

JOSÉ LUCIANO MACIEL DE CASTRO

**ALTERAÇÕES PULPARES DECORRENTES DO TRATAMENTO ORTODÔNTICO:  
UMA REVISÃO DE LITERATURA.**

SETE LAGOAS - MG  
JUNHO/2018

JOSÉ LUCIANO MACIEL DE CASTRO

**ALTERAÇÕES PULPARES DECORRENTES DO TRATAMENTO ORTODÔNTICO:  
UMA REVISÃO DE LITERATURA.**

Monografia apresentada ao curso de  
Especialização *Lato Sensu* da  
Faculdade Tecnológica de Sete Lagoas  
(FACSETE-CIODONTO), como requisito  
parcial para conclusão do Curso de  
Especialização em Endodontia.  
Área de concentração: Endodontia.

**Orientador:** Prof. Dr. José Leonardo Barbosa Melgaço da Costa

SETE LAGOAS - MG  
JUNHO/2018

Castro, José Luciano Maciel de  
Alterações Pulpares Decorrentes do Tratamento  
Ortodôntico: Uma Revisão de Literatura. / José Luciano  
Maciel de Castro. - 2018.

31 f.: il.

Orientador: José Leonardo Barbosa Melgaço da  
Costa.

Monografia (especialização em Endodontia) -  
Faculdade de Tecnologia de Sete Lagoas, 2018.

1. Alterações Pulpares. 2. Necroses. 3. Inflamações  
Pulpare. 4. Endodontia. 5. Ortodontia.

I. Título.

II. José Leonardo Barbosa Melgaço da Costa.

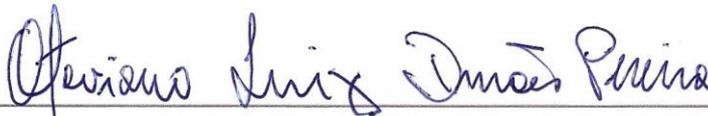
Monografia intitulada "**Alterações pulpares decorrentes do tratamento ortodôntico: uma revisão de literatura**", área de concentração em Endodontia, apresentada por José Luciano Maciel de Castro, para obtenção de título de especialista em Endodontia, **APROVADA** pela Comissão Examinadora, constituída pelos seguintes professores:



Prof. Dr. José Leonardo Barbosa Melgaço da Costa - Orientador



Prof. Marcos Rogério Rabelo



Prof. Otaviano Luiz Duraes Pereira

## **AGRADECIMENTO**

A Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades que surgiram ao longo da minha caminhada.

A esta faculdade, sua direção e administração que oportunizaram a janela para um novo horizonte, eivado pela acendrada confiança no mérito e ética aqui presentes.

Ao meu orientador Dr. José Leonardo, pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções e incentivos.

Aos Professores Dr. Rafael Magalhães, Dr. Geraldo Avelar, Dr. Otaviano Pereira, Dr. Túlio Modesto e em especial Dr. Marcos Rabelo, pelas explicações maravilhosas.

Aos meus pais, pelo amor e apoio incondicional. Aos irmãos e sobrinhos pela compreensão e carinho. Ao meu amigo Dr. Fábio Silva Costa pelos incentivos.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades,  
lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram  
conquistadas do que parecia impossível.”

(Charles Chaplin)

## RESUMO

O desenvolvimento de novas técnicas e novos materiais na ortodontia, segue paralelamente, os relatos dos efeitos adversos decorrentes, supostamente, da movimentação dentária. O tratamento ortodôntico em adultos vem, cada vez mais, aproximando a Ortodontia e a Endodontia na prática clínica, mas falta muito para que as duas convivam, compreendendo os fundamentos uma da outra. A polpa dentária é envolvida por paredes rígidas, cuja a sobrevivência depende dos vasos sanguíneos que passam através do ápice dentário. Uma alteração nos vasos sanguíneos do periodonto apical, que nutrem a polpa, pode levar a lesão durante o movimento rápido dos dentes. O objetivo deste trabalho foi apresentar uma breve revisão da literatura sobre as questões das possíveis alterações pulpares, tecidos duros e regiões periapicais dos dentes durante os tratamentos ortodônticos e como essas alterações afetam os resultados dos tratamentos. A alteração da fisiologia pulpar leva às respostas alteradas decorrentes de estímulos externos. Diversos estudos avaliaram o impacto da força ortodôntica na polpa, no entanto, na literatura, os resultados são inconsistentes e inconclusivos, principalmente pelas limitações metodológicas, sendo necessário mais avaliações.

**Palavras-Chave:** Alterações Pulpares; Necroses; Inflamações Pulpares; Endodontia; Ortodontia.

## ABSTRACT

The development of new techniques and new materials in orthodontics follows, in parallel, the reports of adverse effects deriving from, supposedly, tooth movement. Orthodontic treatment in adults is increasingly approaching Orthodontics and Endodontics in clinical practice, but it is still a long time before the two coexist, understanding the fundamentals of each other. The dental pulp is surrounded by rigid walls, whose survival depends on the blood vessels passing through the tooth apex. A change in the blood vessels of the apical periodontium, which nourish the pulp, can lead to injury during rapid movement of the teeth. The objective of this work was to present a brief review of the literature on the possible changes in pulp, hard tissues and periapical regions of the teeth during orthodontic treatments and how these alterations affect the treatments results. The change in pulpal physiology leads to altered responses resulting from external stimuli. Several studies have evaluated the impact of orthodontic force on pulp; however, in the literature, the results are inconsistent and inconclusive, mainly due to methodological limitations, requiring further evaluation.

