

Camila Ribeiro Ferlin

**Análise histomorfométrica da
remodelação óssea e reabsorção
radicular na movimentação
dentária induzida**

ARAÇATUBA - SP

2016

Camila Ribeiro Ferlin

**Análise histomorfométrica da
remodelação óssea e reabsorção
radicular na movimentação
dentária induzida**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia do Campus de Araçatuba – Unesp, para a obtenção do Grau de “Mestre em Odontologia” – Área de Concentração Ortodontia.

Orientador: Prof. Adj. Marcos Rogério de Mendonça

Coorientador: Prof. Adj. Marcelo Macedo Crivelini

ARAÇATUBA - SP

2016

Catálogo na Publicação (CIP)

Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação – FOA / UNESP

F357a Ferlin, Camila Ribeiro.
Análise histomorfométrica da remodelação óssea e reabsorção radicular na movimentação dentária induzida / Camila Ribeiro Ferlin. –Araçatuba, 2016
57 f. : il. ; tab. + 1 CD-ROM

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia de Araçatuba
Orientador: Prof. Marcos Rogério de Mendonça
Coorientador: Prof. Marcelo Macedo Crivelini

1. Movimentação dentária 2. Remodelação óssea
3. Reabsorção da raiz 4. Ratos I. T.

Black D4
CDD 617.643

DEDICATÓRIA

Dedico à todos que contribuíram para o sucesso deste trabalho, em especial à Deus, aos meus pais, Devanil Otávio Ferlin e Marlei Aparecida Oliveira Ribeiro Ferlin, meu irmão, Frederico Ribeiro Ferlin e ao meu noivo, Rodrigo Santin Rodrigues, pelo apoio incondicional e confiança na minha capacidade em mais uma etapa da minha vida.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Agradecer pode não ser tarefa fácil, nem justa, não posso esquecer que esta caminhada não começou apenas nesta faculdade. Para não correr o risco de cometer injustiça, vou agradecer a todos que passaram em minha vida colaborando para minha formação profissional e a construção de quem sou hoje.

A Deus, que através da sua força de espírito, fez superar as dificuldades e vencer mais uma conquista.

Ao meu orientador Prof. Marcos Rogério de Mendonça, agradeço pela compreensão, paciência, pelo zelo, pela preciosa colaboração dada, pelas palavras de incentivo, por todo o tempo disponibilizado e pela ajuda na minha formação. Ao senhor, todo meu carinho, admiração e respeito.

Ao meu pai, Devanil, agradeço imensamente pela atenção, compreensão, dedicação, por compartilhar seus conhecimentos clínicos e experiência profissional comigo, pelo incentivo aos estudos, colaborando para melhorar minha formação pessoal e profissional. Sou eternamente grata ao senhor.

A minha mãe, Marlei, minha melhor amiga, agradeço o seu imenso amor, carinho, aquela dedicação exclusiva de mãe para todas as horas, as suas orações, por se preocupar com meu bem estar, fazer tudo que sempre pôde por mim, me ouvir nos momentos difíceis e sempre me apoiar, obrigada pelos conselhos mais sábios, a senhora é um exemplo de pessoa, mãe, amiga e esposa, tenho muito orgulho em ser sua filha.

Ao meu querido irmão, Frederico, agradeço pelos conselhos, pelas palavras de apoio, pelo incentivo e nas horas que sempre precisei, pude contar com você.

Ao meu noivo, Rodrigo, agradeço por compreender as vezes que não pude estar ao seu lado, pelo apoio, por ouvir meus desabafos, por me ajudar nas horas difíceis e me incentivar.

Aos meus avós, por me ensinarem a ser honesta, digna, responsável, a respeitar, sempre a perdoar e servir ao próximo. Principalmente ao meu avô Zizinho, exemplo de ser humano, sei que ai de cima o senhor deve estar feliz por esta conquista, saudades incondicional.

A toda minha família, tias, tios e primos, que acreditaram e me ajudaram de alguma maneira para eu estar aqui e ter uma base de princípios.

Muito obrigada à todos! Sem vocês não seria possível, cada um de alguma forma pôde colaborar com essa vitória.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu coorientador Prof. Marcelo Macedo Crivelini, pela ajuda na parte laboratorial, desenvolvimento desta pesquisa e aos conhecimentos compartilhados.

Aos professores mestres e doutores que dedicaram seu tempo e conhecimento, incentivando meu desempenho, em especial aos Prof. André Bertoz e Prof. Francisco Bertoz, pelo incentivo em ingressar em uma pós-graduação a nível de Mestrado, aos queridos amigos e professores, Prof. Renato Bigliazzi e Prof. Derly Tescaro, pelos ensinamentos, pelos conselhos, por sempre acreditarem e me darem oportunidade para o meu crescimento.

Aos professores componentes da banca examinadora, Prof. Osmar Aparecido Cuoghi e Prof. Pedro Marcelo Tondelli, que responderam positivamente ao meu convite, pela disposição, pela dedicação e por colaborar com seus conhecimentos nesta pesquisa.

Ao Prof. Edilson Ervolino, pelos ensinamentos transmitidos e pela disponibilidade. A Prof. Leda Salzedas e funcionários da Radiologia, pelos ensinamentos e colaboração na realização deste trabalho.

Ao pessoal do departamento de Patologia, Giseli Mitsuy Kayahara e José Marcelo Tramarim, por passarem seus conhecimentos técnicos, pela colaboração de seus serviços, pela paciência em ensinar e auxiliar no que foi preciso.

Aos funcionários do departamento de Ortodontia, Maria Bertolina Mesquita de Oliveira, Ilídio Teodoro Filho e Luiz Carlos dos Santos, por toda a dedicação, sempre prestativos e por manterem um ambiente de trabalho agradável.

As funcionárias da secretaria da pós-graduação, Valéria Zagatto, Lilian Sayuri Mada e Cristiane Regina Lui Matos, pela atenção e paciência em explicar sobre as datas importantes e documentos necessários, esclarecendo sempre as minhas dúvidas.

Aos funcionários da biblioteca, pela educação e atenção em sempre nos atender.

Ao pessoal do Biotério desta faculdade, Camilo, João e Alan, por ajudarem no manuseio e seleção dos animais.

A minha amiga Priscilla Andrade, por toda essa caminhada compartilhada cheia de alegrias e dias não tão fáceis, pelos bons momentos juntas, pela ajuda fundamental na realização desta pesquisa, por tornar esses dias mais leves.

Aos amigos da pós-graduação, Lorraine Faria, Francielle Topolski, Luciana Artioli, Ana Caroline Verri, Yésselin Miranda-Zamalloa, Kelly Micheletti, Éverton Lélis, Aubrey Fabre, cada um de vocês foi muito importante para esta pesquisa, dividimos bons momentos, de aprendizados, companheirismo, apoio e amizade.

As minhas amigas, Vivian Almeida e Carol Borsanelli, por me acolherem sempre que precisei e pela disposição em ajudar.

Ao amigo de mestrado, Márcio Ferro, pela paciência em ensinar estatística e sempre socorrer quando necessitei.

A Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP/FOA, pela oportunidade da realização deste trabalho.

E a todos aqueles que de alguma forma contribuíram ou torceram pela concretização desta pesquisa. Meu muito obrigada!

EPÍGRAFE

“Sem sonhos, a vida não tem brilho. Sem metas, os sonhos não têm alicerces. Sem prioridades, os sonhos não se tornam reais.”

Augusto Cury

Ferlin CR. Análise histomorfométrica da remodelação óssea e reabsorção radicular na movimentação dentária induzida [dissertação]. Araçatuba: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Faculdade de Odontologia de Araçatuba; 2016.

RESUMO

Objetivo: Avaliar a quantidade de deslocamento dentário e realizar as análises histomorfométricas da remodelação óssea (RO) e reabsorção radicular (RR), após a aplicação de forças contínuas sobre molares de ratos. **Materiais e métodos:** 70 ratos Wistar machos, divididos em 7 grupos: grupo controle (GC), grupo movimentação 1, 3, 5, 7, 14 e 21 dias (GM1, GM3, GM5, GM7, GM14, GM21) submetidos à movimentação dentária induzida (MDI) por meio de uma mola de níquel-titânio de secção fechada, 50 cN de magnitude, instalada no primeiro molar superior direito e incisivos superiores. As lâminas foram coradas pelo método de Hematoxilina e Eosina, seguido das análises histomorfométricas da movimentação dentária, da RO e da RR. As médias da análise de movimentação dentária foram comparadas por meio do teste Anova – Holm-Sidak com nível de significância de $p = 0,05$, para a RO, foi realizado o teste Anova, pós-teste Tukey, com nível de significância de $p < 0,05$ e para RR, optou-se pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, com nível de significância de 1%. **Resultados:** Verificou-se a ocorrência de diferenças estatisticamente significantes em todos os grupos movimentados em relação ao GC. A quantidade de movimentação dentária observada no GM1 foi menor do que nos grupos GM7, GM14 e GM21. No GM3 e no GM5 a movimentação foi menor que no GM14 e GM21. Em relação à RO, o quadrante 3 (área médio-cervical de tensão de compressão), apresentou diferença estatística significativa nos grupos GM3 e GM5 em relação ao GC, com maior possibilidade de reabsorção óssea. Em relação às RR, foram detectadas diferenças significantes no terço cervical, do GM21 para os grupos GC e GM1, e no terço médio, dos grupos GM14 e GM21 em relação aos grupos GC, GM1 e GM3. **Conclusão:** A quantidade de movimentação dentária está relacionada com o tempo de atuação da força, a RO ocorreu com maior possibilidade de reabsorção óssea nos grupos GM3 e GM5 na área de tensão de compressão no terço cervical e as RR estiveram presentes com predomínio nos tempos tardios.

