

UNIVERSIDADE TIRADENTES  
CURSO DE ODONTOLOGIA

**AVALIAÇÃO DAS ALTERAÇÕES HISTOLÓGICAS  
PERIODONTAIS DECORRENTES DA MOVIMENTAÇÃO  
DENTÁRIA EM RATOS**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado a Coordenação do Curso  
de Odontologia da Universidade  
Tiradentes como parte dos requisitos  
para obtenção do grau de bacharel em  
Odontologia.

Aluna: Renata Oliveira de Labio  
Orientadora: Profa. Suzane Rodrigues Jacinto Gonçalves

Aracaju/SE  
Dezembro/2009

RENATA OLIVEIRA DE LABIO

AVALIAÇÃO DAS ALTERAÇÕES HISTOLÓGICAS  
PERIODONTAIS DECORRENTES DA MOVIMENTAÇÃO  
DENTÁRIA EM RATOS

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado a Coordenação do Curso  
de Odontologia da Universidade  
Tiradentes como parte dos requisitos  
para obtenção do grau de bacharel em  
Odontologia.

APROVADA EM \_\_/\_\_/\_\_  
BANCA EXAMINADORA

---

SUZANE RODRIGUES JACINTO GONÇALVES  
ORIENTADORA/ PRESIDENTE DA BANCA

---

LUCIANO PACHECO DE ALMEIDA - 1º EXAMINADOR  
UNIT

---

GUILHERME DE OLIVEIRA MACEDO - 2º EXAMINADOR  
UNIT

“Para estarmos aptos a enfrentar novos públicos. Devemos começar por sermos capazes de enfrentar cadeiras vazias”.

*Peter Brook*

## AGRADECIMENTOS

Não existe trabalho sem dedicação. Foram quatro anos de muito esforço e muita dedicação. E, tudo isso levou ao único objetivo: Minha Formatura! Uma grande etapa ficou para trás e, uma ainda maior me espera.

Em primeiro lugar agradeço ao pai maior, Meu Deus, ele guiou cada dia dessa minha caminhada, me levando no colo nos momentos em que não tinha forças pra caminhar sozinha. Obrigada Deus por iluminar meus caminhos e estar sempre colocando sabedoria, serenidade, e muitas felicidades em minha vida

Aos meus pais e irmãos, fica um agradecimento todo especial, pois eles abdicaram de tudo para me ver chegar até aqui. Foram vocês que sempre estiveram do meu lado comemorando cada vitória e enxugando as lágrimas que vez ou outra insistia em cair. Mesmo distantes, vocês sempre se fizeram presentes em minha vida. Essa vitória é tão minha quanto de vocês!

Aos demais familiares, Tia One, Tio Benito, Vovó Bezinha, Graze, Murilo, que também participaram dessa conquista direta ou indiretamente, meu muito obrigada.

Aos meus amigos, Peu, Albérico, Rodrigo, May e May, Patty, vocês que ouviram minhas queixas e que me davam sempre os melhores conselhos, e o carinho de amigo que eu sempre precisei.

Aos meus amigos de faculdade, pessoas que conheci durante 4 anos e me encantei com cada um de forma única. Larissinha obrigada por me acolher e se tornar essa irmã de coração. Kay, você me ensinou muito sobre a vida e passamos momentos divertidíssimos que só com você poderia passar. Meu amigo Teles, você é como um pai e espero ter você por perto pra sempre em minha vida. A Ismário que teve papel fundamental nesse projeto, amigo, sem você não conseguiria, muito obrigada. A Felipe e Daniel, “quebramos a cabeça” juntos no ITP, mas os frutos colhidos sempre foram bons, ganhei 2 amigos. E todos os outros amigos que sempre estiveram por perto em todos os momentos, Marcelo, Ofélia, Ysis, Ingrid...

A meu namorado que acompanhou a parte final dessa minha caminhada, mas que esteve presente ao meu lado, me encorajando, confiando,

suprindo as minhas carências e suportando meus estresses dessa fase final. Muito obrigada, és muito especial em minha vida.

Aos mestres, que transmitiram seus conhecimentos e experiências, me preparando para enfrentar as dificuldades e vencê-las. Quero agradecer em especial a Professor Ricardo que me deu a oportunidade de iniciação científica, serei eternamente grata pelos aprendizados, pelo incentivo e pela confiança depositada, tenho você como um exemplo em minha vida. A minha orientadora Professora Suzane que mesmo com todas as suas obrigações sempre dedicou parte do seu tempo para me dar as orientações necessárias. Ao Professor Luiz Guilherme, que também teve papel fundamental nesse projeto. Ao professor Marco Antonio que me deu a oportunidade de ser sua monitora, o que me trouxe muito conhecimento. A professora Maria Auxiliador, por ser não apenas uma professora, mas uma amiga, pessoa que tenho muito carinho e admiração. A todos os meus mestres, muito obrigada, só me tornei a dentista que sou hoje graças a vocês.

Aos funcionários, sempre prontos para nos ajudar, escutar e atender nossos pedidos. Sem vocês nada funcionaria com tanta eficiência como funciona. Sentirei falta de todos.

Enfim, gostaria de agradecer a todos que, perto ou longe, transmitiam energia e vibrações, sempre torcendo pela minha vitória.

# **AVALIAÇÃO DAS ALTERAÇÕES HISTOLÓGICAS PERIODONTAIS DECORRENTES DA MOVIMENTAÇÃO DENTÁRIA EM RATOS**

Renata Oliveira DE LABIO; Ismário Silva MENESES; Luiz  
Guilherme Martins MAIA; Suzane Rodrigues Jacinto GONÇALVES;  
Ricardo Luiz Cavalcante de ALBUQUERQUE Júnior;

## **RESUMO**

A movimentação ortodôntica é um complexo processo de transformação de um estímulo físico em biológico, que envolve o tecido ósseo, o periodontal, os dentários. São escassos os trabalhos que apresentam uma descrição histológica minuciosa dos eventos morfológicos que ocorrem no ligamento periodontal durante este procedimento clínico. Assim, este trabalho objetivou avaliar as alterações histomorfológicas decorrentes da movimentação dentário induzida em modelo roedor. Utilizou-se 15 animais ( $250 \pm 50$ g), os quais foram anestesiados e submetidos ao procedimento de movimentação dental. O sistema de forças aplicado foi composto de duas secções de fio de amarrilho 0,010", fixado em ambas as extremidades de uma mola de níquel-titânio. A extremidade mesial do fio foi fixado a um dinamômetro de precisão com força aferida em 40g/F. Cinco animais foram eutanasiados em 7, 13 e 19 dias, a maxila removida e processada para confecção das secções histológicas que, foram coradas em HE e examinadas descritivamente em microscopio. Em 7 dias, a área de pressão (AP) apresentou focos de reabsorção óssea. O ligamento periodontal (LP), apresentou-se estreitado, compressão de vasos sanguíneos e fibras periodontais (FP), com moderada infiltração linfocítica e áreas de hialinização. No área de tração (AT), observou-se infiltração inflamatória linfocítica discreta com distensão das FP, e vasos capilares dilatados e congestos. Em 13 dias, a AP exibiu lacunas de reabsorção expressivas na parede óssea e ocasionais focos de reabsorção cementária, e inflamação linfoplasmocitária discreta. Na AT, evidenciou-se hiperemia capilar e distensão de FP colágenas. Em 19 dias, na AP, as paredes ósseas se

apresentaram íntegras. O LP exibiu homogeneidade na sua espessura. A AT apresentou homogeneidade, ocasionais linfócitos e histiócitos, e vasos sanguíneos levemente dilatados. Concluiu-se que na AP predominaram os fenômenos inflamatórios, reabsortivos e vaso congestivos, enquanto que os eventos proliferativos caracterizaram a AT.

