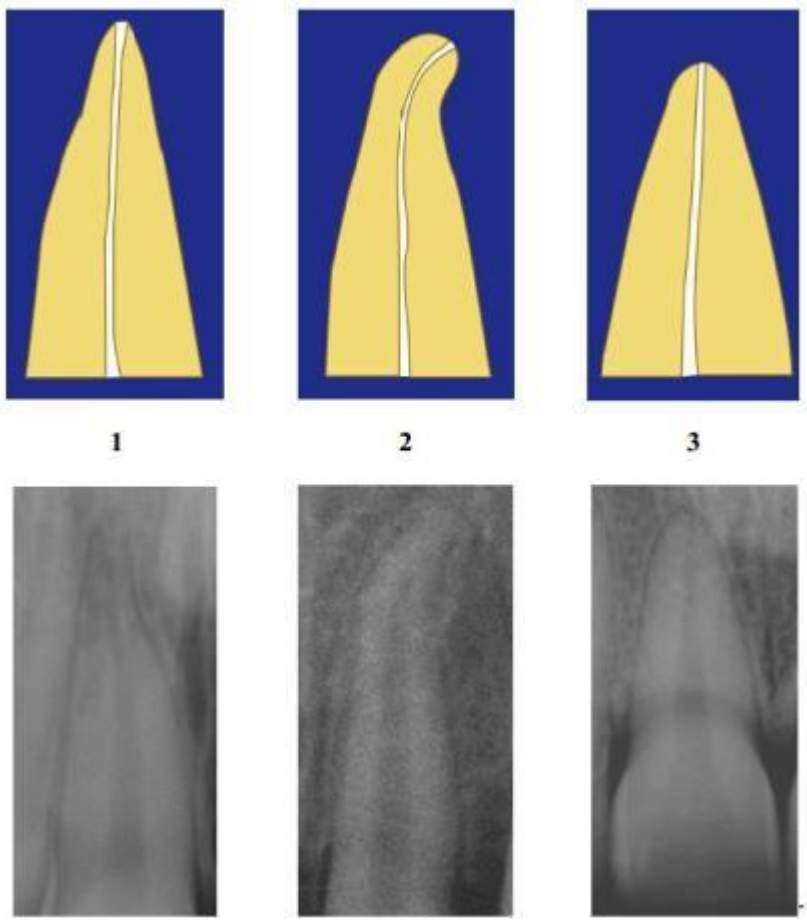
Consolaro (2005) *Apud* Silva, Sanches-Vargas e Pizzol (2019) aponta que dentes com raízes em formato de pipeta, triangular ou dilaceradas, concentram mais forças nesses locais, deixando-os mais suscetíveis a reabsorções dentárias, ocasionando o arredondamento radicular (Figuras 10 e 11). O autor acrescenta que, em raízes curtas, a proporção aumentada entre a coroa e a raiz dentária leva a um efeito de alavanca, intensificando as forças aplicadas no ápice (Silva; Sanches-Vargas; Pizzol, 2019).

Figura 10 - Formas geométricas anatômicas das raízes dos incisivos: A) Triangular, B) Romboidal, C) Retangular.



Fonte: Consolaro (2005) *Apud* Silva, Sanches-Vargas e Pizzol (2019).

Figura 11 - Variáveis morfológicas do terço apical dentário: 1) Em forma de pipeta, 2) Com dilaceração apical, 3) Raiz Curta.

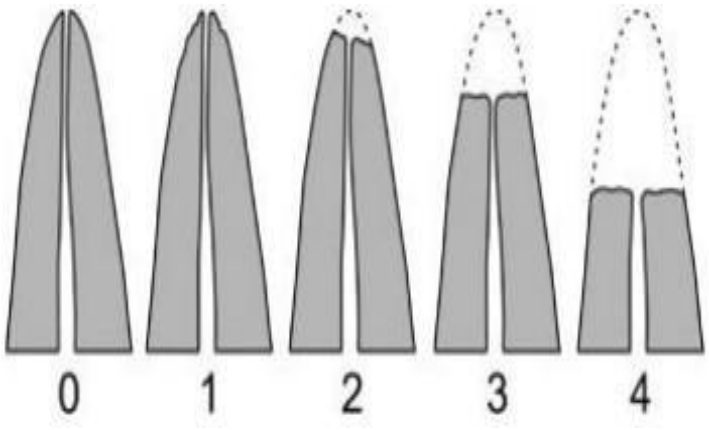


Fonte: Consolaro (2005) *Apud* Silva, Sanches-Vargas e Pizzol (2019).

3.3.3 Classificação de HANDEN - quanto ao grau de reabsorção radicular.

Handen (2012) afirmou que a classificação mais utilizada na prática clínica para explicar o estadiamento da reabsorção radicular apical externa em relação à movimentação dentária induzida é a classificação de Levander e Malmgren de 1988, que classifica as reabsorções radiologicamente de acordo com a gravidade em: ausente, leve (contorno apical irregular), moderada (pequena perda radicular, com o ápice exibindo um contorno praticamente reto), acentuada (perda de quase um terço do comprimento radicular) e extrema (com perda de mais de um terço do comprimento radicular) (Figura 12).

Figura 12 - Estadiamento da Reabsorção Radicular Apical: 0 – Ausente, 1 - Reabsorção mínima, 2 – Reabsorção moderada (≤ 2 mm), 3 – Reabsorção severa (> 2 mm < 1/3 da raiz), 4 – Reabsorção extrema (> 1/3 da raiz).

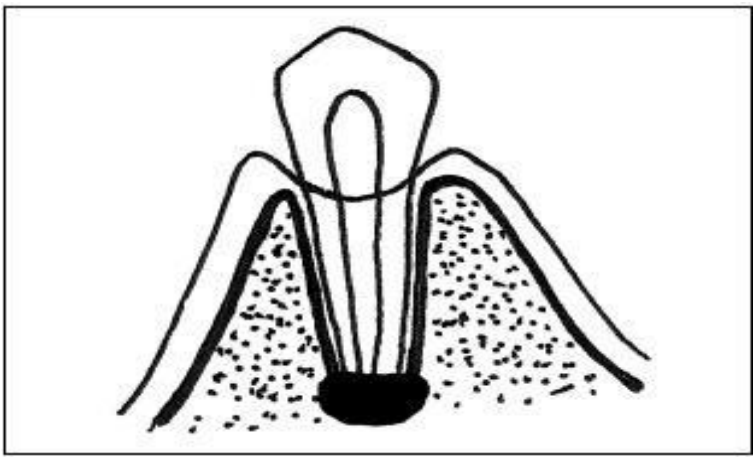


Fonte: Handen (2012).

A reabsorção radicular apical (Figura 13) é um problema iatrogênico sério, que pode estar associado ao tratamento ortodôntico. Acredita-se que resulta da combinação da predisposição individual e dos efeitos das forças mecânicas. A reabsorção da raiz é definida como um processo fisiológico ou patológico que se traduz na perda de cemento e dentina. Pode apresentar-se de três formas: generalizada moderada, generalizada severa e localizada severa (Leite *et al*., 2011). A reabsorção generalizada moderada caracteriza-se por apresentar uma proporção de encurtamento radicular variável entre os dentes (Ahangari *et al*., 2010; Marques *et al*., 2012).

A reabsorção generalizada severa parece não estar diretamente ligada ao tratamento ortodôntico, porque indivíduos que não foram submetidos a ele apresentam a alteração. Sua etiologia ainda não é completamente conhecida e o tratamento ortodôntico não é tido como principal fator etiológico. Já a reabsorção localizada severa caracteriza-se por atingir dentes isolados e tem o tratamento ortodôntico como fator etiológico predominante. Os incisivos superiores são os dentes de maior risco para esse tipo de reabsorção (Leite *et al*., 2011).

Figura 13 - Reabsorção radicular apical.



Fonte: Leite *et al*. (2011).

Para melhor compreensão do mecanismo de reabsorção radicular, é fundamental revisitar como a movimentação ortodôntica consiste no deslocamento da coroa e das raízes dentro do alvéolo ósseo (Spezzia, 2015). Criando-se áreas de pressão e tensão a força tende a empurrar o dente contra a parede alveolar, comprimindo o ligamento periodontal, ocorrendo atividade osteoclástica e reabsorção óssea. Ao mesmo tempo, ocorre um estiramento das fibras ligamento periodontal, na região oposta da força aplicada, dando origem a uma área de tensão e um pequeno espaço no qual irá dar origem ao osso. Esse processo de remodelação óssea permite a movimentação dentária, quando o sistema vascular se apresenta íntegro, mantendo a integridade do alvéolo.