**Key-words:** Pulp alterations; Necroses; Pulp Inflammation; Endodontics; Orthodontics.

## LISTA DE ABREVIATURAS

ALP - fosfatase alcalina

AST – aspartate aminotransferase

DSPP - sialofosfoproteína dentinária

g – grama

h – horas

LDH - lactato desidrogenase

mm – milímetros

mm/Hg – milímetro de mercúrio

TGF -  $\beta$  – fator de transformação do crescimento beta

TRAP 5a - fosfatase ácida resistente ao tartarato 5a

$\mu\text{m}$  – micrometros

% - porcentagem

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Anatomia da polpa. ....	<b>15</b>
<b>Figura 2</b> - Histologia do Complexo Dentino-Pulpar. ....	<b>15</b>
<b>Figura 3</b> – Tensões axiais obtidas para o carregamento simultâneo de força e movimento (aposição e reabsorção). ....	<b>17</b>
<b>Figura 4</b> – Raio X e microscopia de segundo pré-molar com rizogênese incompleta. ....	<b>19</b>
<b>Figura 5</b> – Fotomicrografia de uma seção histológica mostrando em detalhe a camada odontoblástica da polpa dentária do grupo 6 h (X 400; HE). ....	<b>22</b>
<b>Figura 6</b> – Reabsorção óssea à distância na área de compressão do ligamento periodontal (LP) dente de rato, 3 dias depois da movimentação. ....	<b>26</b>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>PROPOSIÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>3</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>15</b>
<b>3.1</b>	<b>POLPA DENTAL .....</b>	<b>15</b>
<b>3.2</b>	<b>MOVIMENTOS ORTODÔNTICOS .....</b>	<b>16</b>
<b>3.3</b>	<b>REAÇÕES PERIODONTAIS À MOVIMENTAÇÃO ORTODÔNTICA .....</b>	<b>17</b>
<b>3.4</b>	<b>REAÇÕES PULPARES À MOVIMENTAÇÃO ORTODÔNTICA .....</b>	<b>18</b>
<b>4</b>	<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>20</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>28</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>29</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de novas técnicas e novos materiais na ortodontia, segue paralelamente, os relatos dos efeitos adversos decorrentes, supostamente, da movimentação dentária. Entre os efeitos adversos, que têm sido alvos de muitas investigações estão: a deposição de dentina secundária, a reabsorção radicular, alterações celulares, vasculares e neurais. Existem evidências sugerindo, inicialmente, que durante a força mecânica pode ocorrer a diminuição do fluxo sanguíneo pulpar, proveniente do estrangulamento dos vasos sanguíneos que irrigam a cavidade pulpar. Também foi sugerido que a força ortodôntica sobre dente pode induzir um processo inflamatório neurogênico na polpa (SALLES, 2006).

O tratamento ortodôntico em adultos vem, cada vez mais, aproximando a Ortodontia e a Endodontia na prática clínica, mas falta muito para que as duas convivam, compreendendo os fundamentos uma da outra. Muitos ainda acreditam que a força ortodôntica possa provocar envelhecimento precoce, necrose pulpar e até escurecimento dentário por obliteração pulpar proveniente de uma metaplasia dos tecidos da polpa, denominada como Metamorfose Cálctica da Polpa. Acreditam, mas a literatura e os poucos trabalhos mostram que esta possibilidade praticamente inexistente (CONSOLARO, 2007).

Após o movimento ortodôntico ocorre uma sequência de eventos que podem ser caracterizados pelo uso de biomarcadores adequados. Objetivamente, em uma intervenção terapêutica, um biomarcador é uma substância que é avaliada e medida como um indicador de processos patogênicos, processos biológicos normais ou respostas farmacológicas. A taxa, quantidade e atividade das substâncias liberadas, durante a investigação de biomarcadores, não apenas refletem a atividade de células individuais, mas também indicam a atividade metabólica nos tecidos ou órgãos envolvidos. Os marcadores sensíveis devem ser capazes de informarem sobre as condições biológicas, nas fases dos movimentos ortodônticos, em termos de alterações dos tecidos periodontais e suas relações. No tratamento ortodôntico, o

conhecimento do processo dos biomarcadores pode levar a uma carga mecânica adequada, encurtando o tratamento e evitando defeitos adversos associados. Foram identificados diversos biomarcadores que representam as mudanças biológicas durante tratamento ortodônticos, nas remodelações ósseas (formações e reabsorções), inflamações e reabsorções radiculares (ARIFFIN *et al.*, 2011).

É fato, que forças empregadas na mecânica ortodôntica fazem com que as polpas dentais influenciem nas respostas biológicas dos tecidos periapicais, pois existem comunicações físico/biológicas entre os tecidos periodontais e pulpares que podem levar ao transporte de bactérias e toxinas entre as estruturas lesadas. Apesar de, estudos mostrarem que a força ortodôntica acarreta alterações nas polpas compatíveis com processo inflamatório, caso a força ortodôntica não ultrapasse o limite de tolerância do tecido essas agressões podem ser reversíveis. Entretanto, atualmente, frente ao tratamento ortodôntico, há controversas em relação a diferença na resposta biológica/patológica de dentes vitais e não vitais (MATTIAZZI, 2012).

O movimento ortodôntico pode durar entre meses e anos de tratamento, e inevitavelmente causa reações biológicas em ligamentos periodontais e polpas. A importância clínica das alterações pulpares depende se as forças ortodônticas irão ou não pôr em perigo as vitalidades dos dentes a longo prazo. Força ortodôntica, denominada traumatismo controlado, pode danificar a polpa porque a falta da circulação pulpar colateral torna este tecido um dos mais sensíveis do corpo. Os sintomas que podem ser diagnosticados após a aplicação da força ortodôntica são mudanças hemodinâmicas com o aumento do volume dos vasos sanguíneos e distúrbios circulatórios dentro da primeira hora de aplicação da força (AYDIN & ER, 2016).

As alterações da fisiologia pulpar podem levar às respostas alteradas decorrentes de estímulos externos. Diversos estudos avaliaram os impactos das forças ortodônticas nas polpas, no entanto, nas literaturas, os resultados são inconsistentes e inconclusivos, principalmente pelas limitações metodológicas. Alguns poucos estudos das polpas humanas sugerem que as taxas de respirações pulpares, após aplicações das forças ortodônticas, são em média reduzidas nos

estágios iniciais. Embora, os estados de maturações dos ápices possam ser fatores modificadores, sendo que dentes com ápices incompletos demonstraram taxas de respirações aumentadas. Há estudos relatando efeitos de curtos prazos, como alterações nas respirações de tecidos e outros relatando consequências duradouras, como as necroses pulpareas (GAJAPURADA *et al*, 2016).

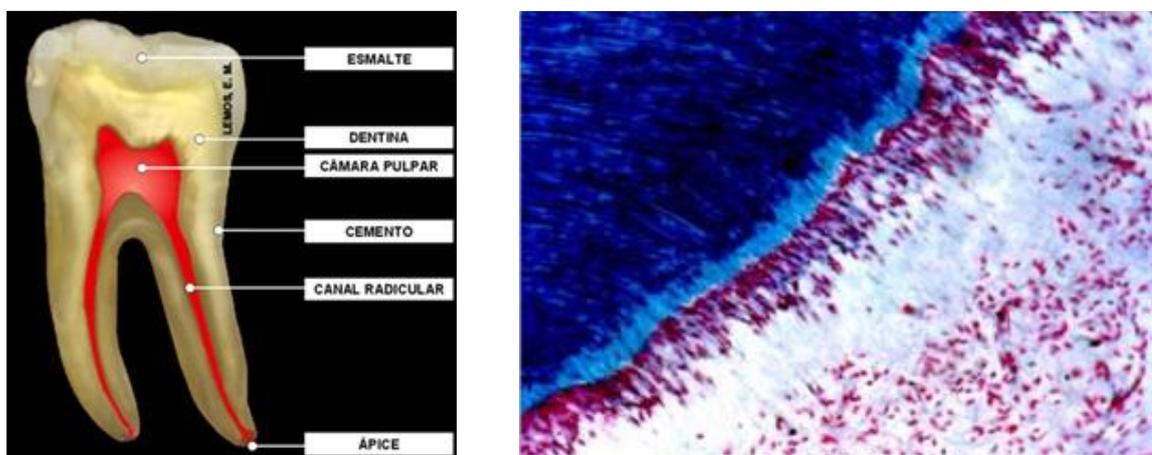
## **2 PROPOSIÇÃO**

O objetivo deste trabalho foi apresentar uma breve revisão da literatura sobre as questões relacionadas às possíveis alterações pulpare, tecidos duros e regiões periapicais dos dentes durante os tratamentos ortodônticos e como essas alterações afetam os resultados dos tratamentos.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 POLPA DENTAL