## **PALAVRAS-CHAVE**

Movimentação ortodôntica, ligamento periodontal, remodelação óssea

## **ABSTRACT**

The orthodontic movement is a complex transformation process of a physical stimulus into biological that evolves the bone, the periodontal and dental tissues. There are few studies that present a detailed histological description of the morphological events that occur in the periodontal ligament during this clinical procedure. This study aimed to evaluate the histomorphological alterations resulting from tooth movement induced in rodent model. It was used 15 animals ( $250 \pm 50\text{g}$ ), which were anesthetized and the submitted to tooth movement procedure. The applied forces system was composed of two sections of wire tying 0.010", fixed at both extremities of a nickel-titanium helix. The mesial corner of the wire was fixed to a precision dynamometer measured with 40g/F. Five animals were euthanized respectively at 7, 13 and 19 days, and the jaw was removed and processed for histological sections preparation and colored with HE and descriptively examined in microscope. In seven days, the pressure area (AP) showed foci of resorption bone. The periodontal ligament (LP) was narrowed, with blood vessels and periodontal fibers (PF) compression, with moderate lymphocytic infiltration and hyalinization areas. On traction area (AT), it was observed inflammatory lymphocytic infiltration with mild distension of the PF and dilated and congested capillaries. In 13 days, the AP exhibited significant gaps in bone resorption and occasional cementary resorption, and discrete lymphoplasmacytic inflammation. In AT, there was capillary hyperemia and FP collagen distension. In 19 days, in AP, the bone walls were presented intact and LP exhibited thickness uniformity;

the AT showed homogenous, occasional lymphocytes and histiocytes, and slightly dilated blood vessels. It was concluded that the in AP predominated inflammatory phenomena, reabsorptives and vascular congestive, while the proliferative events characterized the AT.

## **KEYWORDS**

Orthodontic tooth movement, periodontal ligament, bone remodeling.

## **1 INTRODUÇÃO**

O maior acesso da população ao tratamento ortodôntico e a necessidade de correções dento-esqueléticas exigem conhecimentos acerca dos efeitos deste tratamento nos tecidos dentário e ósseos envolvidos na movimentação dentária induzida (GIMENEZ *et al.*, 2007).

O osso é um tecido dinâmico que sofre alterações mesmo após o final do crescimento do esqueleto, compreendendo o processo de remodelação, ou seja, um equilíbrio entre a aposição e a reabsorção óssea. O processo de reabsorção ocorre constantemente e é realizado através de pequenos conjuntos de células chamados de unidades multicelulares básicas (BMU's) – que são compostas por osteoclastos, osteoblastos e macrófagos (DUARTE *et al.*, 1984).

A movimentação dentária induzida é um processo biológico múltiplo, caracterizado por reações seqüenciais do tecido periodontal em resposta às forças aplicadas. Este fenômeno envolve uma série de alterações bioquímicas, que culminam com a reabsorção do tecido ósseo na área de pressão e aposição na área de tensão, desencadeando um processo remodelativo do tecido ósseo periodontal, que determina a movimentação dentária (SILVEIRA *et al.*, 2006).

No movimento dentário ortodôntico aplicam-se pressão e/ou tensão em condições apropriadas e controladas, promovendo alterações dinâmicas quanto ao aumento da espessura das fibras gengivais livres. A compreensão inicial é compensada pela reabsorção óssea alveolar interna, enquanto que o estiramento do ligamento é balanceado pela deposição óssea. O ligamento



periodontal transmite a pressão ou tensão e, por tal motivo, é essencial para a movimentação dentária (SHIRAZI *et al.*, 2001).

Segundo Consolaro (2002), o ligamento periodontal desempenha um papel fundamental para que o processo de movimentação dentária ocorra. Assim, durante o movimento dentário inicial, as células do ligamento periodontal são comprimidas e o fluido extracelular do periodonto é extravasado para os espaços medulares (SHIRAZI *et al.* 2002; KOHNO *et al.* 2003). A compressão promovida pelo edema intersticial induz estímulos geradores de inflamação local, favorecendo o surgimento de um microambiente susceptível à reabsorção óssea. Melsen (2001) complementa que a reabsorção óssea direta ou indireta é percebida como uma reação tecidual à força aplicada. Em contrapartida, na face oposta a força de tração, onde existe distensão do ligamento, o estímulo mecânico induzi a diferenciação de células mesenquimais em osteoblastos e fibroblastos (FERREIRA, 2002). Tais modificações fisiomorfológicas locais irão permitir que os osteoclastos e os osteoblastos iniciem o processo de remodelação óssea, com aposição no lado onde há tração e reabsorção na face em compressão (SILVEIRA *et al.*, 2006).

Embora existam muitos estudos discutindo o processo fisiopatológico decorrentes da movimentação dentária, são escassos os trabalhos focados na descrição histológica minuciosa dos eventos morfológicos que ocorrem no ligamento periodontal durante este procedimento clínico. Desta forma o objetivo deste estudo foi analisar as alterações histomorfológicas do periodonto de inserção durante a movimentação dentária induzida em modelo roedor.

## **2 METODOLOGIA**

O projeto de pesquisa foi submetido à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Tiradentes- UNIT e aprovado sob protocolo nº 341208 (anexo 1). Ademais, foi utilizado o método experimental, com todos os procedimentos, obedecendo às recomendações éticas e legais especificadas para a experiência animal (CANADIAN COUNCIL ON ANIMAL CARE, 1980; COLÉGIO BRASILEIRO DE EXPERIMENTAÇÃO ANIMAL, 1991).

Para a realização desta pesquisa, foram utilizados 15 ratos saudáveis da espécie *Rattus norvegicus*, machos *Wistar*, adultos jovens e com peso variando entre 250g e 300g, obtidos no Biotério da Universidade Tiradentes - UNIT.

A amostra foi dividida em 3 grupos de 5 animais cada, considerando o tempo experimental de sete (G1), 13 (G2) e 19 (G3) dias após a instalação do aparelho para realização do sacrifício e posterior estudo histológico.

Os animais foram sedados com o THIOPIENTAL (1mL/25mg) via intraperitoneal e, em seguida, colocado em uma mesa de contenção, tendo os incisivos centrais superiores e inferiores fixados de modo a permitir o acesso à cavidade oral do animal.