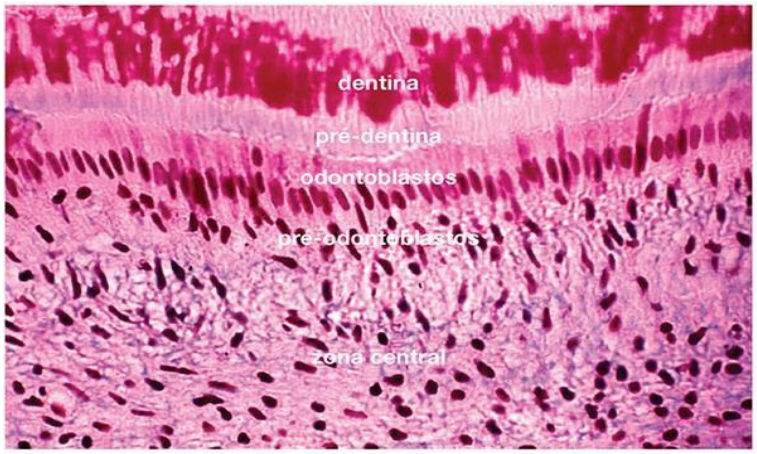
Vale ressaltar que, durante o deslocamento do dente, há diferenciação celular no lado de pressão com ativação de osteoclastos cuja função é a de reabsorver a parede do osso alveolar. Após a reabsorção, os osteoblastos se encarregam de depositar nova matriz óssea nas lacunas de reabsorção (Lacunas de Howship) onde novas fibras do ligamento periodontal serão conectadas. Esse processo de restauração das fibras periodontais ocorre tanto na parede óssea quanto na superfície radicular, com o rompimento dos ligamentos fibrosos (Lisboa, 2006).

Dessa maneira, o conhecimento acerca dos efeitos da carga ortodôntica sobre o ligamento periodontal e osso alveolar, o que é transmitido à polpa dentária através do forame apical e se há diferença na resposta biológica de dentes vitais ou não vitais, ainda são objetivos de estudo de muitos pesquisadores (Kuhlberg; Nanda, 2007).

3.4 Considerações histológicas da reabsorção radicular

Histologicamente, nos cortes teciduais, os odontoblastos apresentam-se lado a lado, como uma cerca de estacas de madeira firmemente unidas por vigas transversais, estrutura conhecida como paliçada. É usual descrever-se esse odontoblastos como “dispostos em paliçada” (Consolaro; Consolaro, 2014). A união lateral entre os odontoblastos está tão bem constituída que alguns morfologistas chegam a comparar a camada odontoblástica com um revestimento epitelial (Figura 14). Essa organização da camada odontoblástica visa proteger e “esconder” a dentina e suas proteínas antigênicas dos componentes celulares do sistema imunológico. Evita-se, assim, que unidades osteorremodeladoras e seus clastos a reabsorvam internamente, na polpa dentária, para eliminar esses antígenos sequestrados ou “escondidos” em sua estrutura.

Figura 14 - Camada odontoblástica em polpa jovem e as partes constituintes do complexo dentinopulpar.



Fonte: Consolaro e Consolaro (2014).

No processo de reabsorção o componente celular ativo deste processo, representado pela relação entre células inflamatórias e clastos, decorre de estímulos moleculares oriundos de citosinas, neuropeptídios e produtos liberados pela degradação (Wrzesinski *et al*., 2012).

A reabsorção radicular, induzida durante o tratamento ortodôntico, ocorrerá se as forças aplicadas provocarem a morte de cementoblastos, com subsequente exposição da superfície radicular. A morte dos cementoblastos está,

necessariamente, associada a forças mais intensas que comprimem os vasos em determinadas áreas do ligamento periodontal (Consolaro, 2013).

As células que fazem parte do ligamento periodontal são: macrófagos, plasmócitos, mastócitos, células de síntese: fibroblastos, cementoblastos e osteoblastos, mais os osteoclastos e os odontoclastos (Roskamp, 2008).

Kamat *et al*. (2013) acrescenta que, outras células envolvidas no processo de reabsorção são: monócitos, macrófagos osteoclastos, odontoclastos, dentinoclastos e cementoclastos. Os osteoclastos são diferenciados a partir dos monócitos e apresentam uma função de reabsorção óssea assim como os odontoclastos que são menores de tamanho e tem função de reabsorção dentária em menor quantidade que os osteoclastos.

A formação e a ativação dos osteoclastos é regulada pelo sistema Ativador de Receptor Nuclear de fator-kB (RANK)/Ativador do Receptor de Ligação do Fator Nuclear kB (RANKL) /e sistema de Osteoprotegerina (OPG). RANKL está expresso em odontoblastos, cementoblastos, osteoclastos e a polpa. Apresenta um papel que ligando ao qual se pode ligar o RANK promovendo a ativação, formação, fusão, diferenciação, e a sobrevivência dos osteoclastos ou OPG promovendo a inibição dos mesmos (Kamat *et al*., 2013; Lim *et al*., 2014).

O Fator Estimulador de Colónias de Macrófagos (M-CSF) aumenta a regulação de expressão do RANK e diminui a regulação de expressão do OPG, promovendo assim a osteoclastogênese, favorecendo a reabsorção óssea. OPG que está expresso em osteoblastos, odontoblastos, ameloblastos e a polpa funciona como o receptor solúvel do RANKL e a sua ação principal é a inibição da diferenciação e função dos osteoclastos induzindo sua apoptose. As citoquinas produzidas por macrófagos, linfócito e osteoblastos, IL-1 α, TNF-α, IL-18, TGF-β, aumentam a expressão do OPG. Por outro lado, a prostaglandina E2 diminui a sua expressão. RANK está localizado na superfície celular de precursores de osteoclastos e odontoclastos, e TGF-β aumenta a expressão do RANK; por outro lado, IL-4 e IL-6 diminuem a sua expressão (Kamat *et al.,* 2013).

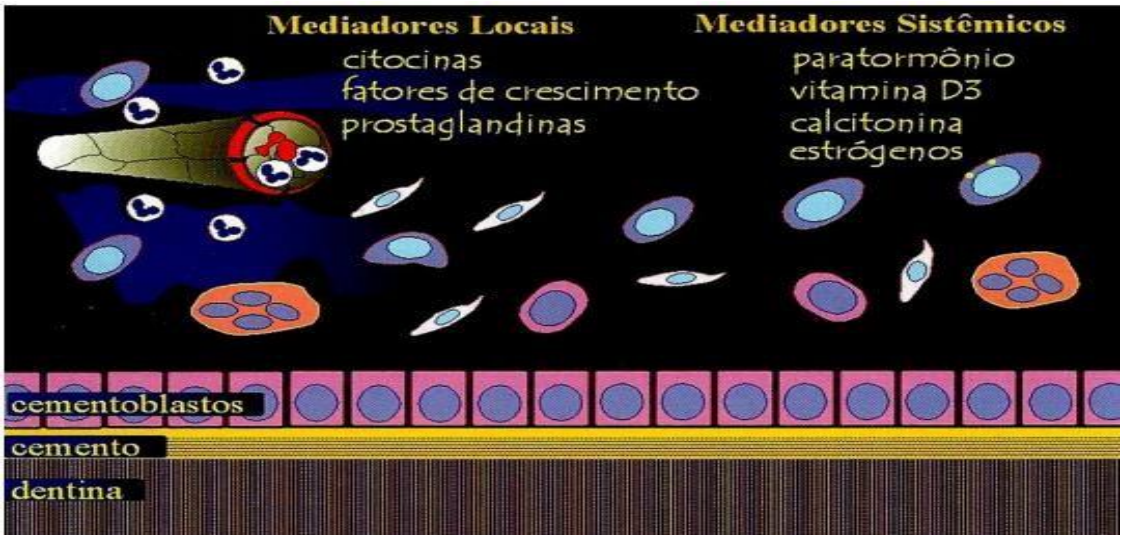
O *turnover* ósseo ocorre devido à atividade celular dos osteoblastos, osteócitos, macrófagos e clastos. Essas células se organizam em unidades multicelulares básicas ou osteorremodeladoras e recebem estímulos de mediadores sistêmicos e locais em receptores de superfície na membrana celular, especialmente nos osteoblastos e macrófagos. No que se refere às causas das reabsorções radiculares devem estar

relacionadas à perda dos cementoblastos da superfície radicular. A perda dos cementoblastos pode ter origem traumática, química ou biológica, mas com dimensão local (Consolaro; Franscischone; Furquim, 2011).

Consolaro (2008) afirma que, sem os mediadores do processo inflamatório, as unidades osteorremodeladoras e seus clastos são desmobilizadas, e as superfícies reabsorvidas voltam a ser recobertas por cementoblastos proliferantes das áreas vizinhas, formando tecido cementoide ou osteocemento. Isso permite a reinserção de fibras periodontais e o restabelecimento da normalidade funcional ao periodonto apical. Entretanto, apenas depois de alguns meses radiograficamente a região pode voltar ao “normal”. Após 30 a 40 dias pode-se considerar a região periapical e apical de dentes com lesões periapicais crônicas tratadas endodonticamente de forma adequada, apta a ser submetida à movimentação ortodôntica.