A polpa dental é um tecido mesenquimal especializado e tem como característica células diferenciadas, como os odontoblastos, e uma rede de feixes nervosos e vasos sanguíneos que saem por um forame apical. A polpa desempenha diversas funções, cuja principal é a formação de dentina; e funções secundárias como a hidratação, defesa do complexo dentino-pulpar e sensibilidade dentinária. Porém, a regeneração do tecido pulpar é muito restrita, devido ao arranjo anatômico desfavorável (rodeada por um tecido rígido mineralizado e inelástico) que limita o suprimento sanguíneo da polpa e a capacidade de combater infecções (Fig. 1 e 2). Fatores como ausência de circulação colateral, presença de dentina reparadora e o estágio da rizogênese (completa ou incompleta) podem facilitar o estabelecimento de quadros patológicos pulpares (MATTIAZZI, 2012).



**Fig. 1-** Anatomia da polpa. **Fig. 2 -** Histologia do Complexo Dentino-Pulpar

Fonte: MATTIAZZI, 2012).

A polpa e os tecidos periodontais são ricos em células, cuja, as taxas metabólicas se adaptam às necessidades funcionais. É certo, que os fatores locais e

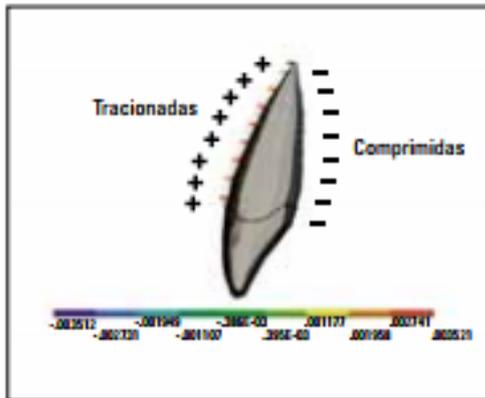
sistêmicos influenciam esses tecidos nas partes estruturais e nas suas normalidades funcionais. Provavelmente, os tipos, durações e intensidades dos estímulos locais e sistêmicos são fatores que induzem alterações clínicas periodontais e das polpas (MASSARO *et al.*, 2009).

### 3.2 MOVIMENTOS ORTODÔNTICOS

Para entender a fisiologia da movimentação ortodôntica é necessário identificar quais estruturas participam da dinâmica. Cada elemento dental é sustentado por ligamentos periodontais, que se conectam ao osso alveolar. Os ligamentos periodontais são redes de fibras colágenas inseridas no cimento da raiz e na lâmina dura do osso alveolar. Esta rede suporta os deslocamentos que os dentes sofrem ao serem submetidos as funções normais. No ligamento periodontal, além dos feixes de colágeno, é possível encontrar terminações nervosas, vasos sanguíneos, osteoblastos, fibroblastos e células mesenquimais indiferenciadas (PROFFIT *et al.*, 2007).

A força ortodôntica causa o movimento do dente dentro do tecido ósseo e estruturas periodontais, sendo que o tratamento ortodôntico terá êxito se tiver entendimento da biologia do periodonto de sustentação. Existem duas teorias responsáveis pela movimentação ortodôntica: a teoria da pressão-tensão e a teoria bioelétrica. De acordo com teoria da pressão-tensão, na aplicação da força, a raiz comprime o ligamento periodontal e reabsorve o osso alveolar, no lado pressionado; e onde o ligamento está sendo tracionado pela raiz, lado oposto, ocorre deposição de novo osso. E então, ao se mover no osso leva com ele toda a estrutura de suporte. Estes fenômenos ocorrem pelo desencadeamento da cascata de mediadores químicos que causam inflamações dos tecidos periapicais após as forças aplicadas sobre o elemento dental. Já o fenômeno da bioeletricidade se relaciona com a deformação óssea, onde as distorções das células e matrizes extracelulares da raiz e osso são associadas à formação e alteração de um potencial elétrico. As deformações mecânicas dos colágenos e das hidroxiapatitas vão produzir um campo elétrico local, induzido pela migração de elétrons no movimento,

conhecido por piezoelectricidade, ou seja, um crescimento do fluxo de íons nas membranas celulares. A aposição e reabsorção óssea também recebe certo controle desta influência mecânica (Fig. 3) (MATTIAZZI, 2012).



**Fig. 3-** Tensões axiais obtidas para o carregamento simultâneo de força e movimento (aposição e reabsorção).  
Fonte: PENEDO *et al.*, 2010.

### 3.3 REAÇÕES PERIODONTAIS À MOVIMENTAÇÃO ORTODÔNTICA

O dente se liga ao osso pelas fibras dos ligamentos periodontais. Entre elas estão os vasos, nervos, fibroblastos e a matriz extracelular. Nas superfícies radiculares e ósseas estão cementoblastos e osteoblastos. O movimento dentário se faz às custas da compressão do ligamento periodontal sobre osso alveolar. Também ocorre certo deslocamento dentário por uma deformação da crista óssea (deflexão óssea) que cede um pouco na porção cervical. Já no movimento de inclinação o máximo conseguido se limita à espessura do espaço periodontal, isso se ele for totalmente comprimido. Na região apical, diferente da crista alveolar, dificilmente, iremos atribuir o deslocamento dentário à deflexão, devido à massa óssea não deformável, por ter maior volume. Ao percebermos a real dimensão do ligamento periodontal (média de 250  $\mu\text{m}$  - micrometros) entenderemos que precisamos de pouca intensidade força para deslocar o dente nesses 0,25 mm. Os nervos e vasos saem do osso, atravessam os ligamentos e entram pelo forame apical. Os tecidos moles suportam deslocamentos consideráveis devido às suas elasticidades; portanto, um deslocamento de 0,25 mm no ligamento apical não é suficiente para romper os vasos e nervos da polpa (CONSOLARO, 2005).