Palavras-chave: Movimentação Dentária; Remodelação Óssea; Reabsorção da Raiz; Ratos

Ferlin CR. Histomorphometric analysis of bone remodeling and root resorption in induced tooth movement [dissertation]. Araçatuba: Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP, Araçatuba Dental School; 2016.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the amount of dental displacement and histomorphometric analysis of bone remodeling (BR) and root resorption (RR), after an application of continuous forces on rat molars. **Materials and Methods:** 70 male Wistar rats were divided into 7 groups: control group (CG), movement group 1, 3, 5, 7, 14 and 21 days (MG1, MG3, MG5, MG7, MG14, MG21) submitted the induced tooth movement (ITM) by means of a nickel-titanium spring section closed, 50 cN of magnitude, was installed in the upper right first molar and upper incisors. The blades were stained by hematoxylin and eosin method, followed by the histomorphometric analysis of tooth movement, of BR and of RR. The averages of tooth movement analysis were compared by means of test ANOVA - Holm-Sidak with significance level of $p = 0.05$, for the BR, was performed the test ANOVA, Tukey post-test, with significance level of $p < 0.05$ and RR, opted for the non-parametric test Kruskal-Wallis, with a significance level of 1%. **Results:** It was found the occurrence of statistically significant differences in all groups moved than the CG. The amount of tooth movement observed in MG1 was lower than those observed in groups MG7, MG14 and MG21. In MG3 and MG5 the tooth movement was less than in MG14 and MG21. About BR, the quadrant 3 (middle-cervical area compressive stress), it showed a statistically significant difference in MG3 and MG5 groups compared to the CG, with a greater chance of bone resorption. About RR, significant differences were detected in the cervical third, the MG21 for the CG and MG1, and the middle third, the groups MG14 and MG21 for groups CG, MG1 and MG3. **Conclusion:** The amount of tooth movement is related to the time of actuation force; the BR occurred with a greater chance of bone resorption in MG3 and MG5 groups in the compressive stress area in the cervical third and the RR were present with predominance in later times.

Keywords: Tooth Movement; Bone Remodeling; Root Resorption; Rats

Lista de Figuras

Figura 1 - Dispositivo mecânico.....	42
Figura 2 - Representação microscópica. HE. Aumento de 40x. Raiz mésio-vestibular (RMV) e raiz disto-vestibular (RDV)	42
Figura 3 - Mensuração da MDI. HE. Aumento de 40x. distância (d).....	42
Figura 4 - Representação microscópica da área de osso inter-radicular com divisão por quadrantes e análise histomorfométrica da remodelação óssea. HE. Aumento de 40x. Raiz mésio-vestibular (RMV) e raiz disto-vestibular (RDV).....	43
Figura 5 - Representação microscópica da profundidade da reabsorção radicular. Linha azul (linha A) representa metade da espessura da dentina; escore 4 - linha amarela; escore 3 - linha vermelha; escore 2 - linha verde. HE. Aumento de 200x. Polpa (P), Dentina (D), Cimento (C), Osso Alveolar (OA).....	43
Figura 6 - Representação microscópica da profundidade da reabsorção radicular. Terço cervical. HE. Aumento de 200x. A: GM1, escore 1; B: GM3, escore 1; C: GM5, escore 3 (linha vermelha); D: GM7, escore 2 (linha verde); E: GM14, escore 2 (linha verde); F: GM21, escore 3 (linha vermelha).....	44
Figura 7 - Representação microscópica da profundidade da reabsorção radicular. Terço médio. HE. Aumento de 200x. A: GM1, escore 1; B: GM3, escore 1; C: GM5, escore 4 (linha amarela); D: GM7, escore 3 (linha vermelha); E: GM14, escore 4 (linha amarela); F: GM21, escore 4 (linha amarela).....	44
Figura 8 - Quantidade de MDI por grupo.....	45
Figura 9 - Porcentagem de remodelação óssea representada pela média.....	45
Figura 10 - Distribuição da ocorrência da profundidade da reabsorção radicular expressa em porcentagem de escores por grupo no terço cervical.....	46

Figura 11 - Distribuição da ocorrência da profundidade da reabsorção radicular expressa em porcentagem de escores por grupo no terço médio.....	46
---	----

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Formação dos grupos experimentais	47
Tabela 2 - Análise da quantidade de MDI -Teste de Holm-Sidak.....	47
Tabela 3 - Quantidade de MDI por grupo com média, desvio-padrão e diferença estatística.....	48
Tabela 4 - Porcentagem de remodelação óssea representada pela média e desvio-padrão.....	48
Tabela 5 - Análise da profundidade de RR - resultado do teste estatístico de Dunn para as comparações individuais entre grupos experimentais com base nos parâmetros avaliados ($p < 0,05$) – terço cervical.....	48
Tabela 6 - Análise da profundidade de RR - resultado do teste estatístico de Dunn para as comparações individuais entre grupos experimentais com base nos parâmetros avaliados ($p < 0,05$) – terço médio.....	49

Lista de Abreviaturas

GC = Grupo controle
GM1 = Grupo Movimentação 1
GM3 = Grupo Movimentação 3
GM5 = Grupo Movimentação 5
GM7 = Grupo Movimentação 7
GM14 = Grupo Movimentação 14
GM21 = Grupo Movimentação 21
1º MSD = Primeiro molar superior direito
HE = Hematoxilina e eosina
RO = Remodelação óssea
RR = Reabsorção radicular
MDI = Movimentação dentária induzida
TC = Terço cervical
TM = Terço médio
RDV = Raiz disto-vestibular
OA = Osso alveolar
LPD = Ligamento periodontal
CEUA = Comissão de Ética no Uso de Animais
RMV = Raiz mésio-vestibular
FD = Face distal
FM = Face mesial
2º MSD = Segundo molar superior direito
DP = Desvio-padrão

SUMÁRIO

1. Introdução.....	16
2. Proposição.....	19
3. Material e Métodos.....	21
3.1 Comissão de Ética no Uso de Animais.....	21
3.2 Animais.....	21
3.3 Formação dos grupos e tempos experimentais.....	21
3.4 Sedação dos animais.....	22
3.5 Instalação do dispositivo para movimentação dentária induzida.....	22
3.6 Eutanásia, obtenção das peças e processamento laboratorial.....	23
3.7 Análise quantitativa da movimentação dentária induzida.....	24
3.8 Análise histomorfométrica da remodelação óssea.....	24
3.9 Análise histomorfométrica da profundidade da reabsorção radicular.....	25
3.10 Análise estatística.....	25
3.10.1 Análise quantitativa da movimentação dentária induzida.....	25
3.10.2 Análise histomorfométrica da remodelação óssea.....	25
3.10.3 Análise histomorfométrica da profundidade da reabsorção radicular.....	26
3.11 Erro do método intra-examinador para análise da quantidade de movimentação dentária induzida e análise histomorfométrica da remodelação óssea.....	26
3.12 Erro do método intra-examinador para análise histomorfométrica da profundidade da reabsorção radicular.....	26
4. Resultados.....	29
4.1 Análise quantitativa da movimentação dentária induzida.....	29
4.2 Análise histomorfométrica da remodelação óssea.....	29
4.3 Análise histomorfométrica da profundidade da reabsorção radicular.....	30
5. Discussão.....	32
6. Conclusão.....	36
Referências.....	38
Figuras.....	42
Tabelas.....	47
Anexos.....	50

INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO*

A movimentação dentária induzida (MDI) ocorre devido a remodelação do osso alveolar (OA) e do ligamento periodontal (LPD), em resposta à estímulos, aplicados por meio de dispositivos mecânicos.^{1,2} Estas forças aplicadas sobre os dentes produzem no LPD áreas de tensão de tração e tensão de compressão, que por sua vez desencadeiam uma sequência de eventos biológicos, como a remodelação óssea (RO),^{3,4} sendo definida como um processo de remoção de osso (reabsorção) e substituição por osso recém formado (aposição).^{5,6}

Como resposta à força aplicada, o OA é removido pelos osteoclastos e osso novo é depositado por osteoblastos, com concomitante adaptação das estruturas periodontais, mantendo os dentes em seu novo ambiente.^{7,8} A reabsorção óssea ocorre mais rápido que a aposição óssea.⁹ A progressão da reabsorção óssea devido a doença periodontal, o trauma oclusal ou os movimentos dentários descontrolados, pode comprometer a estabilidade do dente em seu alvéolo, tendo como resultado final a perda dental.

A pesquisa de Heller e Nanda (1979)¹⁰ é considerada um marco importante nos estudos de MDI em molares de ratos. A partir deste estudo, a linha de pesquisa ganhou novos adeptos com muitas variações metodológicas, sendo que o único material em comum é o animal experimental. Uma das modificações do método, é em relação ao tipo da força, a substituição da mola de aço pela de níquel-titânio, sendo uma força contínua, que mantém sua magnitude inicial durante todo o período experimental.

Um dos eventos biológicos que ocorre devido a movimentação ortodôntica, é a reabsorção radicular (RR), sendo um efeito colateral, de difícil previsibilidade, podendo causar reduções significativas no comprimento radicular que pode levar a perda dentária.¹¹ É descrita como um processo patológico ou fisiológico que resulta em uma perda de substância mineralizada do cimento, podendo comprometer a dentina.¹² Segundo King e Fischlschweiger¹³ forças de baixa magnitude podem causar mínima RR e rápido movimento dentário, em oposição às forças de alta magnitude, que tendem a resultar em deslocamento dentário mais lento e considerável RR.