Fisiologicamente a camada de cementoblastos (Figura 15) e dentinoblastos é responsável por manter a integridade radicular evitando a perda de integridade de dentina e cemento promovendo a defesa, e a reparação da raiz (Patel; Kanagasingam; Pitt, 2009).

Figura 15 - Esquema representativo da superfície cementária e dos cementoblastos.



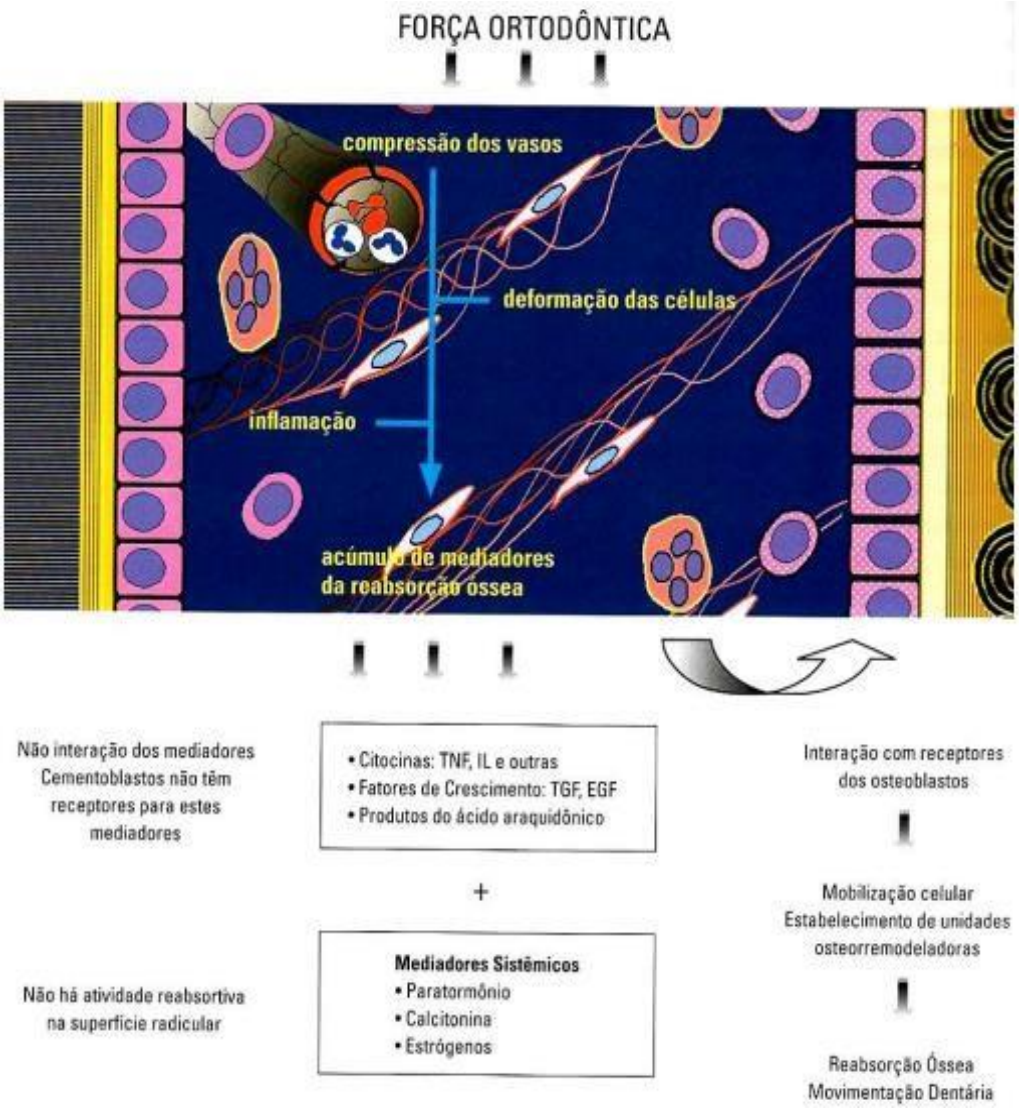
Fonte: Burrini (2012).

A ocorrência das reabsorções radiculares tem dois mecanismos básicos, muito bem compreendidos: inflamatório ou por substituição. No mecanismo da reabsorção inflamatória: os cementoblastos “revestem” ou “escondem” a superfície radicular, e entre eles se inserem as fibras colágenas de Sharpey. Os dentes estão muito

próximos do osso, e separados pelo ligamento periodontal, com espessura média de 0,25mm, variando entre 0,2 e 0,4mm. O osso está em constante remodelação graças a estímulos de fatores locais e sistêmicos. Esse *turnover* do osso colabora com os níveis estáveis de sais minerais no sangue e lhe dá uma grande capacidade adaptativa a demandas funcionais do dia a dia. A remodelação óssea depende de receptores, que os osteoblastos e macrófagos têm em sua membrana, para os mediadores locais e sistêmicos gerenciarem a atividade dos clastos. Os clastos não têm receptores para os mediadores da remodelação óssea e são funcionalmente dependentes dos osteoblastos e dos clastos (Consolaro, 2011).

A reabsorção radicular originária do tratamento ortodôntico (Figura 16), quanto ao seu mecanismo de ocorrência é classificada como reabsorção inflamatória. Esta ocorre com a finalidade de auxiliar na descompressão e eliminação dos tecidos perirradiculares destruídos, mantendo a vascularização local adequada, reduzindo a pressão local e mantendo a atividade celular. Esse processo ocorre apenas quando os cementoblastos desaparecem da superfície do cemento (Consolaro, 2007b). Ocasionada pela força aplicada sobre o dente que comprimem de tal forma os vasos do ligamento periodontal naquela região, que suas células entram em processo de necrose ou migram. Sendo assim, a superfície radicular desprotegida pela ausência de cementoblastos pode ser ocupada por osteoblastos advindos do osso vizinho e estes organizarem as unidades osteorremodeladoras, dando início a reabsorção radicular associada ao movimento ortodôntico (Burrini, 2012).

Figura 16 - Esquema representativo do ambiente periodontal onde ocorrem os fenômenos biológicos da movimentação dentária induzida.



Fonte: Burrini (2012).

É preciso compreender que quando forças ortodônticas são aplicadas em um dente para movimentá-lo deve-se contar com a deformação ou deflexão óssea. Quanto mais delicada e fina a estrutura óssea, maior será o seu potencial de deformação, mais ela sofrerá deflexão, quando pressionada. Toda força aplicada sobre o dente, tende a ser menor na superfície radicular, pois a deflexão óssea capta parte desta força aplicada. Quando forças são aplicadas sobre corticais, a deflexão óssea tende a ser menor, isto porque uma estrutura mais densa, sólida e menos elástica, terá menor capacidade de deformação. A constante remodelação óssea é mais rápida e eficiente no trabeculado (osso esponjoso) do que nas corticais. Quando

pressionado, o trabeculado reabsorve e cede mais rapidamente às induções biológicas, enquanto a cortical dissipa menos as forças aplicadas, por ter remodelação mais lenta. Estes aspectos relacionam-se à velocidade de movimentação ortodôntica, com maior ou menor frequência de reabsorção radicular e com sequelas periodontais pós-tratamento ortodôntico. O osso alveolar e a crista óssea alveolar têm um trabeculado delicado, com corticais finas e deformáveis. A falta de elasticidade e deformabilidade de áreas ósseas mais densas implicam em menor deflexão, porém maiores riscos para a raiz e estruturas circunjacentes (Consolaro; Consolaro; Moura Neto, 2008).

Rossi Junior (2015) revela que no processo de reabsorção radicular a superfície do cemento é o último tecido a ser reabsorvido. As razões para tal resistência têm sido assunto de extensos debates e explicações: visto que, o cemento remodela-se muito devagar em comparação com o osso, assim uma ativação deste processo é muito mais difícil. A camada da superfície do cemento possui mais fluoreto do que o tecido ósseo, resultando em uma grande resistência a dissolução em ácidos produzidos pelos osteoclastos. Mais importante, não existem vasos sanguíneos no cemento e menos vascularização do tecido conjuntivo perto da superfície da raiz.

Há também a reabsorção por substituição, que consiste na substituição do tecido radicular reabsorvido por osso, levando à anquilose alveolodentária. Esta é caracterizada pelo envolvimento de osteoblastos e cementoblastos, que formam áreas de união do cemento com o osso. É considerada a reabsorção irreversível devido ao fato de que depois de remoção do fator causal não pode ser reparada, visto que os danos irreversíveis ao ligamento possibilitam ligação direta do cemento ao osso alveolar (Consolaro, 2011).