Quando as alterações na circulação local, pela compressão dos vasos do ligamento periodontal, resultam em hipóxias e causam deformações celulares (mecanotransduções) levam à degenerações e mortes celulares e ocorrem alterações bioquímicas e organizacionais nas matrizes extracelulares formando áreas de hialinizações. A deformação do citoesqueleto e perda da tensegridade causada pela compressão mecânica do movimento ortodôntico liberam mediadores que induzem as diferenciações ou proliferações celulares, sínteses de matrizes orgânicas e de colágenos. Essa remodelação do osso alveolar dissipa a força, com consequente mudança da posição do elemento dental. A pressão da carga ortodôntica no periodonto é influenciada, tanto pela intensidade da força, como pela altura da crista óssea. A pressão aumenta gradualmente com o aumento da reabsorção alveolar, somente perdas ósseas superiores a 5mm causam aumento significativo da pressão (MATTIAZZI, 2012).

### **3.4 REAÇÕES PULPARES À MOVIMENTAÇÃO ORTODÔNTICA**

Segundo Hamilton & Gutmann (1999), uma alteração nos vasos sanguíneos do periodonto apical, que nutrem a polpa, pode levar a lesão durante o movimento rápido do dente. Os movimentos ortodônticos rápidos podem ter impactos diretamente nos metabolismos dos tecidos pulpares, especialmente os odontoblastos dos dentes com ápices formados, e nas bainhas epiteliais de Hertwig em rizogêneses incompletas (Fig. 4). Proporcionalmente, quanto maiores as forças ortodônticas mais graves parecem ser as conseqüentes mudanças nas polpas. Isso pode ser observado no uso de um aparelho de expansão labiolingual onde mostrou alguns sinais de grave degeneração pulpar, onde resultou em um movimento de propulsão no terço apical da raiz, levando a uma falta de circulação colateral à polpa (fator etiológico principal para a degeneração pulpar). Observaram-se que os usos intermitentes de forças reduzem os danos aos tecidos dentários e fornecem tempos para possíveis reparos. Durante ativações dos aparelhos, em pacientes adolescentes tardios, alguns odontoblastos degenerarão, enquanto outras células pulpares sofrerão atrofia. Observaram-se também sob condições normais que as taxas respiratórias das células das polpas correspondem aos graus de atividades

dentínogênicas. Portanto, quanto maior a atividade, maior a taxa de respiração do tecido. Então, quando o dente está passando por movimento ortodôntico ocorre uma depressão média de 27,4% na taxa respiratória pulpar. Percebeu-se que há uma relação entre o efeito biológico de uma força ortodôntica e a maturidade do dente, particularmente a atividade dentínogênica da polpa.



**Fig. 4** - Raio X de segundo pré-molar com rizogênese incompleta. A área radiolúcida, na região apical, corresponde aos tecidos embrionários da rizogênese (quadrado). Em visão Microscópica, destaca-se: a papila dentária (PD), o folículo ou saco dentário (FD), e a bainha epitelial de Hertwig (setas), tecidos responsáveis pela rizogênese.

FONTE: CONSOLARO *et al.*, 2008.

O traumatismo dental pode comprometer vasos causando rupturas, caracterizado pela aplicação de forças intensas e súbitas nos dentes. Diferentemente do trauma oclusal, em que as forças são intensas, de durações curtas, de pequenas extensões, mas repetições constantes. Por outro lado, as forças dos movimentos ortodônticos são muito leves, mesmo as mais intensas, com aplicações prolongadas e lentamente nos dentes, para que gradualmente desapareçam dentro de horas ou dias. Em suma, embora eles sejam causados por forças, o trauma oclusal, o traumatismo dentário, e movimento ortodôntico não são semelhantes em relação às características das forças aplicadas e seus efeitos nos tecidos conjuntivos (CONSOLARO *et al.*, 2011).

## 4 DISCUSSÃO

Segundo Hamilton & Gutmann (1999), o movimento ortodôntico pode causar respostas inflamatórias e / ou degenerações nas polpas em dentes com ápices completos. O impacto na polpa no movimento ortodôntico tem foco principal no sistema neurovascular, nos quais as liberações de neuropeptídeos (neurotransmissores específicos) podem influenciar metabolismos celulares e fluxos sanguíneos (RYGH *et al.*, 1986). As respostas induzidas nestas polpas, durante o movimento ortodôntico, podem ter impactos sobre os inícios e perpetuações das remodelações ou reabsorções apicais das raízes. As incidências e gravidades destas mudanças podem ser influenciadas por injúrias às polpas, como cáries ou traumas. Polpas de dentes com forames incompletos têm riscos reduzidos para essas respostas, enquanto não estão imunes as sequelas adversas durante o movimento ortodôntico.

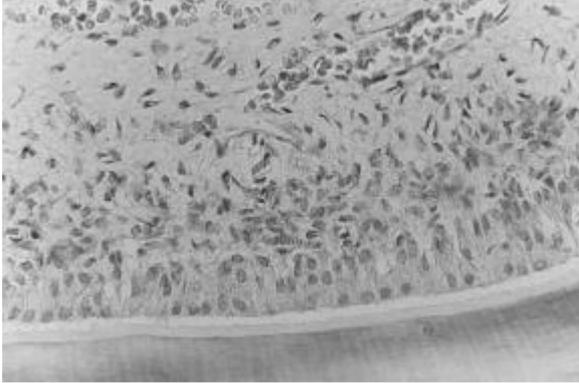
A polpa dentária é envolvida por paredes rígidas, cuja sobrevivência depende dos vasos sanguíneos que passam através do ápice dentário. Devido estas restrições ambientais, quaisquer mudanças no fluxo sanguíneo, no próprio movimento ortodôntico, podem trazer sérias consequências para a saúde da polpa (MATTIAZZI, 2012). Yamaguchi & Kasai (2007) observaram, em suas pesquisas, que mesmo forças pequenas e de durações curtas (cerca de 4 horas), podem provocar respostas celulares. Observaram que o movimento ortodôntico pode causar uma diminuição do fluxo sanguíneo para a polpa. Relataram que em incisivos de ratos, quando submetidos a estresse ortodôntico por 72 horas, ocorrem um aumento na respiração pulpar (1-2 vezes mais do que o grupo controle). Que a respiração celular dos tecidos deprimia de 27% a 33% após a aplicação do movimento ortodôntico. Foram relatados que forças ortodônticas podem causar congestões assim como dilatações dos vasos sanguíneos, edemas de tecidos pulpares e aumento nas densidades dos volumes vasculares, quando comparadas com os grupos controle às 6 horas. Após 24 e 72 horas da aplicação de força, o aumento da densidade vascular retornou a valores semelhantes ao grupo de controle. Ao contrário do observado, Nixon *et al.* (1993) relataram um aumento dos

números de vasos pulpares funcionais, mesmo 14 dias após as aplicações das forças ortodônticas.

Ainda segundo pesquisas de Yamaguchi & Kasai (2007), as forças que mais causam necroses pulpares são as forças extrusivas. Essas forças extrusivas, em adultos, devem ser mantidas entre 30 g a 75 g para evitarem danos pulpares. E que as forças extrusivas acima de 75 g causam efeitos deletérios significativos nos odontoblastos com degenerações das camadas devido aos distúrbios circulatórios em tecidos pulpares humanos (SUBAY *et al.*, 2001). Outros tipos de forças ortodônticas, como movimentos de corpos e inclinações, quando aplicadas excessivamente, são capazes também de alterar as taxas de respirações pulpares e provocarem os rompimentos das camadas odontoblásticas resultando em necroses pulpares.