As pesquisas ortodônticas atuais concentram-se em princípios fisiológicos e biológicos da movimentação dentária, que não são ainda totalmente compreendidos.^{14,15} Entre os motivos para esta lacuna no conhecimento destaca-se que os métodos de

* O texto foi escrito, no formato de artigo, segundo as normas da revista The Angle Orthodontist (ANEXO B)

avaliação utilizados no modelo experimental para estudo da RO e da RR em ratos são muito divergentes. As divergências referem-se à heterogeneidade entre o tamanho da amostra, o tipo de grupo controle, o tipo e intensidade de força, o tempo experimental, os locais e métodos de avaliação, o que torna difícil a comparação dos resultados.¹⁶

Neste contexto a aplicação de métodos que buscam avaliar as respostas biológicas decorrentes da MDI, devem ser estimuladas no sentido de colaborar com o conhecimento nesta área. A análise histomorfométrica da remodelação óssea de forma setorizada, dividindo a área de septo inter-radicular em quadrantes, de modo a permitir uma padronização do estudo da remodelação óssea, e em conjunto com a análise da reabsorção radicular parece não ter sido aplicada ainda nas pesquisas relacionadas com MDI.¹⁷⁻¹⁹ Assim, a aplicação deste método de avaliação pode auxiliar na compreensão dos eventos decorrentes da aplicação de forças para a MDI em molares murinos.

PROPOSIÇÃO

2. PROPOSIÇÃO

O objetivo deste estudo foi avaliar a quantidade de deslocamento dentário, a remodelação óssea e a reabsorção radicular, após a aplicação de forças contínuas sobre molares de ratos.

MATERIAL E MÉTODOS

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Comissão de Ética no Uso de Animais - CEUA

O projeto de pesquisa foi submetido e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Odontologia de Araçatuba, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho-UNESP (Número do protocolo 2014-00813 e 2014-00814 – anexo A). Todas as diretrizes referentes aos cuidados com os animais da pesquisa foram seguidas.

3.2 Animais

Foram utilizados 70 ratos machos Wistar (*Rattus norvegicus albinus*) adultos jovens, todos com 45 dias de idade e peso entre 230 a 250g ao início dos procedimentos, originários do biotério central da Faculdade de Odontologia de Araçatuba, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP. Os animais foram mantidos em gaiolas plásticas em condições climáticas controladas com ciclo de luz de 12/12 horas e temperatura constante, sendo alimentados com ração triturada (Ração Ativada Produtor®; Anderson & Clayton S.A. Indústria e Comércio, São Paulo, SP, Brasil) e água *ad libitum*.

3.3 Formação dos grupos e tempos experimentais

Os tempos experimentais considerados para esta pesquisa foram separados de acordo com o interesse de observação: 1) períodos de 1, 3, 5 e 7 dias, escolhidos para estudar a evolução do processo de reparo considerando-se os tempos iniciais; 2) períodos de 14 e 21 dias, escolhidos para estudar os efeitos tardios da MDI.

Os animais foram divididos em sete grupos com 10 animais cada, escolhidos aleatoriamente, conforme descrito abaixo (Tabela 1):

- Grupo Controle (GC): Grupo composto por 10 animais que não foram submetidos a nenhum procedimento. Os animais deste grupo foram os mesmos utilizados em trabalho anterior à este.²⁰

- Grupo Movimentação 1 dia (GM1): Grupo composto por 10 animais submetidos à MDI por um período de 1 dia.
- Grupo Movimentação 3 dias (GM3): Grupo composto por 10 animais submetidos à MDI por um período de 3 dias.
- Grupo Movimentação 5 dias (GM5): Grupo composto por 10 animais submetidos à MDI por um período de 5 dias.
- Grupo Movimentação 7 dias (GM7): Grupo composto por 10 animais submetidos à MDI por um período de 7 dias.
- Grupo Movimentação 14 dias (GM14): Grupo composto por 10 animais submetidos à MDI por um período de 14 dias.
- Grupo Movimentação 21 dias (GM21): Grupo composto por 10 animais submetidos à MDI por um período de 21 dias.

3.4 Sedação dos animais

Os procedimentos experimentais foram realizados sob anestesia geral, por meio da aplicação de um relaxante muscular Cloridrato de Xilazina (DOPASER, Caleir S.A., Barcelona, Espanha) na dosagem 10mg/Kg, e em seguida, anestésico Cloridrato de Cetamina (VETASET, Fort Dodge Animal Health, Iowa, USA) com dosagem de 80mg/kg, ambos por via intramuscular.

3.5 Instalação do dispositivo para movimentação dentária induzida

O dispositivo empregado neste estudo foi uma adaptação do modelo já descrito na literatura (Heller & Nanda, 1979).¹⁰ A modificação em relação ao modelo original consistiu do uso de uma mola de níquel-titânio (Sentalloy®, GAC, NY, EUA), de secção fechada, com liberação de 50 cN de magnitude de força contínua, independente da quantidade de ativação. A magnitude da força da mola foi verificada previamente por

meio de um tensiômetro Zeusan (Zeusan Exporting Ltda Campinas, São Paulo, Brasil). Para a instalação do dispositivo, dois segmentos de fio de amarrilho, com espessura de 0,25mm (Morelli, Sorocaba, SP, Brasil) foram conectados em cada extremidade da mola, um contornando o primeiro molar superior direito (1º MSD) e o outro segmento o incisivo central superior direito. Para a estabilidade do fio de amarrilho, na face vestibular do incisivo foi confeccionada uma canaleta na região cervical e um travamento com resina composta fotopolimerizável (Amelogen® Plus, Ultradent Products Inc, USA) na vestibular dos incisivos superiores, para evitar o deslocamento do fio (Figura 1). Esta pode ser considerada uma segunda modificação em relação ao modelo original. Devido a taxa de erupção contínua do incisivo, nos grupos com tempos tardios, as molas foram reposicionadas para cervical do incisivo a cada 7 dias.

3.6 Eutanásia, obtenção das peças e processamento laboratorial

Após o período experimental de cada grupo, os animais foram submetidos à eutanásia por meio de dose excessiva de anestésico. Após a eutanásia, as hemimaxilas do lado direito foram fixadas em solução de formaldeído a 4% por 24 horas e descalcificadas na solução de Plank-Rychlo a 10% por 8 dias. Seguindo a descalcificação, as peças foram incluídas em parafina e montadas em blocos, submetidas aos cortes seriados no sentido longitudinal da raiz com 4µm de espessura. O critério de inclusão dos cortes selecionados para análise foi conter toda extensão longitudinal das raízes méso-vestibular (RMV) e disto-vestibular (RDV) do 1ºMSD, com polpa radicular visível, integridade das raízes e forames apicais na sua totalidade (Figura 2). Foram obtidos três cortes para cada espécime, os quais foram corados pela técnica de Hematoxilina e Eosina (HE).

Do total de lâminas obtidas, apesar de possuir lâminas de todos animais, devido aos critérios adotados para seleção das lâminas, cada análise possuiu um número da amostra diferente. Para obter a medida da quantidade de movimentação dentária, o critério de inclusão foi observar a presença do 2º MSD, para conseguir realizar a medida. No caso, os grupos GM7 e GM21, apresentaram tamanho da amostra de 7 e 8 respectivamente, os demais grupos mantiveram 10 lâminas. Para a análise da RO, 5 lâminas de cada grupo foram consideradas, pois atingiram o critério de seleção de qualidade, onde deveria visualizar na lâmina, as duas raízes inteiras (RMV e RDV) e no comprimento adequado, sem aparecer a raiz intermediária, pois isso poderia interferir na quantidade

de RO e podendo mascarar ou alterar os resultados finais. Para a avaliação da profundidade da RR, o corte para análise deveria conter a RDV na sua totalidade, com polpa radicular visível, para a realização do escore, conseguindo desse modo, 8 lâminas por grupo.

3.7 Análise quantitativa da movimentação dentária induzida

Para avaliação da quantidade de MDI, a imagem do corte histológico com melhor definição foi capturada por meio de uma câmera fotográfica digital (JVC, Victor Company of Japan, Ltd, Japan) adaptada ao microscópio. As imagens foram capturadas por meio do programa Leica Qwin Standard v 2.4 (Leica Microsystems Imaging Solutions Ltd, Cambridge, UK) sob observação de uma lente com aumento de 40x, a metodologia foi baseada com adaptações do método de Salazar et al., 2015,²¹ mediu-se a menor distância entre a face distal (FD) do 1ºMSD e a face mesial (FM) do segundo molar superior direito (2º MSD), por meio do software de domínio público ImageJ 1.45s (National Institutes of Health – NIH, EUA), que correspondeu a quantidade de deslocamento dentário. (Figura 3).