Naturalmente, a cada nova camada de osso depositada na superfície periodontal do alvéolo, maior seria a proximidade com o dente e, com uma espessura média de 0,25mm, brevemente ter-se-ia a anquilose alvéolo dentária. Os cementoblastos e osteoblastos se misturariam e formariam áreas fusionadas de cemento e osso, alternando-se com áreas aleatoriamente distribuídas de reabsorção e neoformação. Mas isso não ocorre normalmente em função da presença dos restos epiteliais de Malassez, uma rede de cordões com 20 células de comprimento por 4 a 8 de largura, que formam um verdadeiro cesto de basquetebol no ligamento periodontal, em torno da raiz dentária. Os restos epiteliais de Malassez liberam constantemente o Fator de Crescimento Epidérmico para se autoestimularem

proliferando e mantendo sua estrutura. Mas, ao mesmo tempo, esse mediador no ligamento estimula a reabsorção óssea na superfície periodontal do alvéolo. Dessa forma, o espaço periodontal fica preservado e evita-se a anquilose alvéolo dentária (Consolaro, 2011).

3.5 Prevenção e identificação da reabsorção

Essa condição é geralmente assintomática e detectada por radiografias (Nascimento *et al*., 2006; Alves-Costa *et al*., 2011). A respeito da prevenção da reabsorção, Sak *et al*. (2016) revelam que sua ocorrência é a mais comum e indesejáveis efeitos colaterais do tratamento ortodôntico. Clinicamente muito importante é o fato de que, a atividade osteoblástica compensa a redução tecidual, à medida que se processa a perda radicular, e confere à imagem radiográfica a integridade do espaço periodontal.

Segundo Siqueira *et al*. (2009), o encurtamento radicular resultante da reabsorção radicular apical externa é irreversível e difícil de prever. Em consequência, os dentes mantêm-se estáveis e sem mobilidade, não retratam importância clínica maior e o prognóstico mostra-se geralmente favorável. Uma vez removida a força ortodôntica, cessa o processo de reabsorção e ocorre deposição de cemento secundário, contornando e reparando a morfologia radicular.

Staley e Reske (2014) enfatizam que a presença de reabsorção radicular em radiografias pré-ortodônticas é um forte indicador de sua ocorrência durante o tratamento. Uma reabsorção de 2 a 3 mm, no entanto, não compromete a longevidade dos dentes envolvidos. No entanto, como revelam Weltman *et al*. (2010) e Topkara, Karaman e Kau (2012), este processo é muitas vezes associado a tratamento ortodôntico.

Dessa maneira, sempre que possível, deve-se preferir aparatos que exerçam forças suaves e usar técnicas que efetuem o menor movimento possível nos dentes, ou em diversos grupos de dentes. Com objetivo de garantir o sucesso da movimentação ortodôntica, faz-se necessário um exame clínico e radiográfico e uma anamnese adequada, que fornecerão informações importantes, para a atuação do profissional (Spezzia, 2015).

O diagnóstico da reabsorção radicular precoce é de grande importância por permitir uma rápida e segura forma de preservar o dente, e assim obter um resultado

favorável, sem que haja a perda do mesmo. O diagnóstico clínico permite a observação intraoral do dente (coloração, presença de restaurações infiltradas ou cáries) e da mucosa oral, especialmente a gengiva (coloração, sangramento, aumento de volume, recessões e ulcerações). Sobre o diagnóstico radiográfico, sua realização permite a detecção de áreas radiolúcidas, o estado do ligamento periodontal, bem como o seu espessamento e a possível existência de cáries (Thomas, 2014).

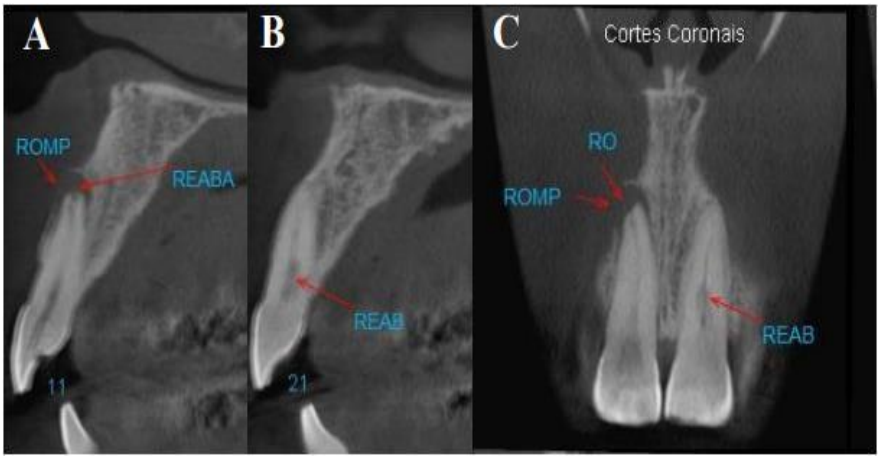
Entretanto, a interpretação radiográfica requer alguns cuidados, entre os quais, o contraste e a angulação são extremamente importantes para uma correta interpretação radiográfica. Alterações na continuidade do processo alveolar (lâmina dura) e defeitos com radiodensidade variáveis e pouco definidas podem representar estágios iniciais de reabsorção radicular externa. Já na reabsorção interna, observaremos áreas radiolúcidas com densidade uniforme e nitidamente definida, normalmente simétrica e "balonizada", diferindo da reabsorção externa, que pode ocorrer em qualquer superfície da raiz, podendo aparecer, radiograficamente, superposta ao canal radicular (Abuabara *et al*., 2005).

De acordo com Consolaro (2007), as radiografias panorâmicas, não são indicadas para o diagnóstico de reabsorções. Visto que, este método detecta apenas grandes ou médias lesões, e, portanto, em casos avançados com grande perda de estrutura dentária. As radiografias periapicais são as mais indicadas para o diagnóstico de alterações como fraturas radiculares, calcificações pulpares, cárie, periapicopatias e outras alterações exclusivas dos dentes, incluindo-se as lesões radiculares de pequenas lacunas. A tomografia computadorizada volumétrica ou de feixe cônico também pode ser indicada para o diagnóstico e prognóstico de reabsorções radiculares no planejamento ortodôntico. Consolaro (2007a) afirma que, em alguns pacientes, além das radiografias, pode ser necessária a tomografia computadorizada de feixes cônicos, pois ela fornece uma avaliação mais precisa e clara sobre o grau de gravidade da reabsorção radicular externa e sua geometria.

Santos *et al*. (2007) também utilizaram imagens radiográficas computadorizadas, para verificar a quantidade de reabsorção no ápice radicular. A avaliação radiográfica digital foi realizada no início e após o tratamento ortodôntico. Os autores destacaram que a técnica radiográfica do paralelismo com a imagem digital, eliminou o processamento radiográfico, já que a imagem aparece na tela do computador de forma simultânea, além de expor o paciente a uma dose ínfima de radiação.

Macieira *et al*. (2011) também defendem a utilização de Tomografias Computadorizadas, visto que as radiografias intraorais são influenciadas por muitas variáveis, incluindo tempo de exposição, sensibilidade do receptor, mudança de angulação, condições de processamento e visualização. Além disso, a superposição de estruturas anatômicas pode camuflar defeitos em muitos casos. E as imagens fornecidas pelas Tomografias Computadorizadas são imagens tridimensionais e, portanto, com maior percentual de fidelidade para o diagnóstico das reabsorções dentarias. Endo *et al*. (2015) defendem a utilização da Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (Figura 17) e da radiografia para o diagnóstico, e acompanhamento da evolução no caso de tratamento da reabsorção.

Figura 17 - Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico mostrando reabsorção inflamatória interna e externa dos dentes incisivos (11 e 21). A - Corte sagital (11). B - Corte sagital (21). C – Corte coronal (11 e 21).



Fonte: Endo *et al*. (2015).

3.6 Tratamento

As reabsorções radiculares têm como princípio terapêutico a eliminação da causa (Alves-Costa *et al*., 2011). Quando o processo inflamatório e o estresse celular cessam na área em reabsorção, as unidades osteorremodeladoras e seus clastos sofrem uma desmobilização e saem da superfície radicular: os mediadores desaparecem e o pH da região volta ao estado de neutralidade e novos cementoblastos são formados, recolonizando a superfície radicular em alguns dias. Forma-se, em seguida, novo cemento, com reinserção das fibras colágenas no meio da nova camada cementoblástica. A superfície radicular volta a ser biologicamente

normal (Consolaro, 2011).

Se a causa for a contaminação radicular por bactérias via canal, o tratamento endodôntico adequado elimina a causa e a reabsorção inflamatória repara-se. Se o fator causal for uma força ortodôntica, a desativação do aparelho ou a dissipação da força cessa o processo. Quando se elimina a possível causa e a reabsorção dentária inflamatória não cessa, isso implica considerarmos que a verdadeira causa não foi eliminada (Consolaro, 2011).