De acordo com Santamaria Jr. *et al.* (2007), após exame histológico, sob a luz da microscopia, foram revelados que os dentes que eram submetidos aos movimentos ortodônticos, por diferentes períodos de tempo, apresentaram alterações nas estruturas teciduais das polpas, fatos que eram demonstrados por alterações celulares e estruturais compatíveis com processos inflamatórios. Onde os odontoblastos apresentavam-se adjacentes à camada da predentina, nos quais os corpos celulares destes tinham os núcleos com cromatinas distendidas e difusas (hipertróficos, redondos) e os citoplasmas eram mais basófilos, com células esparsas quando comparado ao grupo controle. Que após 24 e 72 h de movimentação dentária, os odontoblastos exibiram novamente aspectos normais. Uma zona rica em células foi observada no interior da zona livre de células, especialmente fibroblastos, células mesenquimais indiferenciadas e células de defesas. Já as distribuições dessas células eram homogêneas no tecido pulpar, com discretos aumentos em torno dos vasos sanguíneos. Foram observados, num grupo 6 h após movimento ortodôntico, um maior número de eritrócitos, leucócitos e células sanguíneas dentro dos vasos sanguíneos (Fig. 5). E um número aumentado das células de defesas como eosinófilos, monócitos, e neutrófilos foram observados em todos os períodos de estudos (VON BOHL *et al.*, 2012). Foram observados também que os vasos ainda estavam congestionados, apresentando substâncias com colorações roxas claras, aos 24 e 72 h, sugerindo as presenças de proteínas

plasmáticas. E que nos períodos iniciais dos movimentos ortodônticos (6, 12 e 24h), as regiões de canais radiculares acessórios apresentavam sinais inflamatórios, porém de formas mais moderadas em comparações com outras regiões.



**Fig. 5** - Fotomicrografia de uma seção histológica mostrando em detalhes a camada odontoblástica da polpa dentária do grupo 6 h (X 400; HE).

FONTE: SANTAMARIA Jr. *et al.* (2007).

De acordo com Han *et al.* (2013), forças de 15 a 25 g são recomendadas para as intrusões de incisivos superiores e que a magnitude de força para intrusão do primeiro pré-molar deve ser maior que a de um incisivo, pois a área da superfície radicular do primeiro pré-molar é maior. Onde, 25 g foi escolhido como força moderada e uma força de 225 g (9 vezes maior) foi escolhida como uma força relativamente severa. Mas, considerar a degradação da força através de elásticos ortodônticos, foi definido uma força moderada de 50 g para movimentos intrusivos e uma força de 300 g (6 vezes maior) como relativamente severa. E houve reabsorção depois que uma força intrusiva moderada foi aplicada por 8 semanas. No entanto, até 12 semanas, não foram encontrados degenerações adiposas ou cálculos pulpare. Esses resultados sugerem que forças intrusivas não distorcem severamente os vasos sanguíneos (GAJAPURADA *et al.*, 2016).

Ainda segundo Han *et al.* (2013), o teste de vitalidade é crucial no monitoramento da polpa e perceberam-se que o teste térmico é considerado mais confiável que o teste elétrico para avaliar a saúde pulpar. E que dentes avaliados após intrusões responderam positivamente aos testes térmicos, e nenhuma perda de vitalidade pulpar foi encontrada. Que pré-molares, mesmo após 300 g de forças intrusivas contínuas por 12 semanas, não apresentaram danos severos; indicando

que a polpa tem uma extraordinária capacidade de suportar insulto; mas, essa capacidade apresentou-se reduzida. Histologicamente, demonstrou-se uma leve inflamação na polpa dentária. Já, na raiz foi claramente observada reabsorção do cimento, após 4 semanas de força severa. Em 8 semanas, apareceu a reabsorção radicular mesmo com força moderada. Estes resultados indicam que forças severas podem induzir as reabsorções radiculares. Mas, não foram avaliados os movimentos intrusivos e extrusivos dos molares; que são importantes nas aplicações das forças ortodônticas. E a análise histológica da polpa dentária foi apenas descritiva. Sendo necessária uma análise mais quantitativa para fornecer novos sinais sobre os efeitos das forças ortodônticas intrusivas (SALLES, 2006; GAJAPURADA *et al*, 2016).

Segundo AYDIN & ER (2016), quando uma força ortodôntica é aplicada, inicialmente o tecido pulpar reage com hiperemia e ocorrem danos celulares e reações bioquímicas pelas degranulações de mastócitos. Esses são as clássicas características das inflamações agudas, em que são liberados mediadores inflamatórios agudos (neuropéptidos, bradicininas, prostaglandinas, histaminas, fatores de crescimentos, permeabilidades vasculares) causando vasodilatações e aumentos nos fluxos sanguíneos com edemas. Depois de alguns dias, se desenvolvem na polpa uma crescente atividade neural e um aumento do limiar de resposta a estímulos elétricos. Então, ocorrem aumentos das atividades enzimáticas, apoptoses e necroses de algumas células pulpares. De acordo com Ariffin *et al.* (2011), a aplicação de força ortodôntica ao dente acabará resultando em movimento, no qual, ocorre o envolvimento de vários biomarcadores (detectores dos eventos nos movimentos), como fosfatase alcalina (ALP) na formação óssea e fosfatase ácida resistente ao tartarato 5a (TRAP 5a) na reabsorção óssea, ambos envolvidos na remodelação óssea; lactato desidrogenase (LDH) na inflamação e sialofosfoproteína dentinária (DSPP) na reabsorção radicular. Esses biomarcadores podem ser usados para determinarem a precisão e a duração da força para cada dente, reduzindo efeitos colaterais ou acelerando os tratamentos. A resposta à força ortodôntica pode ser descrita como inflamação transitória e asséptica. Entre as substâncias observadas estão aspartato aminotransferase (AST) e lactato desidrogenase (LDH), que durante a necrose são biomarcadores inflamatórios encontrados fora das células. O tratamento ortodôntico, causa com isso, mudança na respiração do tecido e possível hipóxia; aumento no nível de atividade do

aspartato aminotransferase (AST - aspartate aminotransferase), enzima que indica dano, resposta neural da polpa (PERINETTI *et al*, 2004; JAVED *et al*, 2015).