3.8 Análise histomorfométrica da remodelação óssea

Para obtenção das fotomicrografias foi utilizada uma câmera digital (JVC, Victor Company of Japan, Ltd, Japan) acoplada ao microscópio, as imagens foram capturadas através do programa Leica Qwin Standard v 2.4 (Leica Microsystems Imaging Solutions Ltd, Cambridge, UK) com aumento de 40x. Para realização da análise histomorfométrica da RO optou-se pela padronização de uma área do septo inter-radicular, com adaptações dos métodos de Garcia et al., 2015¹⁹ e Kalia et al., 2004²² A modificação do método de Garcia et al., 2015¹⁹ constitui na adição da divisão por quadrantes e a modificação do método de Kalia et al., 2004²², consistiu na divisão por quadrantes do corte no sentido longitudinal e na área de osso inter-radicular. Essa padronização foi realizada unindo a porção mais apical visível das raízes RMV e RDV e a porção interna o contorno das raízes e assoalho da furca. Após a demarcação da área analisada, dividiu-se essa área em quadrantes, de modo a permitir uma análise setorizada do tecido ósseo. O quadrante 1, representou uma área médio-apical de tensão de compressão, o quadrante 2 representou uma área médio-apical de tensão de tração, o

quadrante 3 uma área médio-cervical de tensão de compressão e o quadrante 4 uma área médio-cervical de tensão de tração (Figura 4). Na mesma raiz, existem áreas de tensão de compressão e tensão de tração, esse fato ocorre devido ao movimento de inclinação do dente.²³ Com essa padronização da área inter-radicular, foram realizadas medidas dos quadrantes individuais, sendo um quadrante 100% da área total (Ar.T) e subtraído do somatório das áreas compreendidas pelos espaços medulares (Ar.Me) e LPD. Obtendo desse modo apenas área óssea (Ar.O). As medições foram realizadas por meio do software de domínio público ImageJ 1.45s (National Institutes of Health – NIH, EUA).

3.9 Análise histomorfométrica da profundidade da reabsorção radicular

A análise da profundidade da RR foi realizada baseada em uma metodologia para análise de escore, sendo obtidas duas fotomicrografias com um aumento de 200x da área correspondente ao terço cervical (TC) e terço médio (TM) do periodonto mesial da RDV. A profundidade da RR foi determinada pela linha de cemento radicular até o final da camada de dentina, e foi classificada utilizando-se uma avaliação visual, realizada por um examinador calibrado, de acordo com a seguinte escala: escore 1 - ausência de RR; escore 2 - suave (até 25% de comprometimento da dentina); escore 3 - moderada (> 25% até 50%); escore 4 - acentuada (> 50%) (Figuras 5, 6 e 7). Para os casos onde o espécime apresentou mais de um escore, o critério de escolha foi para o maior escore observado. Foi realizada uma análise da porcentagem de ocorrência de cada escore por grupo.

3.10 Análise estatística

3.10.1 Análise quantitativa da movimentação dentária induzida

Os dados obtidos, para cada grupo, foram analisados por meio do programa SigmaPlot (Systat Software Inc., USA). Primeiramente foi realizada a avaliação da normalidade de distribuição dos dados por meio do teste de Shapiro-Wilk com $p > 0,05$. Após verificada distribuição normal, procedeu-se a comparação com o teste Anova – Holm-Sidak com nível de significância de $p = 0,05$ (Tabela 2).

3.10.2 Análise histomorfométrica da remodelação óssea

Os dados obtidos foram analisados por meio do programa Bioestat (5.0, Belém, PA, Brasil). Para avaliar a normalidade de distribuição dos dados, foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk com $p > 0,05$. Após verificada distribuição normal, procedeu-se a comparação com o teste Anova e pós-teste Tukey, para comparação entre os grupos, com nível de significância de $p < 0,05$.

3.10.3 Análise histomorfométrica da profundidade da reabsorção radicular

Para análise estatística foi verificada a natureza da distribuição dos dados de acordo com sua normalidade por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov, foi verificado que a distribuição dos dados não atingiu os critérios de normalidade, optando-se então pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, com nível de significância de 1%, para analisar os escores atribuídos na avaliação da profundidade da RR. Para comparação entre os grupos foi utilizado o teste Dunn considerando-se o nível de significância de 5%.

3.11 Erro do método intra-examinador para análise da quantidade de movimentação dentária e análise histomorfométrica da remodelação óssea

Para esta avaliação foram coletadas medidas, e obtidas as médias e desvios-padrão em um grupo escolhido de forma aleatória. Uma semana após, o mesmo examinador realizou novas medidas no mesmo grupo, obtendo as médias e respectivos desvios-padrão. As duas médias foram submetidas ao teste t e não foi verificada diferença entre os dois intervalos.

3.12 Erro do método intra-examinador para análise histomorfométrica da profundidade da reabsorção radicular

O examinador realizou as análises em dois tempos diferentes, examinando as 56 fotomicrografias, oito de cada grupo estudado, que foram aleatoriamente alteradas de suas posições originais da primeira para a segunda avaliação. Em seguida, a concordância intra-examinador foi avaliada pelo teste estatístico Kappa.

A determinação da profundidade da reabsorção radicular por meio de uma análise visual conforme descrita mostrou-se confiável, já que os valores do teste estatístico Kappa foi de 0.789. A concordância foi substancial.

RESULTADOS

4. RESULTADOS

4.1 Análise quantitativa da movimentação dentária induzida

Os resultados referentes à quantidade de MDI obtida nos grupos são apresentados na tabela 3. Com base na avaliação entre as médias dos grupos estudados, verificou-se a ocorrência de diferenças estatisticamente significantes: todos os grupos submetidos à MDI mostraram-se diferentes em relação ao GC, com aumento da quantidade de movimentação. A quantidade de movimentação dentária observada no GM1 (0,41mm) foi menor do que nos grupos GM7 (0,59mm), GM14 (0,66mm) e GM21 (0,78mm). No GM3 (0,47mm) e no GM5 (0,52mm) a movimentação dentária foi menor que no GM14 (0,66mm) e GM21 (0,78mm). O GM7 (0,59mm) apresentou um deslocamento menor do que o GM21D (0,78mm). A figura 8 mostra o padrão de deslocamento dentário.

4.2 Análise histomorfométrica da remodelação óssea

Os resultados foram descritos tendo como critério a porcentagem média de osso em cada quadrante nos grupos estudados. As médias e desvios-padrão da porcentagem de osso presente estão na tabela 4 e as médias estão representadas na figura 9.

Para o quadrante 1 que representa a área médio-apical de tensão de compressão, observou-se que a diferença entre os grupos, na seguinte conformidade: a porcentagem média de osso encontrado nos grupos GM14 (56,3) e GM21 (57,7) foi maior que no GC (37,0). Neste mesmo quadrante observou-se que a porcentagem de osso para os grupos GM7 (51,9), GM14 e GM21 foi significativamente maior quando comparadas individualmente com os grupos GM1 (34,8), GM3 (30,1) e GM5 (27,0).

Para o quadrante 2 que representa uma área médio-apical de tensão de tração, o GM21 (67,3) apresentou uma porcentagem média de osso significantemente maior, quase o dobro, em relação aos grupos GC (40,4), GM1 (38,5), GM3 (34,4) e GM5 (41,4). E no GM3, a porcentagem de osso encontrada foi estatisticamente menor para o GM14 (58,8).

No quadrante 3 que representa uma área médio-cervical de tensão de compressão, as porcentagens médias de osso encontradas nos grupos GM3 (20,8) e GM5 (24,7) foram significantemente menores que o GC (49). Mesmo fato ocorreu no quadrante 4 que

representa uma área médio-cervical de tensão de tração, onde os grupos GM3 (24,1) e o GM5 (24,5) apresentaram porcentagens significativamente menores que GC (52,9).

As demais comparações não apresentaram diferença estatisticamente significativa.

4.3 Análise histomorfométrica da profundidade da reabsorção radicular

Para avaliação da profundidade de RR no TC e TM, com base na porcentagem de ocorrência verificou-se que as RR apareceram nos grupos GM3, GM5, GM7, GM14 e GM21 sendo que o GM3 foi o grupo que apresentou menor ocorrência (12,5) tanto no TC como no TM e os dois maiores grupos foram o GM14 com 75% no TC e 62,5% no TM e o GM21 com a porcentagem de 62,5 no TM. A figura 10 representa a distribuição da ocorrência de RR em todos os grupos no TC e a figura 11 representa no TM.

Na análise estatística da diferença entre os grupos, foram detectadas diferenças significantes no TC, do grupo GM21 para os grupos GC e GM1, e no TM, os grupos GM14 e GM21 apresentaram diferenças significantes em relação aos grupos GC, GM1 e GM3, conforme avaliação do teste Dunn com nível de significância de 5% (Tabelas 5 e 6).

DISCUSSÃO

5. DISCUSSÃO

No presente estudo avaliou-se a quantidade de deslocamento dentário, a RO e a RR, após a aplicação de forças contínuas sobre molares de ratos. A interpretação dos resultados indica que no GM1 a movimentação dentária foi resultado da compressão do LPD associada com a deflexão do OA. Além dos dois fatores citados anteriormente, com o método utilizado não foi possível comprovar a extrusão como um efeito presente nesta fase da movimentação. Este resultado está de acordo com dados já publicados, onde na fase 1 da movimentação ortodôntica, que dura cerca de 1 dia, o dente é deslocado dentro do seu alvéolo, promovendo deflexão óssea e extrusão.^{1,24} Neste grupo GM1 a quantidade de deslocamento foi significativamente menor que os grupos GM7, GM14 e GM21 e maior que o GC, sendo considerada a fase de deslocamento do movimento dentário. O GM3 e o GM5 foram maiores estatisticamente em relação ao GC, porém em relação ao GM1, não apresentaram diferença estatística, representando uma fase de latência da movimentação dentária, este fato pode estar relacionado devido a presença de áreas hialinas encontradas nestes grupos. Nos grupos GM7, GM14 e GM21, o deslocamento dentário foi significativamente maior em relação ao GC e GM1, apresentando um padrão de deslocamento linear crescente, podendo representar a fase de aceleração do movimento dentário.

