

# ALTERAÇÕES PERIODONTAIS DURANTE A MOVIMENTAÇÃO DENTÁRIA INDUZIDA EM RATOS

*PERIODONTAL ALTERATIONS DURING INDUCED DENTAL MOVEMENT IN RATS*

---

Silveira, Daniel\*  
Franco, Fernanda\*\*  
Nascimento, Ivana\*\*\*  
Salomão, Milene\*\*\*\*  
Araújo, Telma\*\*\*\*\*

---

---

## RESUMO

Durante a aplicação de uma força constante e leve, eventos mecânicos e bioquímicos se sucedem, resultando na movimentação dentária. O deslocamento dentário inicial, ainda nos limites da largura alveolar, leva ao extravasamento do fluido do ligamento periodontal, compressão parcial dos vasos sanguíneos e distorção mecânica de fibras e células do ligamento periodontal. As alterações do fluxo sanguíneo acarretam a liberação de mediadores bioquímicos que resultam no recrutamento de osteoclastos e, conseqüentemente, na remodelação óssea. Neste trabalho, os autores se propuseram a avaliar as alterações do periodonto de inserção durante a movimentação dentária induzida em ratos. A amostra foi constituída por nove ratos, divididos em três grupos, cujos primeiros molares superiores direitos foram movimentados utilizando-se uma força de 0,5 N. Os primeiros molares superiores esquerdos desempenharam o papel do grupo controle. Os animais do grupo 1 tiveram seus dentes movimentados por três dias, os do grupo 2, por sete dias e os do grupo 3, por catorze dias. Os cortes histológicos foram corados com hematoxilina e eosina e analisados em microscopia óptica. Verificou-se, durante os primeiros dias de aplicação de força, um predomínio dos fenômenos de neoformação óssea no lado de tração e de reabsorção óssea no lado de pressão.

**UNITERMOS:** movimentação dentária; ligamento periodontal.

## SUMMARY

*During application of a Constant light force, mechanic and biochemical events follow, resulting in dental movement, early dental movement, still within the limits of the alveolar width leads to leakage of periodontal ligament fluid, partial compression of blood vessels, and mechanical distortion of fibers and periodontal ligament cells. Alterations in blood flux lead to release of biochemical mediators which result in recruitment of osteoclasts, e, and consequently, in bone remodeling. In this study, the authors proposed to evaluate alterations in the insertion periodontum during induced dental movement in rats. The sample was composed of nine rats, divided in three groups, whose right upper first molars were moved using a force of 0,5 N. the left upper first molars played the role of control group. The animals in group 1 had their teeth moved during 3 days, those in group 2, seven days and those in group 3, 14 days. Histological cuts were stained with hematoxilin and eosin and analyzed under optical microscope. We verified, during the first days of force application, a dominance of bone neoforming phenomena in the traction side and of bone reabsorption on the pressure side.*

**UNITERMS:** tooth movement; periodontal ligament.

---

\* Aluno do Curso de Especialização em Ortodontia e Ortopedia Facial da UFBA.

\*\* Mestre em Ortodontia pela UFRJ. Professora de Ortodontia da FBDC.

\*\*\* Mestre e Doutora em Imunologia pela UFBA. Professora de Imunologia da UFBA.

\*\*\*\* Especialista em Ortodontia pela ABO/BA. Mestre em Imunologia pela UFBA. Professora de Histologia da Faculdade de Odontologia da FBDC.

\*\*\*\*\* Mestre e Doutora em Ortodontia pela UFRJ. Coordenadora da Especialização em Ortodontia e Ortopedia Facial da UFBA. Professora titular de Ortodontia da UFBA. Diretora do Board Brasileiro de Ortodontia e Ortopedia Facial.

## INTRODUÇÃO

A movimentação dentária induzida é um processo biológico múltiplo, caracterizado por reações sequenciais do tecido periodontal em resposta às forças aplicadas. Os estímulos provocados geram alterações teciduais que, em conjunto com a ativação de mediadores químicos, resultam na remodelação óssea.