Um modelo de aparelho desenvolvido por King *et al.* (1991), com modificações sugeridas por Sobral (1999), foi instalado no arco dentário superior de cada animal. O sistema de forças aplicado, composto de duas seções de fio de amarelo 0,010" (Morelli®), foi fixado em ambas as extremidades de uma mola de níquel-titânio (Reflex® Closed Coil Spring, light, 150g, 3mm, TP Orthodontics, Inc.) e, com o auxílio de uma pinça Mathiew, um dos lados do conjunto (mola e fios de amarelo) foi adaptado na região cervical do primeiro molar superior esquerdo, passando abaixo da ameia distal e trançado o fio ao redor do dente.

Com o objetivo de obter retenção, foi realizada uma perfuração entre incisivos, próxima à papila interdental, com o auxílio de uma broca esférica nº 2 (KG Sorensen®), montada em peça reta (Dabi Atlante®) adaptada a um motor elétrico BLM 600 (Driller®). Através desse orifício, foi fixada com resina fotopolimerizável (Fill Magic Ortodôntico com Flúor®, Vigodent) a outra extremidade do conjunto (mola e fios de amarelo), utilizando um dinamômetro de precisão (25-250 dial type- HALDA®) para garantir a força aplicada para movimentação dentária em 40g/F.

Os incisivos inferiores foram desgastados com uma ponta diamantada tipo roda nº 3053 (KG Sorensen®) para evitar danos ao aparelho durante o experimento. Com o objetivo de eliminar fatores mecânicos, como a força mastigatória, que poderiam impedir a movimentação mesial do primeiro molar

superior esquerdo, foram extraídos os antagonistas correspondentes utilizando-se uma pinça mosquito (Golgram®) (Figura 1).

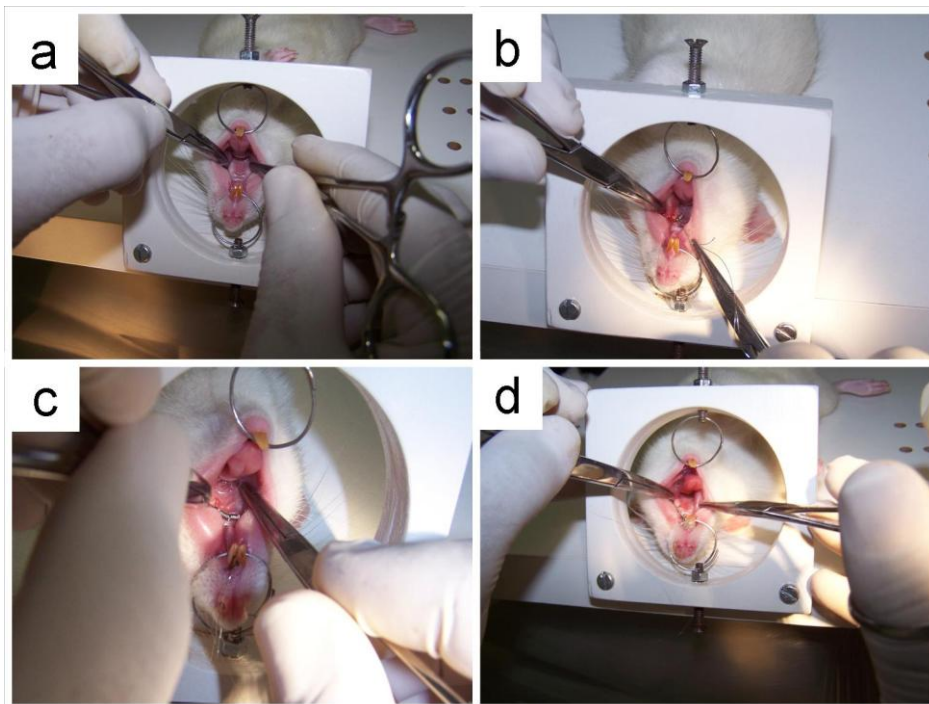


Figura 1. (a) Exposição da arcada dentária imediatamente antes da instalação da mola ortodôntica. (b) Realização do amarrilho no primeiro molar a ser tracionado. (c) Instalação e fixação da mola ortodôntica. (d) Sistema de movimentação ortodôntico devidamente instalado.

Os animais foram mantidos no laboratório de experimentação animal da Universidade Tiradentes, em gaiolas coletivas contendo no máximo cinco animais cada, em condições ideais de higiene, temperatura e iluminação. A alimentação foi constituída de água *ad libitum* e ração apropriada (Purina Labina- Ratos®), triturada por um processador de alimentos, a fim de evitar danos à aparelhagem ortodôntica durante a mastigação.

Seguindo o tempo experimental determinado, os animais foram sacrificados em câmara de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), segundo preconizado pelo COBEA (Colégio Brasileiro de Experimentação Animal). Após isso, o aparelho ortodôntico foi removido com alicate de corte de fio de amarrilho (900-753), da 3M-Unitek® e os ossos maxilares dissecados e osteotomizados para obtenção de secções teciduais das regiões dos primeiros molares superiores do lado esquerdo, englobando estruturas periodontais e dentárias (Figura 2).

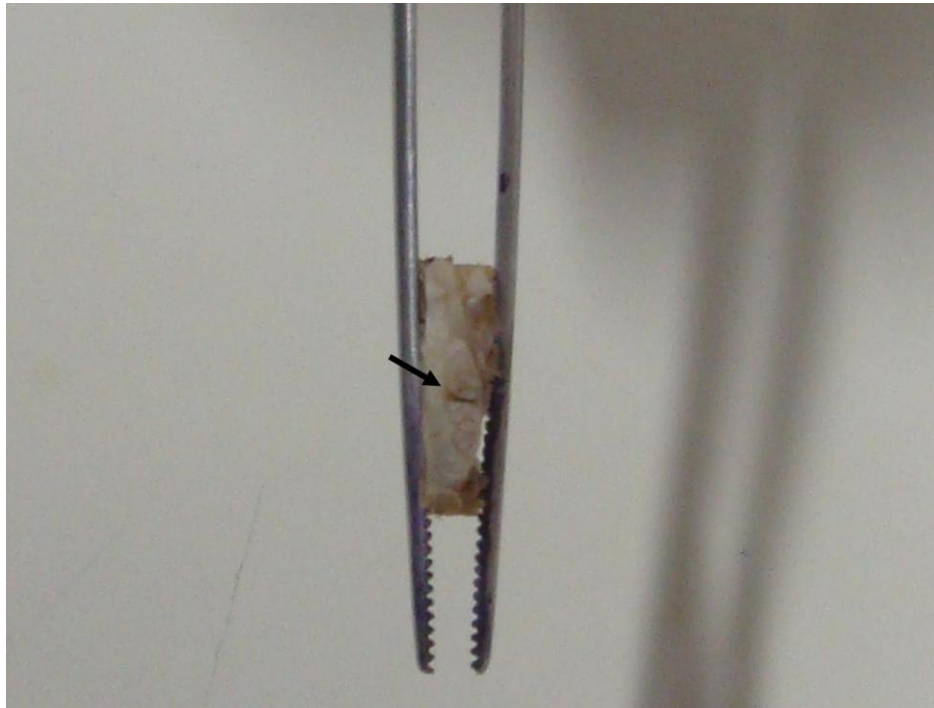


Figura 2. Material descalcificado, cortado para inclusão em parafina. Observar o diastema entre molares (seta) provocado pela movimentação do primeiro molar.