A Associação Internacional de Traumatologia Dental, revela que um plano de tratamento apropriado após uma lesão é importante para um bom prognóstico. No caso da reabsorção radicular, o tratamento pode ser medicamentoso (prescrição de antibióticos, anti-inflamatórios, corticoides etc.) ou endodôntico, com uso de hidróxido de cálcio e/ou Agregado de Trióxido Mineral (MTA), que promove a deposição de tecido regenerativo e apresenta atividade antimicrobiana. Ou ainda, Cirúrgico-Endodôntico como a apicectomia no caso de reabsorção radicular apical externa. Quando os tratamentos conservadores forem inviáveis recorre-se à exodontia (Flores *et al*., 2007; Diangelis *et al*., 2012; Thomas, 2014; Sak *et al*., 2016).

Xavier *et al*. (2011) revelam que no caso de um dente tratado endodonticamente, muitas vezes a causa pode estar associada ao traumatismo dentário. Endo *et al*. (2015) afirmam que no caso das reabsorções dentárias o tratamento requer uma preservação com intuito de acompanhar a evolução do tratamento e os resultados a longo prazo.

Nos casos mais avançados de reabsorção em que a estrutura dentária tenha ficado excessivamente fragilizada, o tratamento endodôntico pode induzir a um prognóstico regular ou ruim, pois fraturas secundárias podem levar à perda dentária. Nesses casos, a perda dentária será inevitável e a indicação de implante osseointegrável para substituir o dente será necessária (Consolaro; Consolaro, 2014).

Em síntese para a prevenção da reabsorção é necessário um diagnóstico cuidadoso e criterioso através de anamnese, exames radiográficos periapicais, para que seja planejada uma mecanoterapia racional, visto que se trata de uma ocorrência imprevisível durante a mecânica ortodôntica (Macieira *et al*., 2011).

4 DISCUSSÃO

O ligamento periodontal, é o responsável pela absorção e redistribuição de forças advindas do impacto sobre os dentes e as transmite aos ossos e demais tecidos adjacentes, também atua como um amortecedor natural das tensões, às quais o sistema mastigatório encontra-se submetido. Contudo, na atualidade, as opiniões são controversas a respeito da resposta biológica/patológica frente ao tratamento ortodôntico (Esteves *et al*., 2007; Venkatarama *et al*., 2010). Frente a essa discussão buscou-se mostrar através de uma revisão de literatura a relação entre movimentação ortodôntica e reabsorção radicular.

A literatura mostra que o elemento dental possui seus tecidos de sustentação, que é o periodonto, constituído pela gengiva, osso alveolar, cemento e ligamento periodontal (Campos; Araújo, 2009; Newman, 2011). Divide-se em periodonto de proteção (Lindhe, Lang; Karring, 2010) e periodonto de suporte ou sustentação (Saad-Neto, 2007; Silva; Sanches-Vargas; Pizzol, 2019; Campos; Araújo, 2009).

A reabsorção radicular é a combinação de fatores fisiológicos ou patológicos que levam à perda do esmalte, dentina, cemento e no osso alveolar por ação de células gigantes polinucleares (Sak *et al*., 2016).

Quanto à reabsorção radicular externa, inicia-se na superfície radicular ou Junção Amelocementária (JAC) (Llamas-Carreras, 2010; Thomas *et al*., 2014). Com base nessa afirmativa, muitos estudos afirmam que a reabsorção radicular externa se encontra ligada ao tratamento ortodôntico (Abuabara, 2007; Barea, 2009; Weltman *et al*., 2010; Topkara; Karaman; Kau, 2012 *Apud* Silva, Sanches-Vargas e Pizzol (2019); Burrini, 2012).

No entanto, estudos contraditórios discutem a multifatorialidade da reabsorção radicular externa, apontando várias teorias sobre suas causas. Fisiologicamente, Consolaro (2007a) revela que entre 5 e 10% da população ocidental que nunca se submeteu à movimentação ortodôntica apresenta algum tipo de reabsorção dentária. García-Camba e Morales (2007) revelam que, muito pacientes ao procurarem o tratamento ortodôntico já apresentam reabsorção radicular.

Desta forma, a reabsorção radicular como um evento fisiológico ou patológico, e ainda pode ter um caráter idiopático, decorrente principalmente da ação de clastos ativados, sendo caracterizada pela perda progressiva ou transitória de cemento ou cemento e dentina (Santos, 2010; Younis *et al*., 2008; Endo *et al*., 2015).

Essa condição de reabsorção radicular é mais discutida para tratamento ortodôntico (Esteves *et al*., 2007; Consolaro, 2008; Llamas-Carreras *et al*., 2010; Esteves; Ramos; Hidalgo, 2013; Walker; Tieu; Flores-Mir, 2013). No entanto, Graber e Vanarsdall Junior (2002), afirmam que, a etiologia da reabsorção radicular durante o tratamento ortodôntico é complexa e alguns fatores isolados ou em associação podem contribuir para o seu desenvolvimento, tais como vulnerabilidade dentária, idade do paciente, tipo de aparelho ortodôntico, magnitude e duração da força e direção da movimentação dentária.

A respeito das reabsorções radiculares internas Consolaro e Consolaro (2014) afirmam que sua ocorrência se deve a ocorrência de traumas. Segundo Younis *et al*. (2008) as reabsorções radiculares externas transitórias apicais, causada pela movimentação ortodôntica é um problema iatrogênico preocupante. Acredita-se ser o resultado de uma complexa combinação da biologia individual e dos efeitos das forças mecânicas. Ou seja, como corroboram Consolaro e Consolaro (2009), trata-se de caráter multifatorial, e a predisposição individual e genética é uma teoria que vem sendo discutida e bem aceita.

A movimentação dentária realizada nos tratamentos ortodônticos não é brusca. Mesmo quando a força é mais intensa, ela não é capaz de produzir movimentos rápidos que justifiquem lesão ou rompimento dos vasos sanguíneos na porção apical, embora possa aumentar discretamente o volume sanguíneo pulpar nas primeiras 6 horas (Consolaro, 2007). No entanto, a autora Santos (2010) revela que, movimentos ortodônticos intempestivos podem sim ser um fator etiológico para a reabsorção radicular.

Siqueira *et al*. (2009) e Xavier *et al*. (2011) afirmam que a reabsorção radicular externas pode sim ser influenciada pela técnica utilizada pelo profissional, intensidade da força utilizada, pelo tempo de tratamento, tipo de movimento ortodôntico realizado. Dessa maneira, cabe ao ortodontista buscar sempre por uma técnica que minimize esse efeito deletério induziu a busca pelo esclarecimento das consequências reais e o estabelecimento de um maior domínio na utilização de cada aparelho, aumentando a previsibilidade dos seus resultados.

Faz-se necessário para complementar as informações acima, a realização de exames complementares para a monitorização, não somente da evolução do tratamento ortodôntico, mas também da ocorrência ou não da reabsorção radicular externas, visto que, esta condição é geralmente assintomática. Embora seja

predominantemente detectada por radiografia, mais precisamente pelo exame radiográfico periapical (Marques *et al*., 2012; Burrini, 2012).

Em alguns casos, reabsorção radicular pode ser identificada por sintomas clínicos, ou seja, a dor, o inchaço e a mobilidade do dente. Alternativas de tratamento são dependentes de avaliação de cada caso, e têm como objetivo a remoção da causa, e a regeneração da lesão de reabsorção. Sugere-se que os ortodontistas decidam sobre os meios mais adequados para gerir esta condição, de acordo com a sua experiência clínica no que diz respeito ao paciente (Ahangari *et al*., 2010).

Em muitos pacientes com reabsorção radicular externa, Consolaro (2007), Topkara, Karaman e Kau (2012) e Burrini (2012) complementam que, além das radiografias, a Tomografia Computadorizada por Feixe Cônico pode ser necessária. Ela é capaz de fornecer uma avaliação mais precisa e clara sobre o grau de gravidade e geometria da reabsorção radicular externa.

Staley e Reske (2014) citam que, durante o tratamento ortodôntico é muito importante a colaboração dos pacientes, para que se tenha um resultado satisfatório, tanto para o profissional, quanto para atender as expectativas dos mesmos. Assim cabe a ele atender a todas as orientações fornecidas pelo profissional, a fim de não comprometer os resultados.

5 CONCLUSÃO

Com base no que foi exposto na literatura consultada, conclui-se que: a realização de uma anamnese inicial é fundamental nas identificações de reabsorções prévia ao tratamento. Em diversos estudos realizados, ao final do tratamento ortodôntico concluído, os dentes podem apresentaram um grau de reabsorção.