Shirazi et al.<sup>17</sup> (2002) e Kohno et al.<sup>6</sup> (2003) explicam que, durante o movimento dentário inicial, as células do ligamento periodontal são comprimidas e o fluido extracelular do periodonto é extravasado para os espaços medulares. Na zona de pressão, o tecido de sustentação fibroso é reconstituído através da substituição quase completa das fibras velhas por novos elementos fibrosos. Rygh<sup>15</sup> (1972) e Lew<sup>7</sup> (1989) relatam que alterações vasculares precoces como estase, isquemia, diminuição gradual de capilares, presença de trombos, completa obliteração de vasos sanguíneos e degeneração vascular também são descritas no lado de pressão do ligamento periodontal durante a movimentação ortodôntica. Contudo, Lew<sup>7</sup> (1989) e Tang<sup>19</sup> (1993) afirmam que distensão e dilatação dos vasos sanguíneos são relatadas no lado de tração do ligamento periodontal.

Segundo Consolaro<sup>2</sup> (2002), o ligamento periodontal desempenha um papel fundamental para que o processo de movimentação dentária ocorra. Sua compressão induz estímulos geradores de inflamação local, favorecendo o surgimento de um microambiente susceptível à reabsorção óssea. Melsen<sup>8</sup> (2001) complementa ao afirmar que a reabsorção óssea direta ou indireta é percebida como uma reação tecidual à força aplicada.

De acordo com Proffit<sup>10</sup> (2002), durante o tratamento ortodôntico, o osso é seletivamente removido em algumas áreas e adicionado em outras, enquanto o dente se move carregando os tecidos de sustentação. Entretanto, Stains et al.<sup>18</sup> (2005) acrescentaram que a remodelação óssea é um processo dinâmico que envolve atividades celulares coordenadas entre osteoblastos, osteócitos e osteoclastos.

Moraes et al.<sup>9</sup> (2002) explicam que as unidades de reabsorção ou osteo-remodelação são um conjunto caracterizado pelos osteoclastos, sob o comando de osteoblastos e auxiliados pelos macrófagos. Nessas unidades, ressalta-se o microambiente ácido, totalmente isolado do meio tecidual e proporcionado pela interface de borda ativa ou em escova dos osteoclastos e a superfície óssea em reabsorção.

Ferreira<sup>3</sup> (2002), por outro lado, afirma que na face oposta, onde existe distensão dos ligamentos, o estímulo promoverá a diferenciação de células mesenquimais em osteoblastos e fibroblastos. Em torno de dois dias após a aplicação da força, as modificações 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.

Segundo Proffit<sup>10</sup> (2002), a remodelação óssea pode ser explicada pela teoria da pressão-tração, na qual uma alteração no fluxo sanguíneo do ligamento periodontal é produzida pela movimentação do dente no alvéolo. A passagem de sangue diminui onde o ligamento é comprimido e é mantida ou aumentada onde é traçado, produzindo modificações locais nos níveis de oxigênio. Essas mudanças químicas, agindo diretamente, ou por estímulo da liberação de outros agentes ativos biologicamente, poderiam estimular a diferenciação e a atividade celular. Para Moraes et al.<sup>9</sup> (2002), em função do pH ácido resultante do exsudato formado durante a movimentação ortodôntica, os osteoclastos chegam ao local e instalam-se na superfície óssea promovendo sua reabsorção.

Entretanto, Proffit<sup>10</sup> (2002) explica que quando a força aplicada contra o dente é de intensidade suficiente para ocluir totalmente os vasos e interromper o suprimento sanguíneo, antes do aparecimento normal de osteoclastos, uma necrose estéril é produzida na área. Por causa da aparência histológica do desaparecimento de células, essa região avascular é tradicionalmente chamada de hialinizada. Nesse caso, a remodelação do osso próximo ao local necrótico deve ser efetuada por células derivadas de regiões adjacentes não danificadas. Como os osteoclastos iniciam um ataque imediatamente abaixo da área necrótica, esse processo é descrito com uma reabsorção solapante.