A resposta inflamatória à agressão da mecânica ortodôntica é representada pelas mudanças das camadas de odontoblastos, edemas dos tecidos conjuntivos, presenças de macrófagos, aumento de células progenitoras e fibroblastos. Ainda segundo AYDIN & ER (2016), o fator de transformação do crescimento beta - 1 (TGF -  $\beta$ 1) e TGF- $\beta$ 3, liberado durante o processo inflamatório na polpa, após a aplicação da força ortodôntica, é responsável não só pela estimulação de dentina reacionária, mas também pela estimulação da reparação dentinária. Normalmente, o aumento do fluxo sanguíneo remove mediadores inflamatórios recuperando os tecidos danificados. Mas, no trauma controlado induzido pela força ortodôntica, as remoções inflamatórias dos mediadores e curas de células danificadas espontaneamente, são impedidas pelas limitações das paredes dentinárias; que interferem nas dilatações ativas das arteríolas, causando aumento na pressão da polpa e compressão do retorno venoso, então o organismo reage com deposição de dentina terciária nas secções coronais e radiculares. Contudo, observou-se que a maior parte da mudança no fluxo sanguíneo da polpa, causado pelo movimento ortodôntico, é reversível, a menos que a polpa anteriormente tenha irritações com restaurações ou traumas. A literatura também mostra que os dentes com ápices maduros são sensíveis à inflamação pulpar irreversível e os dentes imaturos não apresentam essa sensibilidade (CONSOLARO, 2005; YU *et al*, 2016).

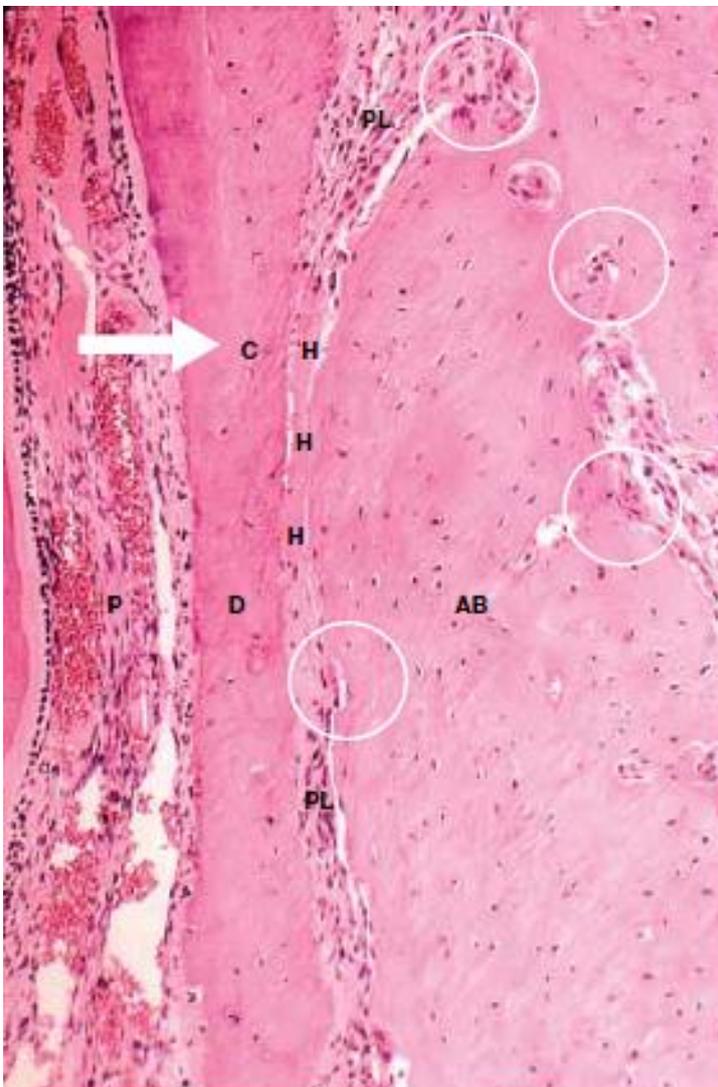
Gajapurada *et al.* (2016) relataram, em suas pesquisas, que em alguns casos os dentes foram desvitalizados e outros demonstraram as obliterações das câmaras pulpares após as forças ortodônticas, devido aos comprometimentos das circulações pulpares durante as terapêuticas, que levam às necroses localizadas com subseqüentes mineralizações das polpas. Relataram também que os comprometimentos circulatórios podem induzir rápidos envelhecimentos das polpas, reduzindo assim as capacidades das polpas de suportarem traumas futuros; e que as idades são fatores limitantes, com respostas celulares e vasculares retardadas em adultos. Apesar de poucos estudos sugerirem que as taxas de respirações pulpares são reduzidas nos estágios das aplicações de forças ortodônticas, embora os estados de maturações dos ápices possam ser fatores modificadores,

observaram que os dentes com os ápices abertos apresentaram melhores prognósticos; mesmo sendo mais susceptíveis aos traumas a partir das aplicações das forças ortodônticas, especialmente forças intrusivas. Neste contexto, é recomendado o emprego de força ortodôntica leve (não deve exceder a pressão capilar de 20 mm/Hg) por período frequente de repouso para diminuir o efeito iatrogênico na polpa (TALIC, 2011).

Segundo pesquisas de Lazzaretti *et al.* (2014), em testes de vitalidades das polpas, antes e depois das aplicações das forças ortodônticas, num intervalo de 21 dias, os dentes não demonstraram alterações em relação a sensibilidade dentária, e os pacientes não relataram desconfortos durante os intervalos. Também, não houveram alterações visíveis nas radiografias periapicais realizadas nos inícios e nos finais das aplicações das forças. Assim, força em torno de 60 g, no período de 21 dias, não foi capaz de produzir caso de necrose da polpa. Relataram ocorrências de mudanças nos tecidos pulpaes dos elementos após aplicações de forças ortodônticas intrusivas de 150 g, que mostraram presenças de células inflamatórias no grupo experimental em comparação com o controle; mesmo assim, houveram dúvidas, se em casos de traumas acidentais relatados anteriormente aos tratamentos, ou seja, em situações nas quais os feixes neurovasculares foram rompidos antes das aplicações das forças ortodônticas. Alguns dentes mostraram calcificações nas polpas coronárias (discretas e concêntricas), calcificações das polpas radiculares (difundidas) e nódulos pulpaes (cálculos). Apesar, da causa de calcificação pulpar ser completamente desconhecida, e, em muitos casos, ocorrer em torno de fibras colágenas, trombos sanguíneos, ou células degeneradas; que caracterizam a calcificação distrófica. Já os nódulos pulpaes são mais difíceis de classificarem como distróficos, pois na maioria das vezes ocorrem em polpas saudáveis e não se referindo necessariamente aos estresses funcionais. Algumas literaturas mostram que os aumentos das calcificações pulpaes nas presenças de forças ortodônticas são de difíceis comprovações (MODARESI *et al.*, 2015; LIOSSE-COELHO, 2016).