As peças foram imersas em solução de formol a 10%, para fixação, por 24 h. Após este período, foram descalcificadas, por mais 48 h, em solução contendo ácido fórmico a 5%. Realizada a descalcificação, as peças eram incluídas em parafina. Cortes sagitais seriados (n=3) de 5 $\mu$ m, com distância interseccional de 15  $\mu$ m, coradas em hematoxilina/eosina (HE) e analisadas em microscopia de luz (Olympus<sup>®</sup>, modelo CX31).

A leitura das secções histológicas foi realizada por dois observadores, previamente calibrados, com as seguintes resoluções: 10 NF x 3.2, para visualização panorâmica do preparo histológico; 10NFx20, para identificação e visualização dos tecidos do periodonto de sustentação e 10NF x 40, para identificação das células e demais estruturas teciduais. Os cortes foram fotomicrografados por meio de sistema Digitação Color Câmera CX 7070 (zoom 7.1 MPIXEL, Olympus<sup>®</sup>), acoplado ao microscópio utilizado.

Foi realizada uma descrição histomorfológica das seguintes: dilatação/compressão vascular; inflamação; hialinização; atividade osteoclástica; atividade osteoblastica, colágenização e reabsorção radicular. Foram avaliadas as áreas de pressão e tensão do ligamento periodontal na

região da raiz mesial, distal e zona de furca do primeiro molar superior esquerdo.

### 3 RESULTADO

A análise das secções histológicas longitudinais permitiu a visualização de toda a extensão do ligamento periodontal nas áreas de tração e pressão, tanto da raiz distal quanto da mesial, bem como do osso alveolar periférico e crista interdental (Figura 3).



Figura 3. Visão panorâmica das secções histológicas (7 dias) indicando as raízes distal (rd) e mesial (rm). Notar a visualização do ligamento periodontal em sua completude nas áreas de tração (tr) e pressão (pr), assim como a crista interdental (Cid). Observar ainda o periodonto de proteção (PP) representado pelo tecido gengival (HE, 100x).

#### 7 dias

A área de pressão apresentou áreas de reabsorção óssea, com moderada perda da crista óssea alveolar. A atividade osteoclástica foi mais expressiva na região cervical que na apical. Além disso, o osso alveolar esteve constituído por tecido ósseo imaturo, o que caracterizou intensa e concomitante atividade osteoblástica e osteoclástica. O ligamento periodontal, principalmente na região apical, apresentou-se estreitado, promovendo compressão de vasos

sanguíneos e fibras periodontais, com moderada infiltração linfocítica. A gengiva livre exibia difuso infiltrado de células inflamatórias mononucleares na lâmina própria e encontrava-se revestida por epitélio pavimentoso estratificado queratinizado com presença de discreta acantose e exocitose. Na área de tração, observaram-se panoramas histológicos característicos em ambas as raízes mesiais e distais. As áreas de tração exibiram infiltração inflamatória apenas discreta, predominantemente linfocítica, com distensão clara das fibras periodontais horizontais e oblíquas, e vasos capilares apresentando moderado grau de dilatação e congestão. Observou-se, ainda, arredondamento da superfície da crista óssea, e alargamento dos espaços medulares (Figura 4).

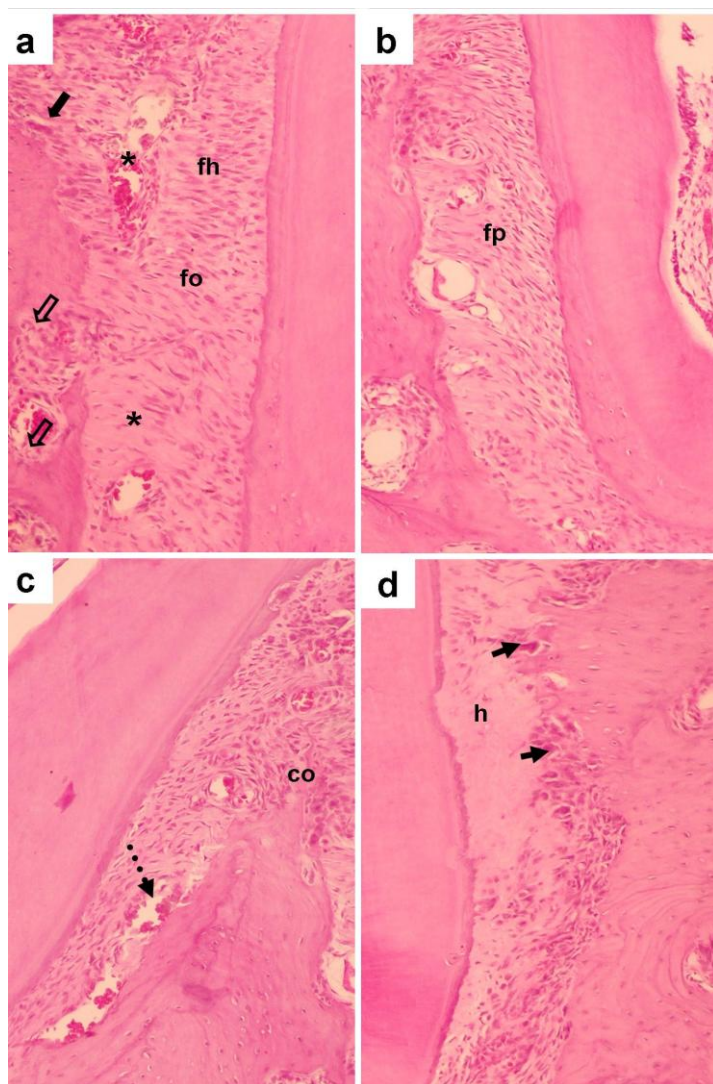


Figura 4. Sete dias. (a) Área de tração do ligamento periodontal (raiz distal). Distensão das fibras horizontais (fh) e oblíquas (fo). Discreta infiltração linfocítica e hiperemia moderada (\*). Crista óssea com superfície levemente arredondada (seta fechada) e espaços medulares alargados (setas abertas) do osso alveolar traicionado. (b) Área de tração do ligamento periodontal (raiz mesial). Fibras periodontais levemente distendidas (fp). (c) Área de pressão. Espaço periodontal comprimido, com discretos focos de reabsorção (seta pontilhada) da crista óssea interdental claramente afunilada (co) (d) Área de pressão. Intensa hialinização do ligamento periodontal adjacente a superfície cementária (h), e proeminente atividade reabsortiva na superfície óssea mesial (setas) (HE, 400x).