Consolaro<sup>2</sup> (1999) complementa ao explicar que a quantidade de hialinização depende do grau de hipóxia gerado, o qual, por sua vez, é dependente da quantidade de força aplicada.

Em função dos inúmeros fenômenos que ocorrem no ligamento periodontal e no osso alveolar durante a movimentação ortodôntica, os autores se propuseram a avaliar, neste trabalho, as alterações do periodonto de inserção durante a movimentação dentária induzida em ratos no período de três, sete e catorze dias.

## MATERIAL E MÉTODO

Nove ratos machos com 40-45 dias de vida da raça *Wistar*, pesando cerca de 300 g foram utilizados nesse estudo. Os animais foram divididos em três grupos com três ratos em cada. O primeiro molar superior direito de todos os animais foram movidos mesialmente por meio de um dispositivo construído a partir de um modelo proposto por Heller et al.<sup>4</sup> (1979) (Figura 1-A). Para tanto, utilizou-se uma mola fechada de níquel-titânio (*Dentaurum*) presa com fios de amarelo ao primeiro molar e ao incisivo superior do mesmo lado (Figura 1-B). Uma força de 0,5 N foi aplicada e nenhuma reativação foi realizada durante o período experimental. Todo o procedimento de instalação do aparelho foi realizado sob anestesia geral com pentobarbital sódico (Nembutal – Abbott Laboratórios do Brasil Ltda.). Os primeiros molares superiores do lado esquerdo dos ratos funcionaram como grupo controle.

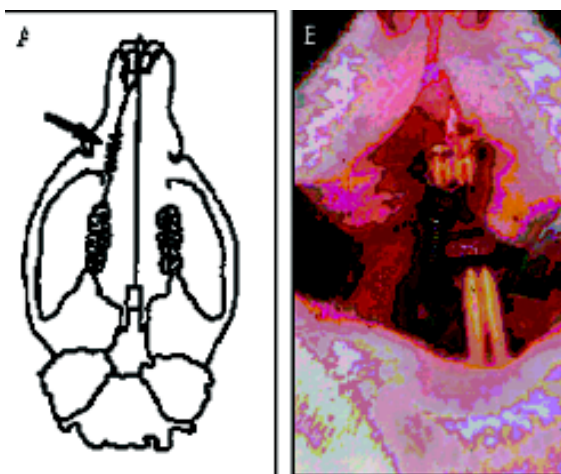


Figura 1 - Aparato ortodôntico empregado para movimentação dentária: **A** - Desenho esquemático por Heller et al.<sup>4</sup> (1979); **B** - Fotografia do aparelho instalado na maxila.

Os espécimes do grupo 1 foram sacrificados no terceiro dia de experimento, os animais do grupo 2, no sétimo dia, e os do grupo 3, no décimo quarto dia de movimentação dentária. A eutanásia foi realizada com uma dose excessiva do anestésico por via intraperitoneal.

Em todos os casos, as maxilas foram imediatamente removidas, dissecadas e seccionadas na sua linha média. A fixação foi realizada em solução de paraformaldeído tamponado a 4% por 24 horas. Em seguida, os fragmentos foram descalcificados em solução de EDTA a 10%, a 0,25 M, pH 7,2 para, logo após, serem incluídas em parafina.

Cortes com espessura de 5  $\mu$ m foram executadas paralelas ao longo eixo dos primeiros molares e montadas em lâminas de vidro para que a coloração por hematoxilina e eosina (H.E.) pudesse ser realizada. Uma análise descritiva dos tecidos corados com H.E. foi efetuada. Foram ressaltadas as características encontradas nas seções analisadas do periodonto de sustentação dos primeiros molares superiores dos lados experimental e controle nos diferentes grupos.