De acordo com Consolaro (2011), nos tratamentos ortodônticos, os deslocamentos apicais radiculares são pequenos e lentos, e que mesmo em deslocamentos maiores os tecidos conjuntivos têm elasticidades suficiente para

suportarem. Pois, a matriz extracelular do tecido conjuntivo amortece a força (gel extra-celular) e o deslocamento (fibras elásticas), sem ocorrer ruptura vascular e morte celular. Forças ortodônticas muito intensas colabam os vasos e interrompem as vascularizações, não havendo atividades celulares nas superfícies periodontais alveolares; então as células locais morrem ou vão para áreas vizinhas e ocorrem hialinizações nos segmentos periodontais. Na dissipação gradativa da força excessiva, ocorrerá remodelação da área hialinizada sem movimentação do elemento dental, pois os clastos estão sem condições metabólicas nutricionais (MASSARO *et al.*, 2009). O processo de reabsorção e reorganização, que ocorreria no ligamento, irá ocorrer à distância; com isso o dente não se moverá, então não ocorrerá o rompimento do feixe vâsculo-nervoso, o que não causa a necrose e nem o envelhecimento pulpar (Fig. 6).



**Fig. 6** – Reabsorção óssea à distância na área de compressão do ligamento periodontal (LP) dente de rato, 3 dias depois da movimentação. A seta mostra a direção da força aplicada e estreitamento periodontal. (H) representa a área de compressão do ligamento, hialinização (sem cementoblastos e osteoblastos). Os círculos representam “os clastos” atuando a distância da área de compressão.

P = padrão morfológico de normalidade da pulpa;

C = cimento; D = dentina; AB = osso alveolar. (HE; 25X)

FONTE: CONSOLARO, 2011.

Assim, assevera Consolaro (2011, p.19): “Quanto mais intensa for a força ortodôntica aplicada, menor a chance do dente se movimentar no alvéolo e, em consequência, não se tem como induzir necrose pulpar associada.” Então, segundo Consolaro (2011), o tratamento ortodôntico não induz necrose ou envelhecimento acelerado da polpa. Nos casos em que foram detectadas as necroses pulpares durante os tratamentos ortodônticos, estavam relacionados aos históricos de traumatismos dentários menores, muitas vezes não lembrados pelos pacientes. Mas, de ocorrências diárias, eles são: resvaladas, acidentes domésticos inocentes, dentes que atuam como alavancas em extrações, pequenas pancadas de fórceps nas extrações e mordidas acidentais de talheres, sementes ou corpos estranhos durante a alimentação, que em muitos casos não ocorrem danos gengivais e coronários, nem sangramentos. Mas, ao concentrar força no ápice pode-se ter necrose pulpar asséptica, quando ocorrer a ruptura do feixe vascular pulpar (HAMILTON & GUTMANN, 1999; CONSOLARO, 2007).

Ainda, de acordo com Consolaro (2011), mesmo em rotação do dente em torno do seu longo eixo, como na giroversão, os feixes vasculares e nervosos não ficam enrolados ou retorcidos, pois os tecidos voltam às suas posições e relações de normalidade, a cada período de 15 a 21 dias, remodelando-se e assim se adaptando a novas posições e relações estruturais (YU *et al.*, 2016). Embora ocorra, em alguns casos, alterações nos fluxos sanguíneos, nos índices respiratórios celulares, aumentos das angiogêneses, mudanças locais de enzimas e mediadores de tecidos pulpares; resultados como esses indicam possíveis mudanças nos níveis metabólicos e não inviabilidades biológicas ou perdas de vitalidades pulpares. São resultados que demonstram as sutilidades dos efeitos pulpares das movimentações dentárias e dos níveis bioquímicos. Esses resultados, portanto, não permitem justificar pulpites e necroses pulpares associadas aos movimentos ortodônticos ou às interferências que fatores externos podem exercer, devido as disparidades na literatura sobre o tema e as fragilidades dos resultados apresentados. (CONSOLARO, 2005; MATTIAZZI, 2012).

## 5 CONCLUSÃO

Este estudo, apesar de ser uma breve revisão, é um instrumento importante para os profissionais da odontologia, tendo em vista que representa uma parte do universo da endodontia, em especial a necrose pulpar. Assim, o estudo forneceu subsídios para as futuras investigações, bem como nas avaliações das alterações ocasionada por forças ortodônticas.

Baseando na breve revisão de literatura relacionada às alterações pulpares decorrentes do tratamento ortodôntico, conclui-se que:

- Durante o tratamento ortodôntico, a força aplicada a um dente pode resultar em uma resposta biológica da polpa dentária, compatível com processo inflamatório, e que, caso a agressão não ultrapasse o limite de tolerância do tecido, o processo inflamatório pode ser reversível;
- Ainda não há evidências científicas conclusivas que relacionem a força ortodôntica com a necrose da polpa dentária, ou com o rompimento do fluxo sanguíneo e ou envelhecimento acelerado da polpa. No caso onde ocorra, frente ao tratamento ortodôntico, faz-se necessário uma pesquisa detalhada de algum traumatismo, anteriormente ao tratamento, mesmo que a mais leve concussão. Pois, o histórico de traumatismo dentário pode ser considerado um fator risco da perda de vitalidade pulpar;
- Aplicação de força ortodôntica muito intensa reduz a chance do dente se movimentar no alvéolo, pois colabam os vasos e interrompem a vascularização, não havendo atividade celular na superfície periodontal alveolar; o que leva a uma hialinização no segmento periodontal e, em consequência, não se tem como induzir necrose pulpar associada.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- ARIFFIN, S.H.Z.; YAMAMOTO, Z.; ABIDIN, L.Z.Z.; WAHAB, R.M.A.; ARIFFIN, Z.Z. Cellular and Molecular Changes in Orthodontic Tooth Movement. **The Scientific World Journal**. Malasia. Bangi – Malaysia, v.11, n.1, p.1788–1803, sep. 2011.
- 2- AYDIN H., ER K. The effect of orthodontic tooth movement on endodontically treated teeth. **Journal of Restorative Dentistry**, Antalya, Turkeyv, v.4, n.2, p.31-41, may-aug. 2016.
- 3- CONSOLARO. A. Alterações pulpares induzidas pelo tratamento ortodôntico: dogmas e falta de informações. **Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial**, Maringá, v. 12, n. 1, p. 15-17, jan./fev. 2007.
- 4- CONSOLARO A. Orthodontic treatment does not cause pulpal necrosis. **Dental Press Endodontics**, Maringá, v. 1, n. 1, p. 14-20, apr/june. 2011.
- 5- CONSOLARO, A.; PINHEIRO T.N.; GAGNO INTRA, J.B.; ROLD, A. Transplantes dentários autógenos: uma solução para casos ortodônticos e uma casuística brasileira. **Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial**; Maringá, v.13, n.2, p.23-28, mar/apr. 2008.
- 6- CONSOLARO, R.B. Análise do complexo dentinopulpar em dentes submetidos à movimentação dentária induzida em ratos. 2005. 125 f. Dissertação (Mestrado) - **Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia de Bauru**, Bauru, 2005. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/25/25136/tde-17102007-081942/publico/RenataBiancoConsolaro.pdf>>. Acesso em 25 de novembro de 2017.
- 7- GAJAPURADA, J.; DESHMUKH, C.; BIRADAR, A.; PODAR, S.; BHALKESHWAR; BANSAL, A.; ZUBAIR, W. Pulpal Response to Orthodontic Treatment: A Review. **IOSR Journal of Dental and Medical Sciences**, India, v.15, n. 4, Ver. I, p. 73-75, apr. 2016.
- 8- HAMILTON R. S., GUTMANN J. L. Endodontic-orthodontic relationships: a review of integrated treatment planning challenges. **International Endodontic Journal**, Dallas, v. 32, n.5, p.343-360, sep.1999.
- 9- HAN, G.; HU, M.; ZHANG, Y.; JIANG, H. Pulp vitality and histologic changes in human dental pulp after the application of moderate and severe intrusive orthodontic forces. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**. Changchun - China, v.144, n.4, p.518-22, may. 2013.