Muitos fatores podem afetar a quantidade de movimentação dentária além da magnitude da força, podendo ser intrínsecos, como diferentes formas de raiz e osso alveolar, a densidade óssea, tipos de força aplicada ou fatores extrínsecos, como traumas oclusais e hábitos de mastigação.²⁵ Alikhani et al.²⁵ em 2015, em seu estudo, relataram que diferentes magnitudes de força produziram movimentação dentária semelhante.

O modelo experimental analisado mostrou que o deslocamento dentário com as forças utilizadas foi muito próximo com os achados em outros estudos.^{26,27} A inferência dos resultados obtidos, estimula a consideração de que quanto maior o tempo analisado, maior a taxa de deslocamento dentário, para o tipo de força analisada. Esta afirmação é feita com base em significância estatística. Do ponto de vista clínico, interpreta-se que a força utilizada foi de natureza contínua típica do tipo de mola utilizada. Ainda neste contexto, deve ser destacado que este tipo de mola só interrompe o deslocamento dentário quando totalmente passiva. Aras et al.²⁸ concluíram que forças contínuas produziram mais movimentação dentária quando comparadas às forças intermitentes.

Em relação à RO, a maior extensão de área ocupada pelo LPD entre a parede da bifurcação e o osso alveolar inter-radicular corresponde a remodelação óssea, sendo que o movimento dentário, colabora para o processo de RO.²⁹ Após a mecânica ortodôntica, a remodelação óssea coordenada ocorre e consiste no predomínio da atividade de reabsorção óssea em áreas do LPD sob tensão de compressão e o predomínio de deposição óssea em áreas do LPD sob tensão de tração.³⁰ Isso foi possível observar no quadrante 2, onde apresenta uma maior quantidade de osso, devido a maior possibilidade de aposição óssea nessa região. Rygh et al.³¹ relataram um aumento na atividade vascular do LPD e um aumento do fornecimento de sangue para as áreas de atividade osteoclástica durante a MDI no lado de pressão.

A RO é um evento importante que acompanha o movimento dentário, e os resultados do presente estudo destacaram maior ocorrência de RO na área de tensão de compressão no TC (quadrante 3), sendo este o quadrante que está diretamente relacionado com o efeito da força aplicada. A porcentagem de osso encontrada no GM1, não foi diferente em relação ao GC, comprovando o deslocamento do dente no espaço do LPD, em ocorrer ainda alteração na quantidade óssea. As porcentagens médias de osso encontradas nos grupos GM3 e GM5 foram significativamente menores que o GC, mostrando nestes grupos, ausência de movimentação significativa, mas apresentaram RO com maior possibilidade de reabsorção óssea, sendo representada com menor porcentagem de osso. Os grupos GM7, GM14 e GM21, apresentaram maiores porcentagens de osso, com maior possibilidade de neoformação óssea, porém não foram diferentes significativamente em relação ao GC, sendo que esses grupos apresentaram maiores taxas de deslocamento dentário.

Foi observado que nos grupos GM3 e GM5 ocorreu RO com predomínio de reabsorção e nos grupos GM7, GM14 e GM21, a RO ocorreu com predomínio de neoformação, sugerindo maior formação óssea a partir do dia 7. Resultados parecidos ocorreram no estudo de King et al.³² onde encontrou-se em curto prazo, que a RO não é equilibrada, um período (1 e 3 dias) de pouca mudança e uma fase que é principalmente formativa começando entre os dias 5 e 7 e com duração até o final do experimento. Tais eventos observados no tecido ósseo devem ser considerados com a devida cautela, pois a divisão do septo inter-radicular em quadrantes seguiu um critério geométrico, que nem sempre representa o comportamento funcional deste septo sob ação de forças ortodônticas.

Em relação às RR, as forças aplicadas foram evidentes na face mesial da RDV analisados nos TC e TM, mesma localização estudada em outros trabalhos.^{33,34} Muitos estudos têm mostrado que a RR é agravada pelo aumento da magnitude de força.^{35,36} Asano et al.³⁷ em 2011 observaram que RR apareceram após a aplicação de 50 cN de força, mas sem RR com força de 10 cN, nos ratos movimentados com força de 50 cN, muitas lacunas de reabsorção com células multinucleadas apareceram na superfície radicular após movimentação dentária por 7 dias. Neste trabalho, foram obtidos os mesmos resultados nos animais movimentados por 7 dias, onde na maioria dos animais, foi encontrada RR tanto no TC como no TM.

Não foi observada RR no GC e no GM1, enquanto no GM21 todos animais apresentaram RR em ambos os terços. Notou-se uma maior quantidade e severidade de RR conforme o aumento dos períodos experimentais. Portanto, o modelo experimental deste estudo mostrou-se capaz de induzir a RR, uma vez que a força contínua utilizada neste estudo causa mais reabsorção radicular do que a força intermitente.²⁸ Esses resultados corroboram com os resultados de Cuoghi et al.³⁸ onde verificaram que a magnitude da força não é o fator essencial para RR, e sim o tipo de força.

Segundo Alikhani et al.²⁵ magnitude de forças intensas e suaves, produziram alterações histológicas semelhantes. Verna et al.³⁹ em 2003, verificaram que a remodelação óssea elevada aumentou a quantidade de movimentação dentária em comparação com o estado normal ou baixa remodelação óssea. Nos estudos que avaliam os efeitos biológicos da MDI, fica explícito que a movimentação no seu aspecto mecânico, atinge seu objetivo, confirmado pela taxa de movimentação ao longo do tempo. No que diz respeito às respostas biológicas, estas ainda mostram uma grande variabilidade que dificulta o estabelecimento de um quadro relação “causa-efeito” bem definido. Por isso, o motivo de resultados muito diferentes mesmo sob condições experimentais similares. Com base nos resultados deste estudo, sugere-se novas pesquisas com tempos experimentais maiores, com objetivo de avaliar a taxa de deslocamento dentário, visto que até 21 dias com a mola de força contínua, houve aumento na quantidade de deslocamento dentário. Com a análise de tempos maiores especula-se visualizar em que momento ocorre a interrupção ou declínio dessa taxa de deslocamento, o que também pode ser relacionado com a RR.

CONCLUSÃO

6. CONCLUSÃO

Nas condições experimentais deste estudo, pode-se concluir que:

- 1- A quantidade de movimentação dentária está relacionada com o tempo de aplicação da força, quanto maior o tempo, maior o deslocamento dentário, com maior aumento no período tardio;
- 2- A RO ocorreu com maior predomínio de reabsorção óssea nos grupos GM3 e GM5 e com predomínio de aposição óssea nos grupos GM7, GM14 e GM21 na área de tensão de compressão no terço cervical;
- 3- As RR estiveram presentes como efeito da MDI com predomínio nos tempos tardios.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS*

1. Krishnan V, Davidovitch Z. Cellular, molecular, and tissue-level reactions to orthodontic force. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2006;129:469.e1-32.
2. Garlet TP, Coelho U, Repeke CE, Silva JS, Cunha Fde Q, Garlet GP. Differential expression of osteoblast and osteoclast chemmoattractants in compression and tension sides during orthodontic movement. *Cytokine*. 2008; 42:330-335.
3. Reitan K. Clinical and histologic observations on tooth movement during and after orthodontic treatment. *Am J Orthod*. 1967;53:721-745.
4. Rygh P. Ultrastructural changes in tension zones of rat molar periodontium incident to orthodontic tooth movement. *Am J Orthod*. 1976;70:269-281.
5. Hill PA, Orth M. Bone remodeling. *Br J Orthod*. 1998;25:101-107.
6. Meghji S. Bone remodeling. *Br Dent J*. 1992;172:235-242.
7. Macapanpan LC, Weinmann JP, Brodie AG. Early tissue changes following tooth movement in rats. *Angle Orthod*. 1954;24:79-95.
8. Otero RL, Parodi RJ, Ubios AM, Carranza FA Jr, Cabrini RL. Histologic and histometric study of bone resorption after tooth movement in rats. *J Periodontal Res*. 1973;8:327-333.
9. Roberts WE, Huja S, Roberts JA. Bone modeling: biomechanics, molecular mechanisms, and clinical perspectives. *Sem Orthod*. 2004;10:123-161.
10. Heller IJ, Nanda R. Effect of metabolic alteration of periodontal fibers on orthodontic tooth movement. An experimental study. *Am J Orthod*. 1979; 75:239-258.
11. Kikuta J, Yamaguchi M, Shimizu M, Yoshino T, Kasai K. Notch Signaling Induces Root Resorption via RANKL and IL-6 from hPDL Cells. *J Dent Res*. 2015;94:140-147.
12. Brudvik P, Rygh P. Non-clast cells start orthodontic root resorption in the periphery of hyalinized zones. *Eur J Orthod*. 1993;15:467-480.
13. King GJ, Fischlschweiger W. The effect of force magnitude on extractable bone resorptive activity and cemental cratering in orthodontic tooth movement. *J Dent Res*. 1982;61:775-779.