## RESULTADOS

Pode-se afirmar, a partir dos cortes microscópicos analisados, que as regiões do grupo controle delimitadas para o estudo apresentaram o ligamento periodontal regular e uniforme em toda sua extensão (Figura 2). Em geral, as fibras colágenas mantiveram-se paralelas entre si e estavam inseridas perpendicularmente às superfícies óssea e cementária. Os fibroblastos, em sua maioria fusiformes, estavam dispostos em fascículos, enquanto que, células inflamatórias foram encontradas raramente. Registrou-se distribuição uniforme de vasos sanguíneos com tamanhos variados por todo ligamento periodontal. Não foi constatada a presença de áreas hialinas.

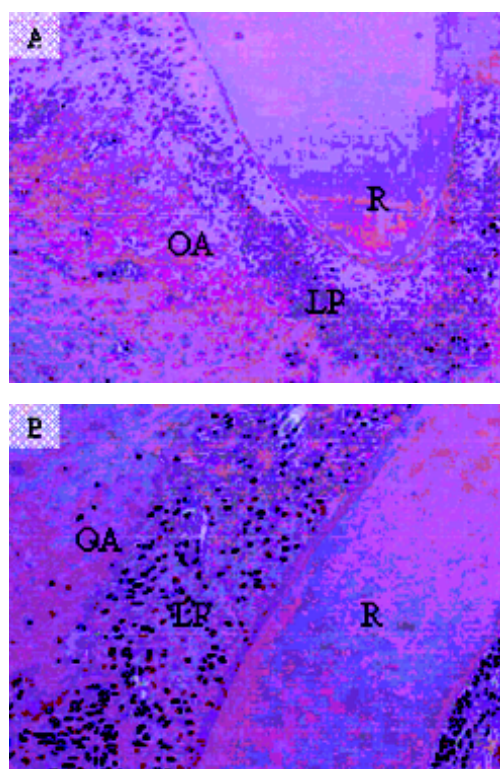


Figura 2 - Fotomicrografias do periodonto de inserção do primeiro molar superior esquerdo (grupo controle). Destaca-se o osso alveolar (OA), o ligamento periodontal (LP) e a raiz (R).

De maneira uniforme e organizada, a superfície cementária apresentou-se revestida por cementoblastos dispostos em paliçada. Não foram observadas áreas de reabsorção radicular. A crista óssea mostrou-se levemente irregular, com a presença de poucos osteoclastos dispostos em lacunas de *Howship* ou justapostos à superfície óssea.

Quanto ao grupo experimental, na face de pressão da raiz mesial, o osso se apresentou irregular, com lacunas de *Howship* distribuídas ao longo de sua extensão. Foi notada uma perda de organização e individualidade das fibras de Sharpey, exibindo áreas de reabsorção óssea ativa. Os osteoclastos, caracteristicamente multinucleados, estavam localizados no interior das lacunas de *Howship* e contíguos à superfície óssea (Figura 3A). Estas células predominaram no terceiro dia de experimento e já não eram identificadas com a mesma frequência com sete e catorze dias de aplicação de força (Figuras 3B e 3C). Revestindo parcialmente a superfície óssea, enquanto se mostravam justapostos no lado controle, osteoblastos foram vistos dispostos sem organização.

Verificou-se, também, predomínio de vasos colabados e feixes de fibras colágenas desorganizadas no ligamento periodontal. Os fibroblastos apresentaram perda de seu formato fusiforme ca-

racterístico, assumindo aspecto oval e disposição com alguma perda de organização.

A reabsorção óssea, predominante no grupo 1, ocorreu tanto na superfície periodontal quanto na endosteal. Na maioria dos espécimes, reabsorções à distância foram percebidas, principalmente em associação com áreas hialinas. Concomitantemente a essas áreas, observaram-se os principais focos de reabsorção óssea frontal ou à distância. As áreas hialinas também mostraram fases evolutivas diferentes com o decorrer do tempo de aplicação de força ortodôntica.