- 10-JAVED, F.; AL-KHERAIF, A.A.; ROMANOS, E.B.; ROMANOS, G.E. Influence of orthodontic forces on human dental pulp: A systematic review. **Archives of oral biology**, NY, USA, v. 60, n.2, p.347 – 356, feb. 2015.
- 11-LAZZARETTI, D.N.; BORTOLUZZI, G.S.; FERNANDES, L.F.T.; RODRIGUEZ, R.; GREHS, R.A.; HARTMANN, M.S.M. Histologic Evaluation of Human Pulp Tissue after Orthodontic Intrusion. **Journal of Endodontics** — Santa Maria, RS, v.40, n.10, p.1537-40, Oct. 2014.
- 12-LIOSSE-COELHO, G. C. Reabsorção radicular e a inter-relação endodontia e ortodontia. 2016. 28 f. Monografia (especialização) – **Unicamp – Universidade Estadual de Campinas**, Piracicaba, 2016. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?down=000965141>>. Acesso em 10 de abril de 2018.
- 13-MATTIAZZI, G. D. Considerações Sobre A Movimentação Ortodôntica De Dentes Vitais E Dentes Tratados Endodonticamente. 2012. 62 f. Monografia - **UNINGÁ – Unidade De Ensino Superior Ingá**, Passo Fundo, 2012. Disponível em: <<http://www.ceompf.com.br/arq/20130110143350632769145.pdf>> Acesso em 10 de abril de 2018.
- 14-MASSARO, C.S.; CONSOLARO, R.B.; SANTAMARIA JUNIOR, M.; MARTINS-ORTIZ CONSOLARO, M.F.; CONSOLARO, A. Analysis of the dentin-pulp complex in teeth submitted to orthodontic movement in rats. **Journal of Applied Oral Science**. Bauru, v.17, n.sp, p.35-42, aug. 2009.
- 15-MODARESI, J.; AGHILI, H.; DIANAT, O.; YOUNESSIAN, F.; MAHJOUR, F. The Effect of Orthodontic Forces on Tooth Response to Electric Pulp Test. **Iranian Endodontic Journal** Iran, v.10, n.4, p.244–247, Jun. 2015.
- 16-NIXON, C.E, SAVIANO, J.A.; KING, G.J.; KEELING, S.D. Histomorphometric study of dental pulp during orthodontic tooth movement. **Journal of Endodontics**. Florida, v.19, n.1, p.13-16, jan. 1993.
- 17-PENEDO N.D.; ELIAS, C.N.; PACHECO, M.C.T.; GOUVÊA, J.P. Simulação 3D De Movimento Ortodôntico. **Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial**. Volta Redonda, v.15, n.5, p.98-108, sept-oct., 2010.
- 18-PERINETTI, G.; VARVARA, G.; FESTA, F.; ESPOSITO, P. Aspartate aminotransferase activity in pulp of orthodontically treated teeth. **American**

- Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, Chieti, Italy, v.125, n.1, p.88-92, Jan. 2004.
- 19-PROFFIT, W.R.; FIELDS JUNIOR, H.W.; SARVER, D.M. **Ortodontia Contemporânea**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier,. p. 307-311, 2007.
- 20-RYGH, P; BOWLING, K.; HOVLANDSDAL, L.; WILLIAMS, S. Activation of the vascular system: a main mediator of periodontal fiber remodeling in orthodontic tooth movement. **American Journal of Orthodontics**, Bergen, Norway, v. 89, n.6, p. 453-468, jun. 1986.
- 21-SALLES, A.W.R. Estudo da microcirculação na polpa dentária durante a movimentação ortodôntica via técnica laser doppler. 2006. 127 f. Tese (Doutorado) – **IPEN Autarquia Associada À Universidade De São Paulo**, São Paulo, 2006. Disponível em: [http://pelicano.ipen.br/PosG30/TextoCompleto/Alvaro%20Wagner%20Rodrigues%20Salles\\_D.pdf](http://pelicano.ipen.br/PosG30/TextoCompleto/Alvaro%20Wagner%20Rodrigues%20Salles_D.pdf). Acesso em 14 de abril de 2018.
- 22-SANTAMARIA Jr., M.; MILAGRES, D.; IYOMASA, M.M.; STUANI, M.B.S.; RUELLAS, A.C.O. Initial Pulp Changes During Orthodontic Movement: Histomorphological Evaluation. **Brazilian Dental Journal**, Ribeirão Preto, v.18, n.1, p.34-39, jan. 2007.
- 23-SUBAY, R.K.; KAYA, H.; TARIM, B.; SÜBAY, A.; COX, C.F. Response of human pulpal tissue to orthodontic extrusive applications. **Journal of Endodontics**. Birmingham, Alabama, v.27, n.8, p.508-511, aug. 2001.
- 24-TALIC N. F. Adverse effects of orthodontic treatment: A clinical perspective. **The Saudi Dental Journal**. Saudi Arabia, v.23, n.2, p.55–59, apr. 2011.
- 25-VON BOHL, M.; REN, Y.; FUDALEJ, P.S.; KUIJPERS-JAGTMAN, A.M. Pulpal Reactions to Orthodontic Force Application in Humans: A Systematic Review. **Journal of Endodontics**. Nijmegen, v.38, n.11, p.1463-1469, nov. 2012.
- 26-YAMAGUCHI M. & KASAI K. The Effects of Orthodontic Mechanics on the Dental Pulp. **Seminars in Orthodontics**. Matsudo, Japan, v. 13, n. 4, p. 272-280, dec. 2007.
- 27-YU, W.; ZHANG, Y.; JIANG, C.; HE W.; YI Y.; WANG, J. Orthodontic treatment mediates dental pulp microenvironment via IL17A. **Archives of Oral Biology**. Sichuan, China, v.66, n.1, p.22-29, jun. 2016.