* O texto foi escrito, no formato de artigo, segundo as normas da revista The Angle Orthodontist (ANEXO B)

14. Tomizuka R, Shimizu Y, Kanetaka H, Suzuki A, Urayama S, Kikuchi M, et al. Histological evaluation of the effects of initially light and gradually increasing force on orthodontic tooth movement. *Angle Orthod.* 2007;77:410-416.
15. Brooks PJ, Nilforoushan D, Manolson MF, Simmons CA, Gong SG. Molecular markers of early orthodontic tooth movement. *Angle Orthod.* 2009; 79:1108-1113.
16. Ferlin CR, Andrade PCS, Faria LP, Topolski F, Micheletti KR, Cuoghi OA, et al. Avaliação do modelo experimental em ratos para reabsorção radicular: uma revisão sistemática. *Braz Oral Res.* 2015;29:500.
17. 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.* 2004;26:483-490.
18. Kirschneck C, Proff P, Fanghaenel J, Behr M, Wahlmann U, Roemer P. Differentiated analysis of orthodontic tooth movement in rats with an improved rat model and three-dimensional imaging. *Annals of Anatomy.* 2013;195:539-553.
19. Garcia VG, Novaes VCN, Almeida JM, Longo M, Ervolino E, Bomfim SRM, Theodoro LH. Evaluation of the progression and treatment of experimental periodontitis in rats subjected to chemotherapy with 5-fluorouracil. *Support Care Cancer.* 2015;23:2007-2017.
20. Crivelini MM, Oliveira VH, Rodrigues MAB, Fabre AF, Mendonça MR. A standard protocol for histopathological rat periodontal analysis in orthodontic research. In: 90th Congress of the European Orthodontic Society, 2014, Varsóvia. Abstracts-90th Congress of the European Orthodontic Society. Warsaw: 90th Congress of the European Orthodontic Society, 2014.
21. Salazar M, Hernandez L, Ramos AL, Salazar BO, Micheletti KR, Paranhos LR, Mendonça MR, Cuoghi OA. Effect of alendronate sodium on tooth movement in ovariectomized rats. *Arch Oral Biol.* 2015;60:776-781.
22. Kalia S, Melsen B, Verna C. Tissue reaction to orthodontic tooth movement in acute and chronic corticosteroid treatment. *Orthod Craniofac Res.* 2004;7:26-34.
23. Sella RC, Mendonça MR, Cuoghi OA, An TL. Histomorphometric evaluation of periodontal compression and tension sides during orthodontic tooth movement in rats. *Dental Press J Orthod.* 2012;17:108-117.

24. Von Böhl M, Maltha JC, Von Den Hoff JW, Kuijpers-Jagtman AM. Focal hyalinization during experimental tooth movement in beagle dogs. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2004;125:615-623.
25. Alikhani M, Alyami B, Lee IS, Almoammar S, Vongthongleur T, Alikhani M, et al. Saturation of the biological response to orthodontic forces and its effect on the rate of tooth movement. *Orthod Craniofac Res*. 2015;18:8-17.
26. Holliday LS, Vakani A, Archer L, Dolce C. Effects of Matrix Metalloproteinase Inhibitors on Bone Resorption and Orthodontic Tooth Movement. *J Dent Res*. 2003;82:687-691.
27. Chen Y, Wang XX, Zhao BJ, Bu J, Su YR, Zhang J. Effects of icariin on orthodontic tooth movement in rats. *Int J Clin Exp Med*. 2015;8:8608-8616.
28. Aras B, Cheng LL, Turk T, Elekdag-Turk S, Jones AS, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum: Part 23. Effects of 2 or 3 weekly reactivated continuous or intermittent orthodontic forces on root resorption and tooth movement. A microcomputed tomography study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2012;141:e29–e37.
29. Cossetin E, Janson G, de Carvalho MG, de Carvalho RA, Henriques JF, Garib D. Influence of low-level laser on bone remodeling during induced tooth movement in rats. *Angle Orthod*. 2013;83:1015-1021.
30. Keles A, Grunes B, Difuria C, et al. Inhibition of tooth movement by osteoprotegerin vs. pamidronate under conditions of constant orthodontic force. *Eur J Oral Sci*. 2007;115:131-136.
31. Rygh P, Bowling K, Hovlandsdal L, Williams S. Activation of the vascular system: a main mediator of periodontal fiber remodeling in orthodontic tooth movement. *Am J Orthod*. 1986;89:453-468.
32. King GJ, Keeling SD, Wronski TJ. Histomorphometric study of alveolar bone turnover in orthodontic tooth movement. *Bone*. 1991;12:401-409.
33. Kurohama T, Hotokezaka H, Hashimoto M, Tajima T, Arita K, Kondo T, et al. Increasing the amount of corticotomy does not affect orthodontic tooth movement or root resorption, but accelerates alveolar bone resorption in rats. *Eur J Orthod*. 2016;3:1-10.
34. Murphy C, Kalajzic Z, Chandhoke T, Utreja A, Nanda R, Uribe F. The effect of corticision on root resorption with heavy and light forces. *Angle Orthod*. 2016;86:17-23.

35. Chan E, Darendeliler MA. Physical properties of root cementum; Part 5. Volumetric analysis of root resorption craters after application of light and heavy orthodontic forces. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2005;127:186-195.
36. Gameiro GH, Nouer DF, Borges DAMMB, et al. Evaluation of root resorption associated with orthodontic movement in stressed rats. *Minerva Stomatol*. 2008;57:569-575.
37. Asano M, Yamaguchi M, Nakajima R et al. IL-8 and MCP-1 induced by excessive orthodontic force mediates odontoclastogenesis in periodontal tissues. *Oral Dis*. 2011;17:489-498.
38. Cuoghi OA, Aiello CA, Consolaro A, Tondelli PM, Mendonça MR. Resorption of roots of different dimension induced by different types of forces. *Braz Oral Res*. 2014;28:1-7.
39. Verna C, Dalstra M, Melsen B. Bone turnover rate in rats does not influence root resorption induced by orthodontic treatment. *Eur J Orthod*. 2003;25:359-363.

FIGURAS

Fig. 1 - Dispositivo mecânico.

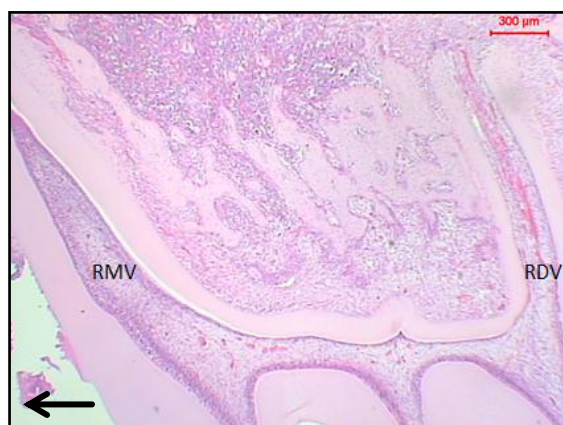


Fig. 2 - Representação microscópica. HE. Aumento de 40x. Raiz méso-vestibular (RMV) e raiz disto-vestibular (RDV).

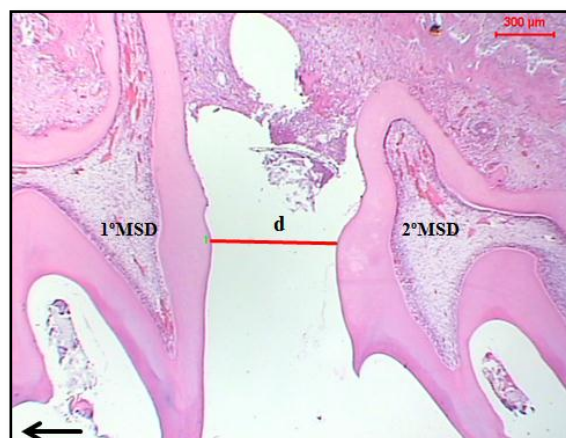


Fig. 3 - Mensuração da MDI. HE. Aumento de 40x. distância (d).

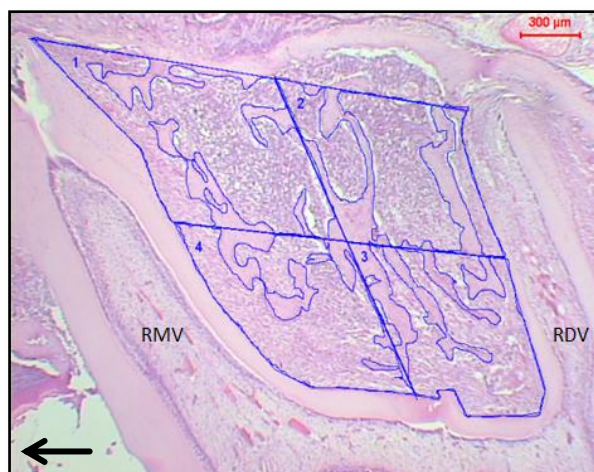


Fig. 4 - Representação microscópica da área de osso inter-radicular com divisão por quadrantes e análise histomorfométrica da remodelação óssea. HE. Aumento de 40x. Raiz méso-vestibular (RMV) e raiz disto-vestibular (RDV).