Não há estudos que indiquem que as forças empregadas na movimentação ortodôntica sejam as únicas causadoras da reabsorção. Acredita-se que outros fatores associados, inerentes a cada paciente (como força empregada, tempo de tratamento, fatores genéticos, etc.), são necessários para que a reabsorção ocorra durante o tratamento ortodôntico. Assim, cabe ao profissional considerar e acompanhar cada paciente por meio de exames clínicos, radiográficos periódicos e, quando necessário, exames de tomografia computadorizada.

Ainda não se encontra totalmente definida as causas da reabsorção radicular, o que aponta para a necessidade de desenvolvimento de mais estudos a respeito desse tema.

REFERÊNCIAS

ABUABARA, A. *et al*. **Reabsorção radicular.** 2005. 70f. Monografia (Especialização em Radiologia e Imaginologia Buco-maxilo-facial) - Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, Piracicaba, 2005. Disponível em: https://repositorio.unicamp.br/Busca/Download?codigoArquivo=508049. Acesso em: 13 Jul. 2025.

ABUABARA, A. Biomechanical aspects of external root resorption in orthodontic therapy. **Med. Oral Patol. Oral Cir. Bucal**., Valência, v. 12, n. 8, p. 610-613, dez. 2007.
Disponível em: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1698-69462007000800015. Acesso em: 13 jul. 2025.

AHANGARI, Z. *et al*. Interventions for the management of external root resorption. **Cochrane Database Syst. Rev.**, Tehran, v. 16, n. 6, jun. 2010. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20556788/ Acesso em: 13 Jul. 2025.

ALVES-COSTA, P. A. A. *et al*. Reabsorções radiculares apicais externa. **Rev. Interd. Est. Experim.**, Juiz de Fora, v. 3, n. 1, p. 38-43, jun. 2011. Disponível em: https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/11/964470/2833-8760-1-sm.pdf. Acesso em: 13 Jul. 2025.

ARIFFIN, S. H. Z. *et al*. Cellular and molecular changes in orthodontic tooth movement. **Scientific World J.**, Philadelphia, v. 11, n. 3, p. 1788-1803, Out. 2011. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22125437/. Acesso em: 13 Jul. 2025.

BALDWIN, J. J. Consideration of forces for tooth movement. **World J. Orthod.**, v. 4, n. 3, p. 253-257, dez. 2004.

BAREA, L. M. **Reabsorção externa inflamatória e outras implicações da movimentação ortodôntica na endodontia**. 2009. 47 f. Monografia (Especialização em Ortodontia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009. Disponível em: https://lume.ufrgs.br/handle/10183/21620. Acesso em: 13 Jul. 2025

BERTHOLD, T. B. *et al*. A influência dos analgésicos não-opióides e anti-inflamatórios não esteroides no movimento ortodôntico. **R. Ci. Med. Biol.**, Salvador, v. 11, n. 3, p. 334-337, set./dez. 2012. Disponível em: https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/86848/000910242.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 13 Jul. 2025.

BÖHL, M. V.; KUIJPERS-JAGTMAN, A. M. Hyalinization during orthodontic tooth movement: a systematic review on tissue reactions. **Eur. J. Orthod.**, Oxford, v. 31, n. 10, p. 30-36, dez. 2009. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19073957/. Acesso em: 13 Jul. 2025.

BURRINI, L. G. **Movimento dentário induzido: alterações e diagnóstico por meio de imagens digitais**. 2012. 64 f. Monografia (Especialização em Radiologia e Imaginologia Odontológica) - Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de

Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-9D9HPD/1/luciano_gon_alves_burrini__p_s_defesa_.pdf. Acesso em: 13 Jul. 2025.

CAMPOS, E. J.; ARAÚJO, R. P. C. (Orgs.). **Expressões usuais em odontologia**. 3 ed. Salvador: EDUFBA, 2009. Disponível em: https://repositorio.ufba.br/bitstream/ufba/171/1/Expressoes%20Usuais%20em%20Odontologia%20-%20V2.pdf Acesso em: 14 Jul. 2025.

CONSOLARO, A. Alterações pulpares induzidas pelo tratamento ortodôntico: dogmas e falta de informações. **Rev. Dental Press Ortodon. Ortop. Facial**, Maringá, v. 12, n. 1, p. 15-17, fev. 2007. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1415-54192007000100003. Acesso em: 13 Jul. 2025.

CONSOLARO, A. A tomografia computadorizada substitui as radiografias periapicais no diagnóstico das reabsorções dentárias? **Rev. Clín. Ortodon. Dental Press**, Maringá, v. 6, n. 5, p. 110-111, out./nov. 2007a. Disponível em: https://repositorio.usp.br/item/002880261 Acesso em: 13 Jul. 2025.

CONSOLARO, A. Tensão nas áreas de compressão do ligamento periodontal durante o movimento ortodôntico. E os binômios? **Rev. Clín. Ortodon. Dental Press**, Maringá, v. 6, n. 3, p. 107-111, jun./jul. 2007b. Disponível em: https://repositorio.usp.br/item/001772862 Acesso em: 13 Jul. 2025.

CONSOLARO, A. Dentes com lesão periapical crônica diagnosticada e tratada durante o tratamento ortodôntico: quando retomar a aplicação de forças. **Rev. Clín. Ortodon. Dental Press**, Maringá, v. 7, n. 1, p. 109-111, fev./mar. 2008. Disponível em: https://repositorio.usp.br/item/002880343. Acesso em: 13 Jul. 2025.

CONSOLARO, A. *et al*. Origem das controvérsias sobre os analgésicos após a ativação dos aparelhos ortodônticos. **Dental Press J. Orthod.**, Maringá, v. 15, n. 1, p. 16-24, fev. 2010. Disponível em: https://www.scielo.br/j/dpjo/a/z89nSC9X9BFnJKYHLRc38Zx/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 13 Jul. 2025.

CONSOLARO, A. O conceito de reabsorções dentárias ou as reabsorções dentárias não são multifatoriais, nem complexas, controvertidas ou polêmicas. **Dental Press J. Orthod.**, Maringá, v. 16, n. 4, p. 19-24, jul./ago. 2011. Disponível em: https://www.scielo.br/j/dpjo/a/JWyfd5jqdwtbb9r5JMJCKDN/?format=pdf&lang=en. Acesso em: 13 Jul. 2025.

CONSOLARO, A. A nova classificação das reabsorções dentárias (parte 1). **Dental Press J. Orthod.**, Maringá, v. 18, n. 1, p. 16-24, jan./fev., 2013

CONSOLARO, A; CONSOLARO, M. F. M. O. **Controvérsias na ortodontia e atlas de biologia da movimentação dentária**. 1. ed. Maringá: Dental Press, 2008. Disponível em: https://repositorio.usp.br/item/001770412. Acesso em: 13 Jul. 2025.

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. Dent. Press Ortodon. Ortop. Facial**, Maringá, v. 14, n. 4, p. 25-32, ago. 2009. Disponível em: https://www.scielo.br/j/dpress/a/PzXD9bmzsB8djsFhVZPc3Ys/?format=pdf. Acesso em: 13 Jul. 2025.

CONSOLARO, A.; CONSOLARO, R. B. O movimento ortodôntico não induz reabsorção cervical externa ou o movimento ortodôntico não altera cor, volume e nem induz inflamação gengival. **Dental Press J. Orthod.**, Maringá, v. 16, n. 6, p. 22-27, nov./dez. 2011. Disponível em: https://www.scielo.br/j/dpjo/a/k5FgqZ3gnc5KRLRT53d6T5P/?format=pdf. Acesso em: 13 Jul. 2025.

CONSOLARO, A.; CONSOLARO, R. B. Reabsorção interna não tem como ser induzida pelo tratamento ortodôntico: a causa é o traumatismo dentário! **Rev. Clín. Ortod. Dental Press**, Maringá, v. 12, n. 6, p. 102-106, jan.2014. Disponível em: https://dentalpress.com.br/portal/reabsorcao-interna-alberto-consolaro/ Acesso em: 13 Jul. 2025.

CONSOLARO, A.; CONSOLARO, M. F.; MOURA NETO, G. Movimentação ortodôntica em corticais e osso denso: aumento do risco de reabsorções radiculares, deiscências e recessões gengivais. **Rev. Clín. Ortod. Dental Press**, Maringá, v. 7, n. 4, p. 105-109, jan./fev. 2008. Disponível em: https://repositorio.usp.br/item/001773298 Acesso em: 13 Jul. 2025.

CONSOLARO, A.; FRANSCISCHONE, T. R. G.; FURQUIM, L. Z. As reabsorções radiculares múltiplas ou severas não estão relacionadas a fatores sistêmicos, suscetibilidade individual, tendência familiar e predisposição individual. **Dental Press J. Orthod.**, Maringá, v. 16, n. 1, p. 17-21, fev. 2011. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S2176-94512011000100003. Acesso em: 13 Jul. 2025.