A presença de osteoblastos foi variada, podendo encontrá-los justapostos ou à distância, revestindo pouco e grosseiramente a superfície óssea, ou até mesmo ausentes (Figura 3A).

Na área tracionada, o cimento manteve o padrão encontrado na área de pressão, com cementoblastos em paliçada revestindo-o em toda sua extensão. Os feixes de fibras colágenas estavam organizados, geralmente distendidos e com fibroblastos dispostos de permeio, em fascículos e com aspecto fusiforme. Os vasos sanguíneos encontravam-se distribuídos por toda a extensão do ligamento periodontal, dilatados e hiperêmicos. Com sete dias de aplicação de força foi notado o surgimento de novos vasos com pequenos calibres, condição que se perpetuou até o 14º dia de experimento (Figura 4).

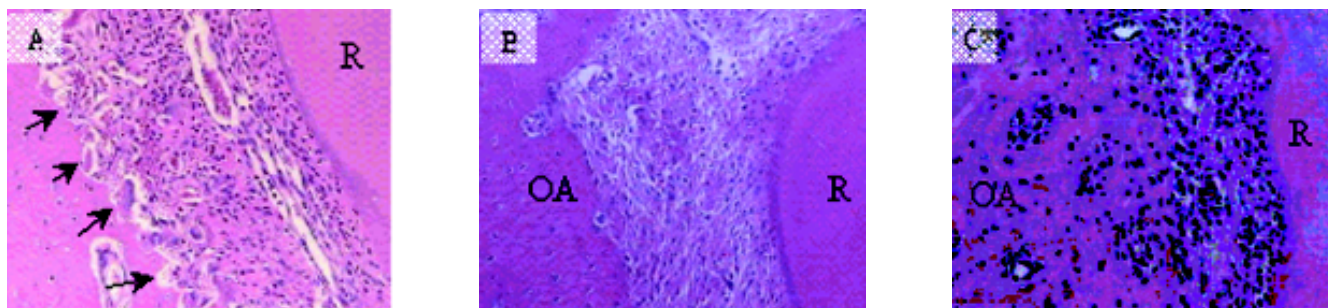


Figura 3 – Fotomicrografias do lado de pressão do periodonto de inserção do primeiro molar superior direito submetido à aplicação de força ortodôntica por: três dias (A); sete dias (B) e catorze dias (C). As setas destacam as lacunas de reabsorção.

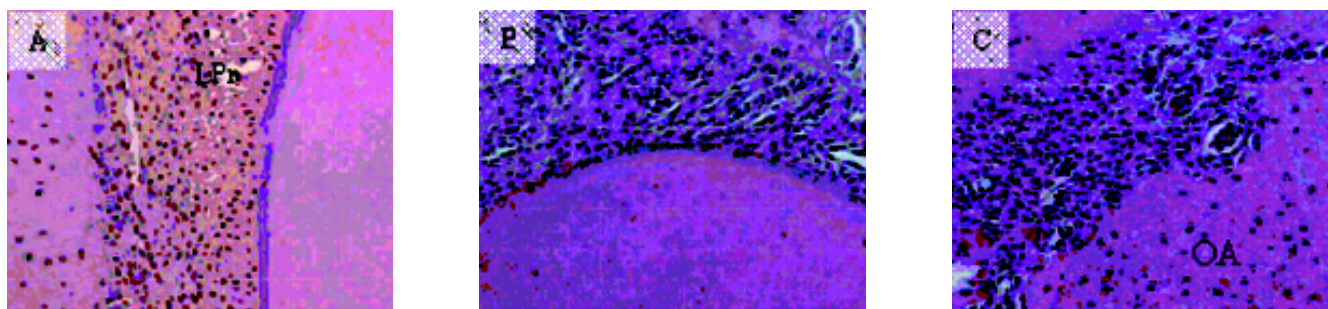


Figura 4 – Fotomicrografias do lado de tração do periodonto de inserção do primeiro molar superior direito submetido à aplicação de força ortodôntica por: três dias (A); sete dias (B) e catorze dias (C). Nota-se o ligamento periodontal rompido (LPr).