13 dias

Na área de pressão, as paredes alveolares exibiram áreas de reabsorção e formação óssea ativas, persistindo a sincronia das atividades osteoclástica e osteoblástica. Contudo, as lacunas de reabsorção foram mais expressivas na região cervical que na apical. Em dois animais verificou-se a presença de focos de atividade reabsortiva na superfície cementária. A reação inflamatória se mostrou discreta na região mais apical e moderada na cervical, sendo predominantemente composta por linfócitos e plasmócitos. Na área de tração, evidenciou-se hiperemia capilar e distensão de fibras colágenas periodontais, resultando em espessamento do ligamento, levemente mais acentuado na região cervical que na apical. O tecido gengival exibiu discreta infiltração de linfócitos e histiócitos (Figura 5)

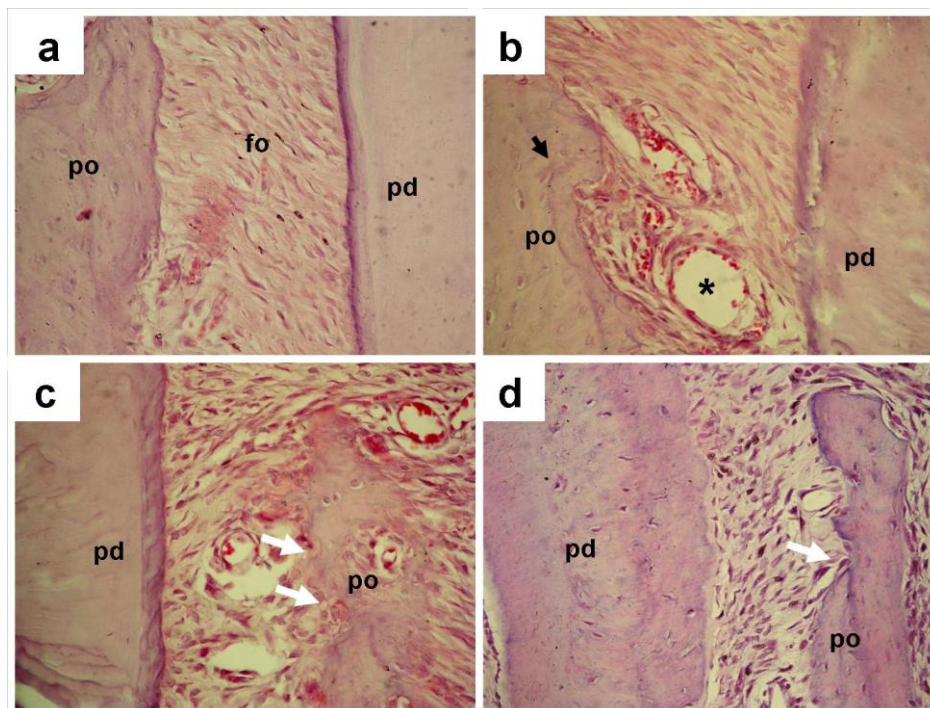


Figura 5. Treze dias. (a) Área de tração (raiz distal) exibindo patente distensão de fibras periodontais oblíquas (fo) entre a parede óssea (po) e dental (pd). (b) área de tração (raiz mesial). Intensa hiperemia (\*) no ligamento periodontal distendido. Observar linhas de reversão óssea (seta negra) indicando atividade osteoformativa intermitente. (c) e (d) Área de pressão nas raízes distal e mesial, respectivamente, apresentando lacunas reabsortivas proeminentes (setas brancas) na região cervical do ligamento periodontal comprimido (HE, 400x).

19 dias

Na área de pressão, as paredes ósseas se apresentaram íntegras, com patente atividade osteoblástica, e com a lâmina dura exibindo discretas linhas de reversão. A crista óssea exibiu aspecto afunilado e com reabsorção vertical, compatível com formação de bolsa periodontal. O ligamento periodontal exibiu homogeneidade na sua espessura, e discreta infiltração de células mononucleares (linfócitos e plasmócitos ocasionais). O tecido gengival mostrou hiperplasia epitelial, e moderada infiltração linfoplasmocitária. A área de tração apresentou ligamento com espessura homogênea, com ocasionais linfócitos e histiócitos, e vasos sanguíneos levemente dilatados em toda sua extensão. O tecido gengival mostrou discreta reação inflamatória linfoplasmocitária (Figura 6).

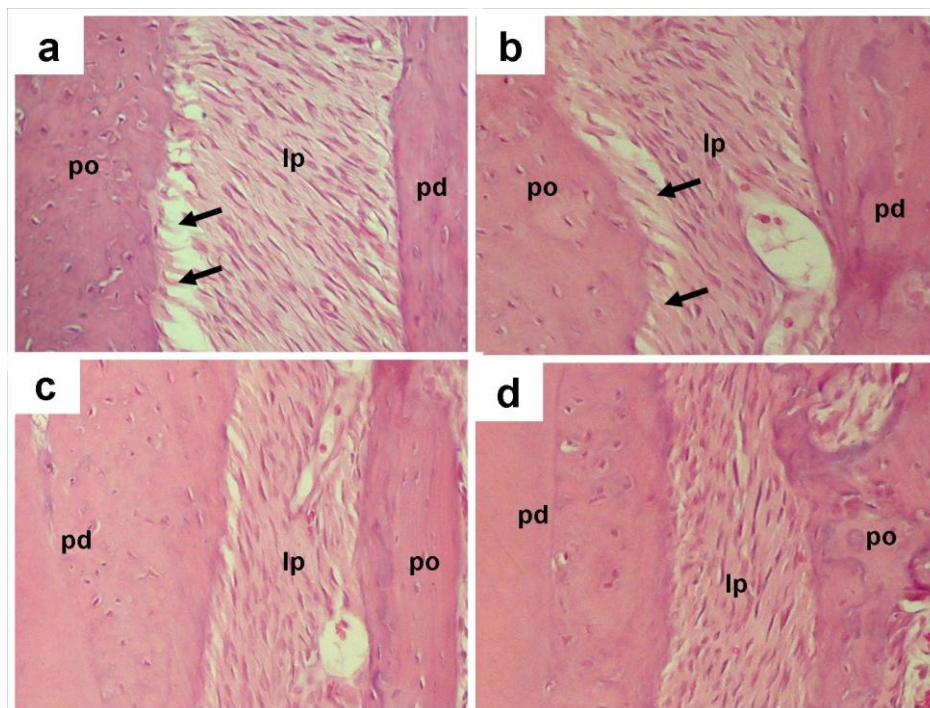


Figura 6. Dezenove dias. (a) Área de tração na raiz distal e (b) na raiz distal exibindo ligamento periodontal (lp) levemente distendido entre as paredes óssea (po) e dental (pd). Notar homogeneidade das fibras e atividade osteoformativa óssea (setas). (c) Área de pressão na raiz distal e (d) mesial apresentando ligamento periodontal discretamente comprimido, particularmente nas regiões cervicais, associado a escassa infiltração linfocitária (HE, 400x).



## 4 DISCUSSÃO

Em razão da grande dificuldade quanto à obtenção de material para pesquisa em seres humanos, muitos trabalhos sobre movimentação ortodôntica têm sido realizados em animais experimentais, uma vez que estes possuem uma reação tecidual básica semelhante àquela verificada em humanos (GIMENEZ *et al.*, 2007).

Atualmente, a grande maioria dos estudos enfocando o processo fisiopatológico envolvido na dinâmica da movimentação ortodôntica em animais, tem utilizado o rato como modelo experimental. As razões que determinam esta escolha parecem estar essencialmente relacionadas ao fato de que, apesar da maior velocidade do metabolismo destes animais em relação aos humanos, os eventos biológicos e fisiopatológicos que se desencadeiam no ligamento periodontal simularem àqueles evidenciados em humanos (MEIKLE, 2006; REN *et al.*, 2004). Sendo assim o modelo experimental em roedores mostrou-se satisfatório para a realização deste trabalho.