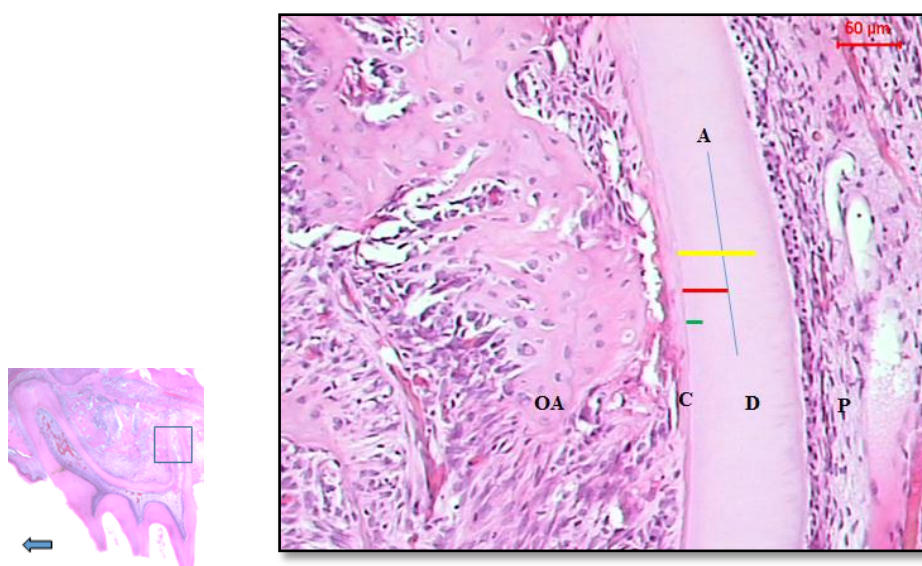


Fig. 5 - Representação microscópica da profundidade da reabsorção radicular. Linha azul (linha A) representa metade da espessura da dentina; escore 4 - linha amarela; escore 3 - linha vermelha; escore 2 - linha verde. HE. Aumento de 200x. Polpa (P), Dentina (D), Cimento (C), Osso Alveolar (OA).

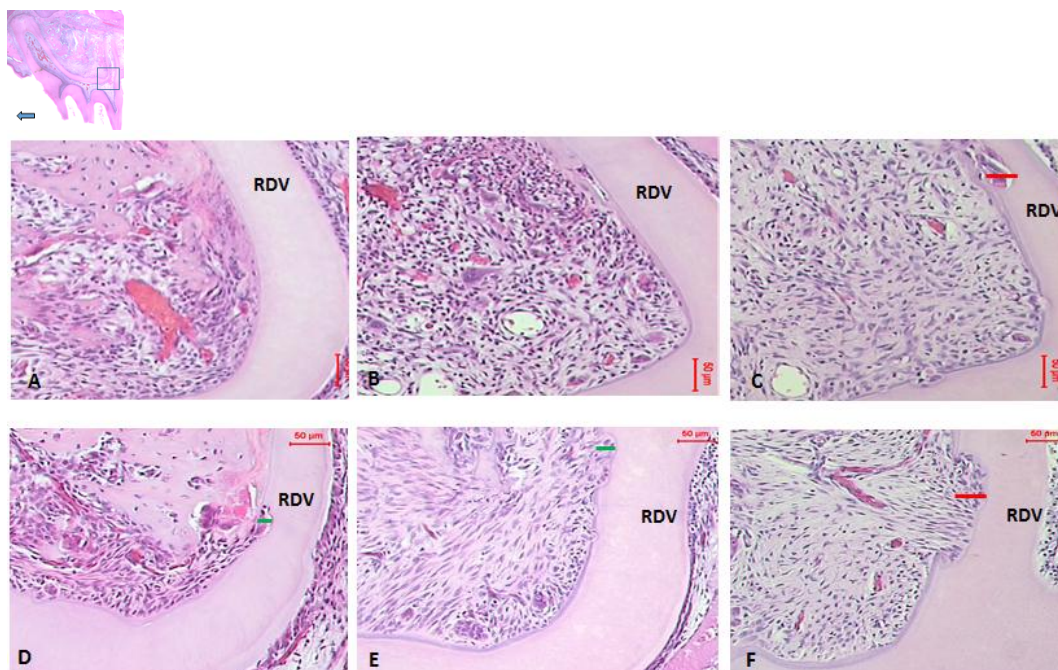


Fig. 6 - Representação microscópica da profundidade da reabsorção radicular. Terço cervical. HE. Aumento de 200x. A: GM1, escore 1; B: GM3, escore 1; C: GM5, escore 3 (linha vermelha); D: GM7, escore 2 (linha verde); E: GM14, escore 2 (linha verde); F: GM21, escore 3 (linha vermelha).

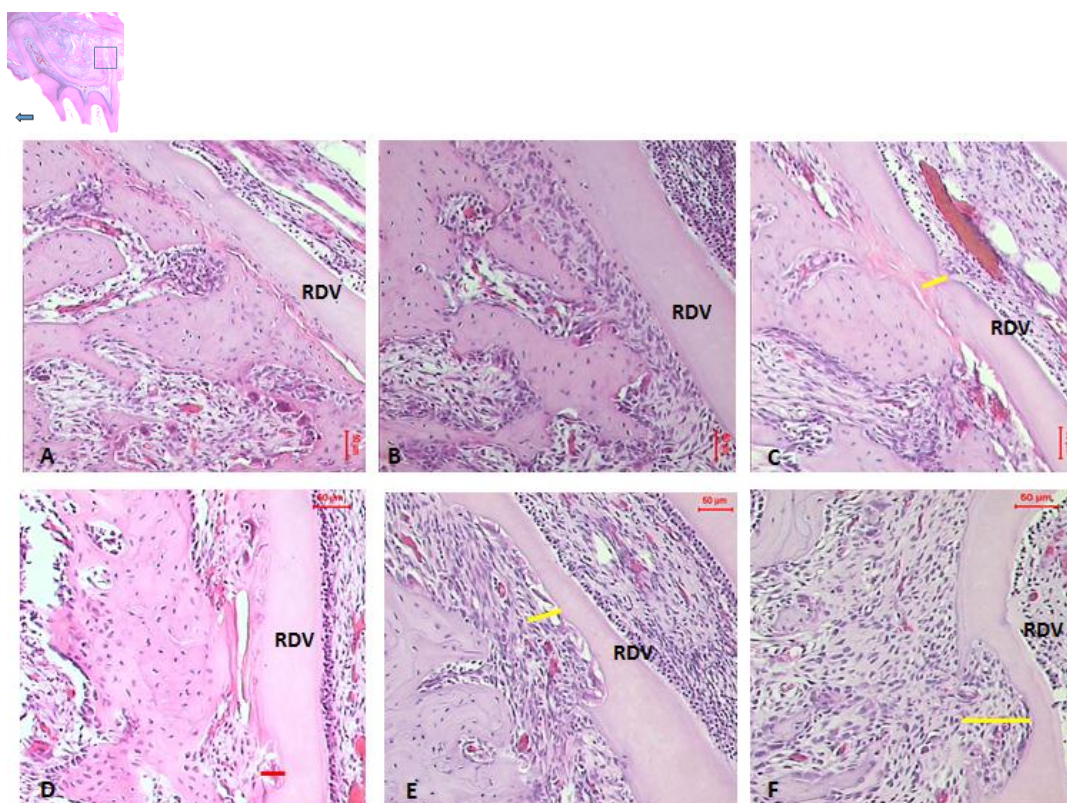


Fig. 7 - Representação microscópica da profundidade da reabsorção radicular. Terço médio. HE. Aumento de 200x. A: GM1, escore 1; B: GM3, escore 1; C: GM5, escore 4 (linha amarela); D: GM7, escore 3 (linha vermelha); E: GM14, escore 4 (linha amarela); F: GM21, escore 4 (linha amarela).

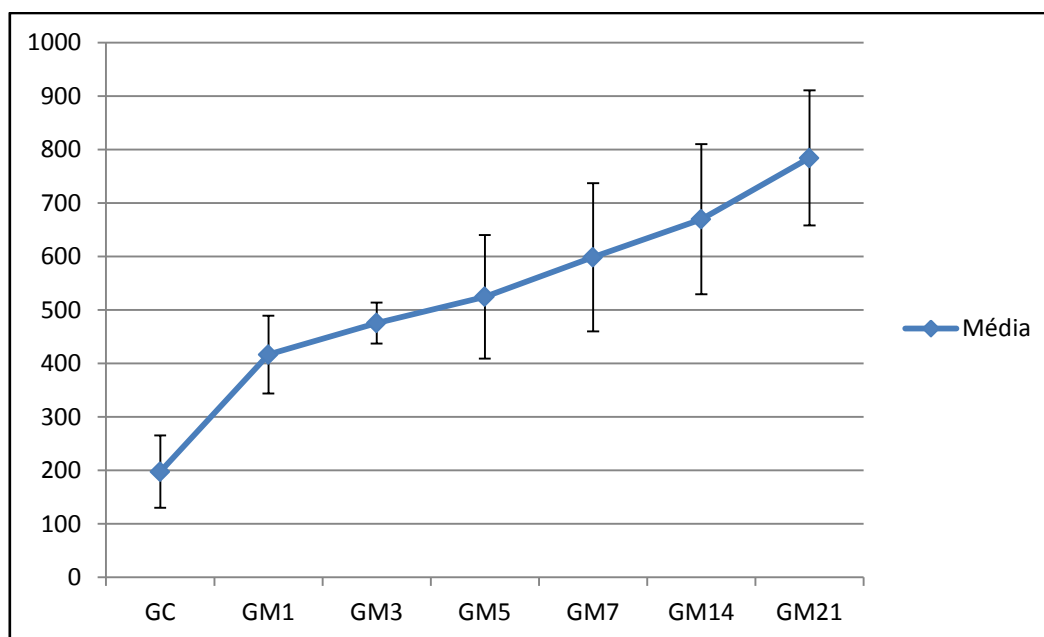


Fig. 8 - Quantidade de MDI por grupo.