COSSETIN, E. *et al*. O estudo das tensões geradas no ligamento periodontal através do método dos elementos finitos. **Dental Press J. Orthod.**, Maringá, v. 17, n. 1, p. 01-08, jan./fev. 2012. Disponível em: https://dpjo.net/artigo/327/Journal-2012-v17n1/4513/O-estudo-das-tens%C3%B5es-geradas-no-ligamento-periodontal-atrav%C3%A9s-do-m%C3%A9todo-dos-elementos-finitos. Acesso em: 13 Jul. 2025.

DIANGELIS, A. J. *et al*. International Association of Dental Traumatology guidelines for the management of traumatic dental injuries: 1. Fractures and luxations of permanent teeth. **Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v. 28, n. 2-12, p. 322-332, fev. 2012.

ENDO, M. S. *et al*. Reabsorção radicular interna e externa: diagnóstico e conduta clínica. **Arq. MUDI**, Maranhão, v. 19, n. 2-3, p. 43-52, abr. 2015. Disponível em: https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ArqMudi/article/download/31302/pdf/?utm_source=chatgpt.com Acesso em: 13 Jul. 2025.

ESTEVES, T. *et al*. Orthodontic root resorption of endodontically treated teeth. **J Endod.**, Orlando, v. 33, n. 2, p. 119-122, fev. 2007. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17258627/ Acesso em: 13 Jul. 2025.

ESTEVES, T.; RAMOS, A. L.; HIDALGO, M. M. Reabsorção radicular apical de dentes tratados e não tratados endodonticamente após movimentação ortodôntica: uma avaliação radiográfica. **Dental Press Endod.**, Maringá, v. 3, n. 3, p. 69-73, set/dez. 2013. Disponível em: https://dentalpress.com.br/portal/reabsorcao-radicular-apical-avaliacao-radiografica/ Acesso em: 13 Jul. 2025.

FEHRENBACH, M. J.; BATH-BALOGH, M**. Anatomia, histologia e embriologia dos dentes e das estruturas orofaciais**. 2 ed. Barueri: Manole, 2008. 403p.

FLORES, M. T. *et al***.** Guidelines for the management of traumatic dental injuries. I. Fractures and luxations of permanent teeth. **Dent. Traumatol.**, Copenhagen, v. 23, n. 2, p. 66-71, mai 2007. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17367451/ Acesso em: 13 Jul. 2025.

GARCÍA-CAMBA, V. P.; MORALES, M. V. Relaciones interdisciplinares: Ortodoncia - Endodoncia. **Cient. Dent.**, Madrid, v. 4, n. 3, p. 185-198, dez. 2007. Disponível em: https://www.coem.org.es/pdf/publicaciones/cientifica/vol4Num3Completo.pdf Acesso em: 13 Jul. 2025.

GARTNER, L. P.; HIATT, J. L. **Tratado de Histologia em cores**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. 592p.

GRABER, T. M.; VANARSDALL JUNIOR, R. L. **Ortodontia: Princípios e técnicas atuais.** 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.

HANDEN, J. Sobral. **Reabsorção radicular apical externa em pacientes tratados ortodonticamente com e sem agenesia de incisivos laterais superiores**. 2012. Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Faculdade de Odontologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2012

HUSSIN, D. F. O. *et al.* Movimento dentário ortodôntico em dentes tratados endodonticamente. **Revista Científica FACS**, Governador Valadares, v. 23, n. 1, ed. 30, p. 74-83, jan./jun. 2023. Disponível em: https://periodicos.univale.br/index.php/revcientfacs/article/download/491/411/630 Acesso em: 14 Jul. 2025.

JUNG, Y. H.; CHO, B. H. External root resorption after orthodontic treatment: a study of contributing factors. **Imaging Science in Dentistry**, Seoul, v. 41, p. 17-21, 2011. Disponível em: https://isdent.org/DOIx.php?id=10.5624/isd.2011.41.1.17 Acesso em: 14 Jul. 2025.

KAMAT, M. *et al*. An insight into the regulatory mechanisms of cells involved in resorption of dental hard tissues. **J. Oral Maxillofac. Pathol.**, Bethesda, v. 17, n. 2, p. 228-33, mai/ago., 2013. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24250084/ Acesso em: 13 Jul. 2025.

KUHLBERG, A.; NANDA, R. **Princípios de biomecânica**. *In*: NANDA, R. Biomecanica y Estética: Estratégias em Ortodoncia Clinica. Colômbia: Amolca, 2007. 632p.

LlAMAS-CARRERAS, J. M. *et al*. Study of external root resorption during orthodontic treatment in root filled teeth compared with their contralateral teeth with vital pulps. **Int. Endod. J.**, Rockville, v. 43, n. 8, p. 654-62, ago. 2010. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20456512/ Acesso em: 14 Jul. 2025.

LEITE, F. P. P. *et al*. Reabsorção radicular apical – Relato de caso Clínico. **Odonto**, Juiz de Fora, v. 19, n. 37, p. 125-133, jun. 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/276373864_Reabsorcao_Radicular_Apical_-_Relato_de_Caso_Clinico Acesso em: 14 Jul. 2025.

LIM, W. H. *et al*. Down regulation of Wnt causes root resorption. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, Bethesda, v. 146, n. 3, p. 337-345, set. 2014. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2014.05.027 Acesso em: 14 Jul. 2025.

LINDHE, J.; LANG, N. P.; KARRING T. **Tratado de Periodontia Clínica e Implantologia Oral.** 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010. 1326p.

LISBOA, R. A. **Atividade de metaloproteinases em fibroblastos humanos em cultura expostos a força ortodôntica simulada**. 2006. 118 f. Dissertação (Mestrado em Patologia Geral) - Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

MACIEIRA, M. M. *et al*. Diagnóstico radiográfico diferencial das reabsorções radiculares internas e externas entre especialistas em endodontia e clínicos gerais. **RFO UPF**, Passo Fundo, v. 16, n. 3, p. 273-276, set./dez. 2011. Disponível em: http://revodonto.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-40122011000300007 Acesso em: 14 Jul. 2025.

MARQUES, L. S. *et al*. Root Resorption in orthodontics: an evidence-based approach. **Orthod. Basic Aspects Clini. Consid.**, Croácia, v. 9, n. 1, p. 429-446, mar. 2012. Disponível em: https://haybusaklib.am/wp-content/uploads/2021/07/chapter19-2.pdf Acesso em: 14 Jul. 2025.

MARTINI, F. H.; TIMMONS, M. J.; TALLITSCH, R. B.. **Anatomia Humana**. 6. ed. São Paulo: Artmed Editora, 2009. 904p.

MARTINS, M. E. M. N.; CASTAÑON, M. C. M. N. (Org.). **Atlas de histologia dental**. 1. ed. Juiz de Fora: Faculdade de Ciências Médicas e da Saúde, 2009. Disponível em: https://www.suprema.edu.br/arquivos.downloads/atlas_de_histologia_dental.pdf Acesso em: 14 Jul. 2025.

MEERAN, N. A. Biological response at the cellular level within the periodontal ligament on application of orthodontic force - An update. **J. Orthodont. Sci.**, Saudi Arabia, v. 1, n. 1, p. 02-10, jan. 2012. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24987618/ Acesso em: 14 Jul. 2025.

MEERAN, N. A. Cellular response within the periodontal ligament on application of orthodontic forces. **J. Indian Soc. Periodont.**, Tamilnadu, v. 17, n. 1, p. 16-20, jan./fev. 2013. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3636936/ Acesso em: 14 Jul. 2025.

MEIRELES, J. K. S.; URSI, W. Centrex: uma proposta de sistema de forças ortodônticas para atuação no centro de resistência. **Rev. Dent. Press Ortodon. Ortop. Facial**, Maringá, v. 12, n. 6, p. 38-47, nov./dez. 2007. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1415-54192007000600005 Acesso em: 14 Jul. 2025.

MOYERS, R. E. **Ortodontia**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1991.

NANCI, A. **Ten Cate Histologia Oral**. 8. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. 400p.

NASCIMENTO, G. J. F. *et al*. Mecanismo, Classificação e Etiologia das Reabsorções Radiculares. **R. Fac. Odontol.**, Porto Alegre, v. 47, n. 3, p. 17-22, dez. 2006. Disponível em: https://doi.org/10.22456/2177-0018.3000 Acesso em: 14 Jul. 2025.

NELSON, S. J.; ASH, M. M. **Wheeler anatomia dental, fisiologia e oclusão**. 9. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. 360p.

NEWMAN, M. G. (Org.). **Carranza Periodontia Clínica**. 11. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. 1208p.