Para a realização da movimentação dentária neste experimento, foi utilizado um modelo de aparelho desenvolvido por King *et al.* (1991), com modificações sugeridas por Sobral (1999), e o mesmo instalado no arco dentário superior dos animais. A força inicial incorporada à mola foi de 40g/F, de forma contínua, de acordo com estudos anteriores (PINHEIRO, 2006; Pinho, 2007; HABIB, 2008). Conforme preconizado por vários estudos previamente relatados na literatura (GOLDIE; KING (1984), BRUDVIK; RYGH (1993), VASCONCELO (1996), PEREIRA (2000), COSTA, (2004) optou-se pela não reativação durante o período experimental. Pretendeu-se, com essa manobra, evidenciar a dinâmica das alterações histomorfológicas durante o processo de movimentação até o momento da dissipação das forças ortodônticas.

Foram utilizados os incisivos superiores como ancoragem para o movimento dentário, levando em consideração o tamanho da raiz destas unidades e o aspecto de irrupção contínua que os mesmos apresentam (HABIB, 2008). A escolha deste modelo de estudo ocorreu por sua semelhança aos aparelhos fixos utilizados normalmente nas clínicas ortodônticas para correção das má-oclusões.

A escolha dos tempos de eutanásia foi embasada no estudo de Hiraoka (2007) e Habib (2008), posto que, nestes períodos, as modificações periodontais parecem equivaler àquelas evidenciadas em aproximadamente três, cinco e nove meses de tratamento ortodôntico em seres humanos.

O processo de movimentação dentária induzida por dispositivos ortodônticos é um fenômeno intrinsecamente associado à capacidade das células periodontais em responderem a estímulos mecânicos (MISAWA-KAGEYAMA *et al.*, 2007). Tais estímulos promovem alterações teciduais que, em conjunto com a ativação de mediadores químicos, como citocinas e prostaglandinas, sintetizadas e secretadas por células locais, determinam as variações no equilíbrio entre neoformação e reabsorção do osso alveolar verificados durante a remodelação óssea (TAWEECHAISUPAPONG *et al.*, 2005; SILVEIRA, 2006; MERMUT *et al.*, 2007).

Tem sido demonstrado que a aplicação de forças ortodônticas com a finalidade de induzir movimentação dentária em modelos experimentais promove distensão e alargamento das fibras periodontais nas áreas de tração e estreitamento marcante do ligamento periodontal, e conseqüente desorganização do padrão fascicular dos feixes de colágeno, nas áreas de pressão (KOHNO *et al.*, 2003; SILVEIRA *et al.*, 2006). Os achados evidenciados no presente estudo corroboram, portanto, a literatura. Além disso, assim como verificado neste experimento, Silveira *et al.* (2006) observou a redução gradativa da magnitude das alterações morfológicas das fibras periodontais em ambos os lados ao longo do experimento, o que sugere que tais modificações histo-arquiteturais são reversíveis e que se adaptam à medida que o dente se movimenta mesialmente.

Entre os achados histológicos mais freqüentes na área de tração, figuravam a dilatação vascular e atividade neoformativa óssea. Vários estudos previamente relatados na literatura também evidenciaram achados semelhantes (KOHNO *et al.*, 2003; SILVEIRA *et al.*, 2006), mas pouco é descrito sobre os mecanismos biológicos envolvidos na ativação osteoblástica mecanicamente induzida.

Kohno *et al* (2003) verificaram que, durante a movimentação ortodôntica, células do ligamento periodontal são comprimidas no lado pressão e os feixes de fibras são substituídos por novos elementos fibrosos. Neste sentido, estudos já demonstraram que a dilatação vascular evidenciada nas áreas de tração do ligamento periodontal submetido à tracionamento ortodôntico é uma fator de extrema relevância para determinar o aumento na síntese protéica dependente de oxigênio por células estáveis do tecido mesenquimais do conjuntivo, como fibroblastos (RYGH, 1996). Desta forma, o aumento do metabolismo fibroblástico conduziria a um maior *turn over* (relação entre degradação e nova síntese) do colágeno, favorecendo a adaptação das fibras periodontais a medida que ocorre a migração mesial do dente.

As fibras colágenas se ligam aos osteoblastos presentes através de proteínas transmembrana denominadas de integrinas. Estas proteínas se conectam ao citoesqueleto celular por meio de microtúbulos, filamentos protéicos de tubulina polimerizada fisicamente associados a enzimas da via glicolítica (WALSH *et al*, 1989). Foi demonstrado que a distensão mecânica de microtúbulos leva a despolimerização da tubulina e conseqüente ativação das enzimas da via glicolítica, elevando subitamente o metabolismo celular (LLOYD, CRHISTOPHER, 1999). A aposição óssea ocorreria pela ação dos osteoblastos, na área de tensão (GOTZ *et al.*, 2006). Desta forma, é possível sugerir que o tracionamento ortodôntico do ligamento periodontal poderia induzir neoformação óssea em resposta a elevação do metabolismo dos osteoblastos presentes na parede óssea alveolar. No entanto, apesar desta parecer uma teoria plenamente aceitável, estudos posteriores são necessários para elucidar com clareza o mecanismo preciso que venha justificar a neoformação óssea decorrente da movimentação dentária.

Outro achado relevante na área de tração foi a escassez de infiltração inflamatória. Assim, como observado por Silveira *et al* (2006), este fato parece sugerir que a força mecânica transformada em tração não seria suficiente para induzir lesão tissular grave, como morte celular ou rompimento vascular, fenômenos que deflagrariam uma resposta inflamatória de maior magnitude.

Nas áreas de pressão, a compressão vascular e o estreitamento do ligamento periodontal com desorganização das fibras colágenas, em associação com a reação inflamatória moderada e reabsorção óssea foram os achados morfológicos mais expressivos, corroborando relatos prévios de Melsen (2001) e Silveira *et al* (2006).

A compressão vascular evidenciada nas áreas de pressão parece ter sido um fator preponderante para indução de uma resposta inflamatória de maior magnitude que nas áreas de tração. Já foi relatado que a redução substancial da luz dos vasos por compressão é capaz de promover quadros transitórios de hipóxia tissular que podem levar a lesão celular irreversível e consequente necrose coagulativa de células circunvizinhas. Em resposta a liberação no meio externo de constituintes celulares necróticos, desenvolver-se-ia uma reação inflamatória (BOGLIOLO, BRASILEIRO FILHO, 2006).

Por outro lado, a ativação de leucócitos envolvidos na dinâmica da inflamação periodontal tem íntima relação com a formação das lacunas reabsortivas evidenciadas nas áreas de pressão. Assim, a liberação em massa de fator de crescimento estimulador de colônias para granulócitos e monócitos (GM-CSF) por neutrófilos e macrófagos, bem como de outros mediadores químicos como as prostaglandinas E2 (PGE2), interleucina 1 (IL-1) no sítio de flogose, parece estar envolvida no processo de recrutamento e diferenciação de osteoclastos no ligamento periodontal (RODY *et al*, 2001).