Na análise morfológica nas áreas de tração, verificou-se uma formação óssea com alguns focos de reabsorção, incomuns para esta área (Figura 4A). Contudo, a superfície óssea predominante nessa região foi uniforme e regular.

No ligamento periodontal das áreas de tração submetidas à análise, encontraram-se feixes de fibras colágenas anguladas e perpendiculares, com pequenas áreas apresentando total desorganização. As áreas hialinas eram discretas, ocorrendo apenas em poucos espécimes, apesar de em alguns terem ocorrido em extensão moderada. A largura do ligamento periodontal mostrou-se normal e, às vezes, moderadamente aumentada.

## DISCUSSÃO

As alterações morfológicas do periodonto de sustentação visualizadas neste experimento por microscopia óptica foram semelhantes aos achados mencionados nos clássicos estudos de Reitan<sup>11</sup> (1974), Rygh<sup>16</sup> (1976) e Heller et al.<sup>4</sup> (1979).

De acordo com Canalis et al.<sup>1</sup> (1992) e Wong et al.<sup>20</sup> (1996), o processo regenerativo envolve muitos eventos celulares importantes na reparação tecidual, e que são mediados por fatores locais como o microambiente, estímulos mecânicos e o suprimento sanguíneo. Influenciando a remodelação dos tecidos do ligamento periodontal, no experimento realizado, em concordância com Rygh<sup>15</sup> (1972), Lew<sup>7</sup> (1989) e Tang<sup>19</sup> (1993), os vasos sanguíneos foram vistos predominantemente colabados no lado de pressão (Figura 3A). Diferentemente, no lado de tração, foram observados dilatados, hiperêmicos e distribuídos por toda a extensão do ligamento periodontal (Figura 4).

Shirazi et al.<sup>17</sup> (2002) e Kohno et al.<sup>6</sup> (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. Estes dados são complementados pelas observações do presente estudo, onde foram visualizados, no lado de pressão do ligamento periodontal, feixes de fibras colágenas desorganizadas e fibroblastos com perda de fasciculação e do formato fusiforme característico (Figura 3).

Os experimentos com indução de movimentação dentária de Reitan et al.<sup>12</sup> (1971) evidenciaram, como neste trabalho, zonas de hialinização e lacunas de reabsorção contendo osteoclastos nas superfícies alveolares contíguas às áreas hialinas do lado de pressão do ligamento periodontal. De acordo com Ren et al.<sup>13</sup> (2002), as áreas hialinas

observadas em tempos variados de movimentação dentária são compatíveis com a magnitude de força utilizada.

Reitan et al.<sup>12</sup> (1971) observaram a ocorrência de osteoclastos na zona de pressão do ligamento periodontal após cinco a oito dias de aplicação de força ortodôntica. Contudo, os estudos de King et al.<sup>5</sup> (1994) e Rody et al.<sup>14</sup> (2001) mostraram maior quantidade de osteoclastos após três a cinco dias de aplicação de força em ratos jovens e senis. Ren et al.<sup>13</sup> (2002) consideraram que o recrutamento ou diferenciação de osteoclastos varia de acordo com a magnitude de força aplicada. Um maior número de osteoclastos foi encontrado, neste estudo, no lado de pressão no terceiro dia de movimentação, o que poderia ser explicado pela aplicação de uma força maior do que a realizada por outros autores durante a movimentação dentária.

## CONCLUSÃO

A avaliação dos tecidos de sustentação das unidades submetidas à aplicação de força ortodôntica revelou importantes modificações no ligamento periodontal e no osso alveolar. De acordo com as observações realizadas, foi verificado um predomínio dos fenômenos de neoformação no lado de tração e de reabsorção no lado de pressão. Osteoclastos e áreas de hialinização predominaram no terceiro dia do experimento, enquanto que o surgimento de novos vasos foi mais expressivo no sétimo e décimo quarto dia de movimentação.