OLIVEIRA, L. R. **Anatomia do periodonto**. 1. ed. Pouso Alegre: INAPÓS - Faculdade de Odontologia e Pós-Graduação, 2012. Disponível em: https://www5.unioeste.br/portalunioeste/arq/files/estomatologiaNaWeb/Aula_11_-_Lesoes_Periodontais.pdf Acesso em: 14 Jul. 2025.

OLIVEIRA, L. C. S.; SANTOS, D. C. L.; NEGRETE, D.; FLAIBAN, E.; BORTOLIN, R.; SANTOS, R. L. Reabsorção Radicular em tratamento ortodôntico. **Rev. Odontol. Univ. Cid. São Paulo.**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 275-289, jul./set., 2018.

PATEL, S.; KANAGASINGAM, S.; PITT, F. T. External cervical resorption: a review. **J. Endod.**, Orlando, v. 35, n. 5, p. 616-625, Mai 2009. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19410071/ Acesso em: 14 Jul. 2025.

PENEDO, N. D. *et al*. Simulação 3D de movimento ortodôntico. **Dental Press J. Orthod.**, Maringá, v. 15, n. 5, p. 98-108, set./out. 2010. Disponível em: https://www.scielo.br/j/dpjo/a/KJj8CpThhjrHf9zYKHJYDdM/?format=pdf&lang=pt Acesso em: 14 Jul. 2025.

PROFFIT, W.; FIELDS JUNIOR, H. W.; SARVER, D. M. **Ortodontia Contemporânea**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. 751p.

RAMOS, L. V. T. FURQUIM, L. Z.; CONSOLARO, A. A influência de medicamentos na movimentação ortodôntica: uma análise crítica da literatura**. Rev. Dent. Press Ortodon. Ortop. Facial**, Maringá, v. 10, n. 1, p. 122-130, fev. 2005. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1415-54192005000100014 Acesso em: 14 Jul. 2025.

REN, Y. *et al*. Optimum force magnitude for orthodontic tooth movement: a systematic literature review. **Angle Orthod.**, Huntsville, v. 73, n. 1, p. 86-92, fev. 2003. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12607860/ Acesso em: 14 Jul. 2025.

ROSKAMP, L. **Avaliação da remodelação dos tecidos periodontais de suporte e de proteção em ratos sob tratamento ortodôntico e diabéticos: análise histológica e imunohistoquímica**. 2008. Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

ROSSI JUNIOR, R. **Fundamentos em Patologia Bucal**. Porto Alegre: Simplíssimo, 2015. E-book (218p.) ISBN-13: 978-8569333319.

SAAD-NETO, M. **Ciência e Arte da Periodontia**. São Paulo: Santos Editora, 2007.

SAK, M. *et al*. Tooth root resorption: etiopathogenesis and classification. **MicroMedicine**, Poznań, v. 4, n. 1, p. 21-31, fev. 2016. Disponível em: https://pt.scribd.com/document/346963012/414-1282-5-PB-pdf Acesso em: 14 Jul. 2025.

SANTOS, E. C. A. *et al*. Análise radiográfica computadorizada da reabsorção radicular apical após a utilização de duas mecânicas ortodônticas. **Rev. Dent. Press Ortodon. Ortop. Facial**, Maringá, v. 12, n. 1, p. 48-55, fev. 2007. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1415-54192007000100008 Acesso em: 14 Jul. 2025.

SANTOS, E. C. A. **Análise da reabsorção radicular em incisivos superiores após o tratamento ortodôntico com a técnica Edgewise e Straight-Wire: estudo comparativo**. 2010. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

SHETTY, N.; PATIL, N.; KUDVA, A. Alkaline phosphatase level in gingival crevicular fluid during orthodontic tooth movement: A study. **Journal of Indian Society of Periodontology**, Mumbai, v. 17, n. 2, p. 220-224, 2013.

SILVA, B. R.; SANCHES VARGAS, C.; PIZZOL, K. D. C. Reabsorção radicular relacionada às técnicas e aparelhos ortodônticos. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, Araraquara, v. 22, n. 2, p. 35-46, mai. 2019. Disponível em: https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2019.v22i2.612 Acesso em: 14 Jul. 2025.

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. Dent. Press Ortodon. Ortop. Facial**, Maringá, v. 14, n. 2, p. 54-62, mar./abr. 2009. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1415-54192009000200007 Acesso em: 14 Jul. 2025.

SOUSA, M. V. S. **Avaliação da influência do laser de baixa intensidade como recurso de ancoragem: ortodôntica e na supressão da dor**. 2013. 220 f. Tese de Doutorado (Odontologia) - Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, Bauru, 2013. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/25/25144/tde-11112013-161133/publico/MarinesVieiraSSousa_Rev.pdf Acesso em: 14 Jul. 2025.

SOUZA, E. O. **Avaliação da remodelação do ligamento periodontal após movimentação ortodôntica em ratos: análise em microscopia de luz polarizada**.

2009. Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Faculdade de Odontologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

SPEZZIA, S. Movimentação dentária ortodôntica nas alterações sistêmicas causadas pela osteoporose. **Rev. Odont. Araçatuba**, São Paulo, v. 36, n. 2, p. 55-60, jul./dez. 2015. Disponível em: https://revaracatuba.odo.br/revista/2015/12/TRABALHO%209.pdf Acesso em: 14 Jul. 2025.

STALEY, N. R.; RESKE, N. T. **Fundamentos em ortodontia: diagnóstico e tratamento**. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

THOMAS, P. *et al*. An Insight into Internal Resorption. **ISRN Dent.**, Querala, v. 2014, n. 1, p. 01-08, jan. 2014. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24944822/ Acesso em: 14 Jul. 2025.

TOMIZUKA, R. *et al*. Histological evaluation of the effects of initially light and gradually increasing force on orthodontic tooth movement. **Angle Orthod.**, Nova York, v. 77, n. 3, p. 410-417, jul. 2007. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17465646/ Acesso em: 14 Jul. 2025.

TOMMASI, M. H. M. (Org.). **Diagnóstico em patologia bucal**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

TONDELLI, P. M. **Análise da reabsorção radicular em incisivos superiores após o tratamento ortodôntico com o aparelho autoligado e convencional: estudo tomográfico**. 2011. Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

TOPKARA, A.; KARAMAN, A. I.; KAU, C. H. Apical root resorption caused by orthodontic forces: A brief review and a long-term observation. **Eur. J. Dent.**, Ankara, v. 6, n. 4, p. 445-453, out. 2012. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23077427/ Acesso em: 14 Jul. 2025.

TUNÇER, N. I.; YILMAZ, A. Tooth Movement Acceleration Techniques. **Turk. J. Orthod**., Istambul, v. 25, n. 1, p. 76-91, 2012.

VENKATARAMANA, V. et al. Apoptosis in periodontal ligament during orthodontic tooth movement: A review of the literature. **Journal of Indian Society of Periodontology**, Mumbai, v. 14, n. 4, p. 240-244, 2010.

WALKER, S. L.; TIEU, L. D. FLORES-MIR, C. Radiographic comparison of the extent of orthodontically induced external apical root resorption in vital and root-filled teeth: a systematic review. **Europ. J. Orthod**, Inglaterra, v. 14, n. 101, p. 01-07, jan. 2013. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23321851/ Acesso em: 14 Jul. 2025.

WATTED, N. *et al*. Influence of drugs on orthodontic tooth movement. **J. Res. Med. Den. Sci.**, Jamnagar, v. 2, n. 4, p. 09-16, out./dez. 2014. Disponível em: https://www.jrmds.in/articles/influence-of-drugs-on-orthodontic-tooth-movement.pdf Acesso em: 14 Jul. 2025.

WELTMAN, B. *et al*. Root resorption associated with orthodontic tooth movement: a systematic review. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, St. Louis, v. 137, n. 4, p. 462-476, abr. 2010. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20362905/ Acesso em: 14 Jul. 2025.

WRZESINSKI, S. *et al*. Reabsorção radicular externa com uso de aparelho Ortodôntico. **Revista Uningá**, Maringá, n. 31, n. 1, p. 169-183, jan./mar. 2012. Disponível em: https://doi.org/10.46311/2318-0579.31.eUJ1014 Acesso em: 14 Jul. 2025.

XAVIER, P. A. **Prevalência de reabsorções radiculares em dentes submetidos a tratamento endodôntico.** 2011. Dissertação (Mestrado Integrado em Medicina Dentária) - Faculdade de Medicina Dentária, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2011.

YOUNIS, M. *et al*. Ortodontia frente às reabsorções apicais e periapicais prévias ou posteriores ao tratamento. **Rev. Endod. Pesq. Ensino**, Santa Maria, v. 4, n. 8, p. 1-9, jul./dez. 2008. Disponível em: https://www.yumpu.com/pt/document/view/15512190/ortodontia-frente-as-reabsorcoes-apicais-e-periapicais-previas-ufsm Acesso em: 14 Jul. 2025.