No presente estudo, observou-se pico de atividade osteoclástica entre 7 e 13 dias. Contudo, relatos prévios de Reitan *et al* (1971), King *et al* (1994) e Rody *et al* (2001) indicam a ocorrência de maior atividade osteorreabsortiva em fases iniciais da movimentação, particularmente entre três a oito dias após aplicação de força. A justificativa para este aparente paradoxo poderia residir na teoria proposta por Ren *et al* (2002), que consideram que o recrutamento ou diferenciação de osteoclastos varia de acordo com a magnitude de força aplicada, bem como com as características individuais do modelo experimental utilizado.

Adicionalmente, é válido ressaltar que a interpretação dos achados de evidência de atividade osteoclástica em períodos mais longos, sem contudo

promover intensificação da resposta inflamatória, parece sugerir uma ação, e consequente dissipação, mais homogênea da força ao longo do tempo, reduzindo a magnitude dos eventos fisiopatológicos que poderiam culminar em movimentação dentária iatrogênica desuniforme, reabsorção radicular e reabsorção minante indevida.

Outro achado observado nas áreas de pressão foi a formação de zonas hialinas ligamento periodontal. O mecanismo exato de indução de hialinização ainda é pouco compreendido. Proffit (2002) teoriza que a aplicação de forças com intensidade suficiente para ocluir totalmente os vasos e interromper o suprimento sangüíneo, promoveria necrose estéril na área. Assim, em razão da aparência histológica acelular, essa região avascular se expressaria morfológicamente como uma zona de tecido hialinizado. Adicionalmente, estudos conduzidos por Von Böhl, Kuijpers-Jagtman (2009) indicam que o aspecto hialinizado resultaria do aumento no número de pontes de enxofre entre as moléculas de colágeno e desarranjo morfo-estrutural das moléculas, com perda de seu arranjo em feixes.

Consolaro (2002) afirma que a quantidade de hialinização observada no ligamento periodontal depende diretamente do grau de hipóxia gerado, o qual, por sua vez, é dependente da magnitude da força aplicada. Melo, Oliveira (2008), por sua vez, comentam que o desarranjo estrutural das proteínas associadas as zonas de hialinização parece alterar ritmo do *turn over* das fibras, levando a acúmulos de depósitos protéicos de colágeno I e III irregulares e amorfos, o que, por conseqüência, retardaria a movimentação dentária.

Apesar de a hialinização ser um achado desfavorável à dinâmica da movimentação dentária, este achado morfológico tem sido descrito por muitos dos autores (SILVEIRA et al, 2006; MELO, OLIVEIRA, 2008; VON BÖHL, KUIJPERS-JAGTMAN, 2009). No entanto, merece ser destacado que, no presente estudo, zonas de hianização foram evidenciadas apenas no sétimo dia, o que parece suportar a idéia de que a força aplicada neste modelo experimental não foi excessiva.

De especial interesse foi a observação de focos de reabsorção cementária na área de pressão no sétimo dia em um dos espécimes.

Indiscutivelmente, a atividade cementoclástica representa um achado desfavorável, podendo ser um indicativo precoce de reabsorção radicular iatrogênica futura (HIRAOKA, 2007). Parece ser consensual que a aplicação de forças excessivas funcionariam como um fator etiológico relevante para a indução de reabsorções (COSTA, 2004; REAL *et al*, 2009). No entanto, conquanto apenas um espécime exibiu este tipo de achado morfológico, a idéia de força excessiva parece não ser aplicável para a interpretação deste evento. Viecilli *et al* (2009) sugeriram que a expressão de genes como o CP23 poderiam determinar maior ou menor susceptibilidade a reabsorção cementária. No entanto, embora influências biogenéticas possam vir representar variáveis espúrias associadas a reabsorção da superfície cementária vista neste estudo, investigações futuras utilizando métodos de biologia molecular são necessárias a fim de esclarecer este tópico à contento.

Durante os períodos de 7 e 13 dias, o periodonto de proteção exibiu infiltração inflamatória crônica de intensidade variável. Achados similares foram descritos por Kohno *et al* (2003) e Silveira *et al* (2006) e parecem ter relação com a reorganização do tecido periodontal do dente em movimento. No entanto, uma vez que o fio de amarrilho está ancorado em íntimo contato com o tecido gengival, a possibilidade de reação inflamatória secundária ao acúmulo de biofilme não pode ser descartada.

#### **4 CONCLUSÃO**

A análise dos resultados obtidos no presente estudo indica que os tecidos de sustentação dos dentes submetidos à aplicação de força ortodôntica revelou importantes modificações histomorfológicas no ligamento periodontal e no osso alveolar. De acordo com as observações realizadas, os fenômenos osteoformativos predominaram na área de tração e os eventos osteorreabsortivos e inflamatórios nas áreas de pressão. Além disso, as alterações histomorfológicas foram mais expressivas no sétimo dia e quase inconspícuas no décimo nono, sugerindo que a dinâmica de modificações teciduais evidenciadas histologicamente é proporcional a magnitude da força exercida no dente.

## **SOBRE OS AUTORES**

Renata Oliveira de Labio é graduanda do curso de Odontologia da Universidade Tiradentes, Bolsista do PROBIC na UNIT – renata\_de\_labio@hotmail.com.

Ismário Silva Meneses é graduando do curso de Odontologia da Universidade Tiradentes Bolsista do PIBIC – ismariok@hotmail.com.

Luiz Guilherme Martins Maia é graduação em Odontologia pela Universidade de Marília (1996), especializou-se em Ortodontia e Ortopedia Facial pela APCD/EAP-UNESP Araraquara e Mestrado em Ciências Odontológicas (Área de concentração Ortodontia) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Professor da Disciplina de Ortodontia e Estágio Clínico Infantil da Universidade Tiradentes/SE. Também é Prof. coordenador do Curso de Especialização em Ortodontia da Universidade Tiradentes/SE – orthomaia2003@yahoo.com.br.

Suzane Rodrigues Jacinto Gonçalves. é Ortodontista pela ABO/SE, Odontopediatra pela UNICAMP/SP, Mestre e Doutora em Fisiologia Oral-UNICAMP/SE, Professora de Estágio Infantil I e II do Curso de Odontologia da Universidade Tiradentes - suzaneodontopediatria@hotmail.com.

Ricardo Luiz Cavalcanti de Albuquerque Junior é graduação em Odontologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte, mestrado em Patologia Oral pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte e doutorado em Patologia Oral pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Atualmente é pesquisador do Instituto de Tecnologia e Pesquisa (Aracaju/SE), além de professor titular de Diagnóstico Estomatológico integrado do Curso de Odontologia e professor permanente do Programa de Pós-Graduação em Saúde e Ambiente, ambos da Universidade Tiradentes (Aracaju/SE) – ricardo\_luiz@itp.org.br.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Bogliolo L, Brasileiro Filho G. **Boliolo Patologia**. 7ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.1328p.

Brudvik P.; Rygh P. Non-clasr cells start othodontic root resorption in the periphery of hyalinizer zones. **Eurp J Orthod**, v.15, n.6, p.467-80, 1993.