## AGRADECIMENTO

Os autores agradecem à Semp Toshiba pelo constante apoio ao Centro de Ortodontia e Ortopedia Facial Prof. José Édimo Soares Martins.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Canalis E, Varghese, S, McCarthy TL, Centrella M. Role of platelet derived growth factor in bone cell function. *Growth Regul.* 1992;2(4):151-5.
2. Consolaro A. Movimentação dentária induzida: biologia aplicada à prática clínica. In: Consolaro A. *Reabsorções Dentárias nas Especialidades Clínicas*. Maringá: Dental Press; 2002. p. 221-57.
3. Ferreira FAC. *Biomecânica do Movimento Dental*. In: Ferreira FV. *Ortodontia: Diagnóstico e Planejamento Clínico*. 5ª ed. São Paulo: Artes Médicas; 2002. p. 363-398.
4. Heller IJ, NANDA R. Effect of metabolic alteration of periodontal fibers on orthodontic tooth movement. An experimental study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1979;75(3):239-58.

5. King GJ, Keeling SD, Wronski TJ. Histomorphometric study of alveolar bone turnover in orthodontic tooth movement. *Bone*. 1994;12(6):401-9.
6. 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*. 2003;82(3):177-82.
7. Lew KK. Orthodontically induced microvascular injuries in the tension zone of the periodontal ligament. *J Nihon Univ Sch Dent*. 1989;31(3):493-501.
8. Melsen B. Tissue reaction to orthodontic tooth movement: a new paradigm. *Eur J Orthod*. 2001;23(6):671-81.
9. Moraes FF, Chaves VEA, Fava M. Fundamentos Histológicos Aplicados à Ortodontia. In: Interlandi S. *Ortodontia: bases para iniciação*. 5ª ed. São Paulo: Artes Médicas; 2002. p. 89-100.
10. Proffit, WR. As bases biológicas da terapia ortodôntica. In: Proffit, WR; Fields JR, HW. *Ortodontia Contemporânea*. 3ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2002. p. 280-306.
11. Reitan K. Initial tissue behavior during apical root resorption. *Angle Orthod*. 1974;44(1):68-82.
12. Reitan K, Kvam E. Comparative behavior of human and animal tissue during experimental tooth movement. *Angle Orthod*. 1971;41(1):1-14.
13. 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*. 2002;29(8):757-62.
14. Rody WJ Jr, King GJ, Gu G. Osteoclast recruitment to sites of compression in orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2001;120(5):477-89.
15. Rygh P. Ultrastructural vascular changes in pressure zones of rat molar periodontium incident to orthodontic movement. *Scand J Dent Res*. 1972;80(4):307-21.
16. Rygh P. Ultrastructural changes in tension zones of rat molar periodontium incident to orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1976 Sept.;70(3):269-81.
17. Shirazi M, Nilforoushan D, Alghasi H, Dehpour AR. The role of nitric oxide in orthodontic tooth movement in rats. *Angle Orthod*. 2002;72(3):211-5.
18. Stains JP, Civitelli R. Cell-to-cell interactions in bone. *Biochem Biophys Res Commun*. 2005;328(3):721-7.
19. Tang P, Sims MR, Sampson WJ, Dreyer CW. Evidence for endothelial junctions acting as a fluid flux pathway in tensioned periodontal ligament. *Arch Oral Biol*. 1993;38(3):273-6.
20. Wong ME, Hollinger JO, Pinerio GJ. Integrated processes responsible for soft tissue healing. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 1996;82(5):475-92.

Recebido para publicação em: 28/08/2006; aceito em: 16/10/2006.

**Endereço para correspondência:**

JOSÉ ÉDIMO SOARES MARTINS  
Centro de Ortodontia e Ortopedia Facial – FOUFBA  
Av. Araújo Pinho, 62, 7º andar – Canela  
CEP 40110-150, Salvador, BA, Brasil  
E-mail: ortoufba@ufba.br