Consolaro, A. Movimentação dentária induzida: biologica aplicada à prática clinica. In: Consolaro A. **Reabsorção Dentárias nas Especialidades Clínicas** Maringá:Dental Press, 2002.

Costa AR., **Análise microscópica dos fenômenos teciduais da movimentação dentária induzida em ratos no período de um a sete dias.**Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, Bauru 2004.

Duarte, CA et al. Alterações periodontais em pacientes diabéticos. **Odontol. Paulista**, São Paulo, v. 2, p. 11-14, 1984.

Ferreira, ANS. **Ação do laser terapêutico de Arseneto de Gálio e Alumínio (GaAIAS) na indução da dentinogênese reacional em dentes humanos.** Disertação de mestrado apresentada no programa de Pós- Graduação em Bioengenharia. 2002

Gimenez CMM.; Murad L.; Meireles BR.; Arantes FM.; Junqueira JLC.; Santos ECA. Principais alterações sistêmicas relacionadas com a movimentação dentária induzida **RGO**, v. 55, n.2, p. 191-195, 2007.

Goldie RS.; King GJ. Root resorption and tooth movement in orthodontically treated, calcium-deficient, and lactating rats. **Am J Orthod**, v.85, n.5, p.424-30, 1984.

Götz S.,etal.Insulin-like growth factor system components in the periodontium during tooth root resorption and early repair processes in the rat. **Eur J Oral Sci**, v. 114, n.4, p.318-327, 2006.

Habib, FAL, **Alterações Teciduais Decorrentes da Fotobiomodulação Laser no Movimento Dentária Induzido em Ratos**, Tese (Pós-Graduação) – Universidade Federal da Paraíba e Universidade Federal da Bahia, Salvador 2008

Hiraoka CM., **Estudo das alterações dos tecidos periodontais durante a movimentação ortodôntica em ratos diabéticos.** Tese (Mestrado) - Faculdade de Odontologia da Universidade Paulista UNIP, São Paulo 2007.

King GJ et al. Measuring dental drift and orthodontic tooth movement in response to various initial forces in adult rats. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**,v. 99, n.5, p 456-465,1991.

King GJ.; Keeling SD.; Wronski TJ. Histomorphometric study of alveolar bone turnover in orthodontic tooth movement. **Bone**. v.12 n.6: p.401-9, 1994.



Kohno S.; Kaku M.; Tsutsui K; Motokawa M.; Ohtani J. ; Tenjo K. et al. Expression of vascular endothelial growth factor and the effects on bone remodeling during experimental tooth movement. **J Dent Res.** v.82, n.3, p.177-82, 2003.

Lloyd PG, Christopher DH. Role of microtubules in the regulation of metabolism in isolated cerebral microvessels. **Am J Physiol Cell Physiol** 277: C1250-C1262, 1999.

Meikle,MC The tissue cellular, and molecular regulation of orthodontic tooth movement: 100 years after Carl Sandstedt. **Eur J Orthod**, v. 28, p. 221-240, 2006.

Melsen B. Tissue reaction to orthodontic tooth movement: a new paradigm. **Eur J Orthod.** v.23, n.6, p.671-81, 2001.

Melo PM, Oliveira RAC. Avaliação clínica e radiográfica da influência do fenobarbital (Gardenal®) na movimentação ortodôntica: estudo em coelhos. **Rev Dent Press Ortodon Ortop Facial.**; 13(1): 34-42, 2008.

Mermut S. et al. Effects of Interferon-Gamma on bone remodeling during experimental tooth movement. **Angle Orthod**, v. 77, n. 1, p. 135-141, 2007.

Misawa- Kageyama, Y. et al. Histomorphometric study on the effects of age on orthodontic tooth movement and alveolar bone turnover in rats. **Eur J Oral Sci**, v.115,n.2, p. 124-130, 2007.

Pereira AAC. **Influência da ovariectomia a movimentação dentária induzida: avaliação microscópica.** 127p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, Bauru 2000.

Pinheiro, AMT. **Avaliação dos efeitos do clodronato na movimentação dentária e reabsorção radicular em *Rattus norvegicus*.** Dissertação (Especialização de ortodontia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia, 2006.

Pinho, CB. **Influência do cloreto de gadolínio no periodonto de inserção de *Rattus norvegicus* submetidos a movimentação ortodôntica.** Dissertação (Especialização em Ortodontia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia, 2007.

Proffit, WR.; Fields Júnior, HW. **Ortodontia Contemporânea.** Rio de Janeiro; **Granabara Koogan, 3ª ed., cap.9 : As bases biológicas da terapia ortodôntica, 2002.**

Real, LASV; Ramos, AL; Zanoni, J. N. **R Dental Press Ortodon Ortop Facial** Maringá, 14(1), 124-131, 2009.

Reitan K.; Kvam E. Comparative behavior of human and animal tissue during experimental tooth movement. **Angle Orthod.** v.41 n.1, p.1-14, 1971.

Ren Y.; Maltha JC.; Van't Hof MA.; Von Den Hoff JW.; Kuijpers-Jagtman AM.; Zhang D. Cytokine levels in crevicular fluid are less responsive to orthodontic force in adults than in juveniles. **J Clin Periodontol.** v. 29, n.8, p.757-62, 2002.

Ren, Y;Maltha, JC; Kuijpers-Jagtman,AM. The rat as a model for orthodontic tooth movement – a critical review and a proposed solution. **Eur J Orthod,** v.26, p. 483-490, 2004.

Rody JR.W;King G.; Gu, G. Osteoclast recruitment to sites of compression in orthodontic tooth movement. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.** v.120, n.5, p.477-89, 2001

Rygh P. Ultrastructural changes in tension zones of rat molar periodontium incident to orthodontic tooth movement. **Am J Orthod Dentofacial Orthop.**;70(3): 269-81, 1996.

Shirazi M, Nilforoushan D, Alghasi H, Dehpour AR. The role of nitric oxide in orthodontic tooth movement in rats. **Angle Orthod.** v.72, n.3, p.211-5, 2002.

Silveira, D. et al. Alterações periodontais durante a movimentação dentária induzida em ratos. **Revista Odonto Ciência.** 21(54), 332-337, 2006.

Sobral, MC.**Avaliação do movimento dentário em coelhos com osteoporose induzida por corticosteróides.**Tese para obtenção do título de Mestre em Odontologia- Ortodontia.Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 1999.

Vasconcelos MHF. **Análise morfológica comparative do periodonto de sustentação submetido a forçasbiologicamente excessivas,em ratas adultas sem e sob o uso de anticoncepcionais e ratas prenhes.** Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, Bauru 1996.

Viecilli RF et al. Comparison of dentoalveolar morphology in WT and P2X7 mice for the development of biochemical orthodontic models. **Anat Rec.** v.292, n.2, p. 292-298, 2009.

Von Böhl M, Kuijpers-Jagtman AM.Hyalinization during orthodontic tooth movement: a systematic review on tissue reactions. **Eur J Orthod.**;31(1): 30-6, 2009.

Walsh JL, Keith TJ, Knull HR. Glycolytic enzyme interactions with tubulin and microtubules. **Biochim. Biophys. Acta** 999: 64-70, 1989.