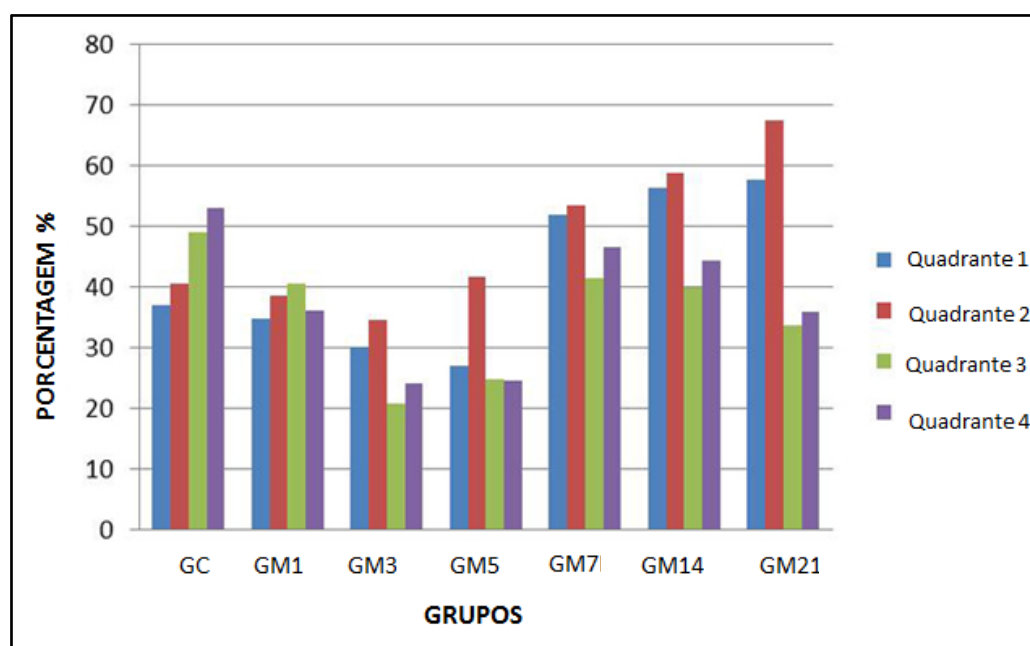


Fig. 9 - Porcentagem de remodelação óssea representada pela média.

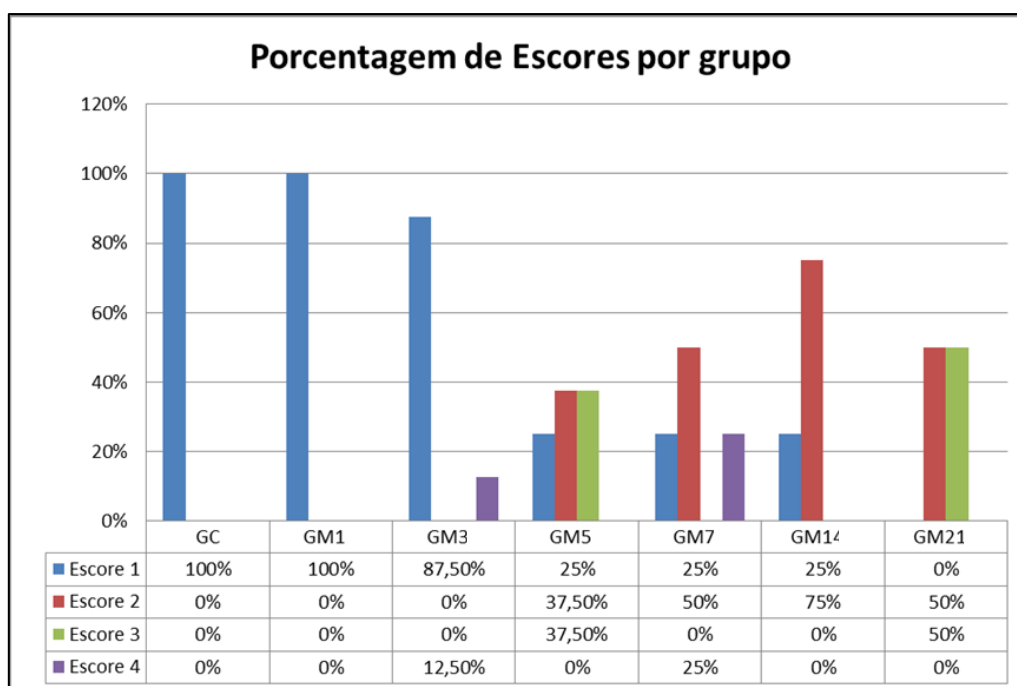


Fig. 10 - Distribuição da ocorrência da profundidade da reabsorção radicular expressa em porcentagem de escores por grupo no terço cervical.

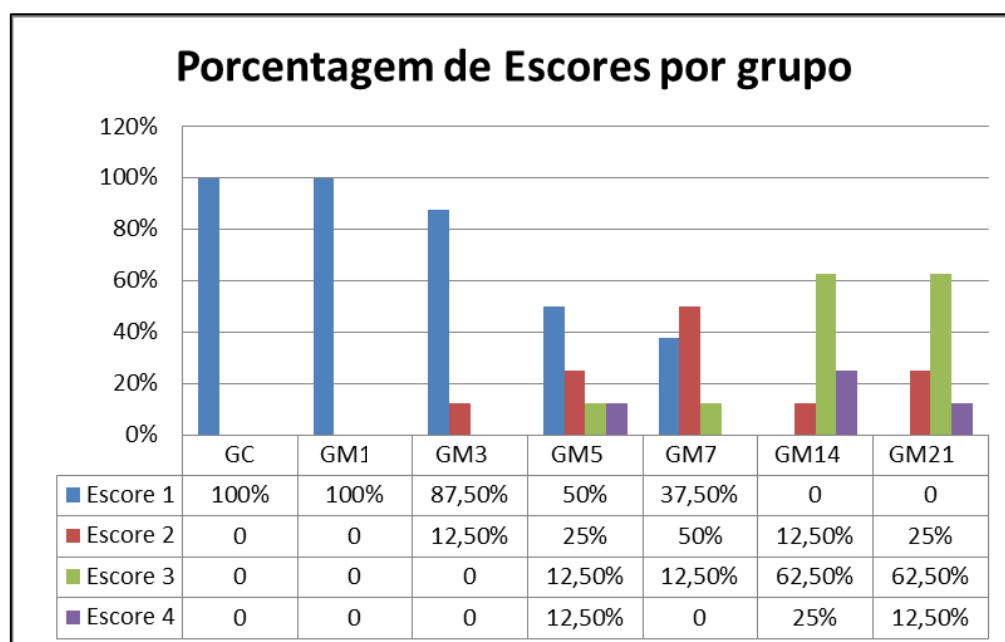


Fig. 11- Distribuição da ocorrência da profundidade da reabsorção radicular expressa em porcentagem de escores por grupo no terço médio.

TABELAS

Tabela 1 - Formação dos Grupos Experimentais

GRUPOS	MDI
GC	ausente
GM1	1dia
GM3	3dias
GM5	5dias
GM7	7dias
GM14	14dias
GM21	21dias

MDI- movimentação dentária induzida

Tabela 2 - Análise da quantidade de MDI -Teste de Holm-Sidak

Comparações	Diferença entre médias	t	p	p< 0,05
GM21 x GC	586,730	11,741	<0,001	S
GM14 x GC	472,160	10,021	<0,001	S
GM7 x GC	400,980	7,723	<0,001	S
GM21 x GM1	384,531	7,300	<0,001	S
GM5 x GC	301,640	6,036	<0,001	S
GM21 x GM3	311,755	5,918	<0,001	S
GM3 x GC	274,975	5,502	<0,001	S
GM21 x GM5	285,090	5,412	<0,001	S
GM14 x GM1	269,961	5,402	<0,001	S
GM1 x GC	202,199	4,046	0,002	S
GM14 x GM3	197,185	3,946	0,003	S
GM7 x GM1	198,781	3,646	0,006	S
GM14 x GM5	170,520	3,412	0,011	S
GM21 x GM7	185,750	3,407	0,01	S
GM7 x GM3	126,005	2,311	0,161	Ns
GM21 x GM14	114,570	2,293	0,146	Ns
GM5 x GM1	99,441	1,888	0,284	Ns

GM7 x GM5	99,340	1,822	0,265	Ns
GM3 x GM1	72,776	1,382	0,434	Ns
GM14 x GM7	71,180	1,371	0,321	Ns
GM5 x GM3	26,665	0,506	0,615	Ns

s- diferença significativa , ns- diferença não significativa.

Tabela 3 - Quantidade de MDI por grupo com média, desvio-padrão e diferença estatística

	GC	GM1	GM3	GM5	GM7	GM14	GM21
Média	197,5	416,5 ^a	475,5 ^{a,e}	524,6 ^{a,b}	598,5 ^{b,c,e}	669,6 ^{c,d}	784,2 ^d
DP	67,7	72,5	38,1	115,7	138,5	140,6	126,5

Grupos com letras iguais não possuem diferença estatisticamente significativa entre eles, p <0,05.

Tabela 4 - Porcentagem de remodelação óssea representada pela média e desvio-padrão

Quadrante	GC	GM1	GM3	GM5	GM7	GM14	GM21
1	37,0 ^{a,b} ± 3,5	34,8 ^{c,d,e} ± 6,6	30,1 ^{f,g,h} ± 11,4	27,0 ^{i,j,k} ± 5	51,9 ^{c,f,i} ± 3,2	56,3 ^{a,d,g,j} ± 10	57,7 ^{b,e,h,k} ± 9,5
2	40,4 ^a ± 10,9	38,5 ^b ± 7,1	34,4 ^{c,d} ± 11,9	41,5 ^e ± 11,1	53,3 ± 9,6	58,8 ^c ± 13	67,3 ^{a,b,d,e} ± 4,6
3	49,0 ^{a,b} ± 6,8	40,4 ± 9,3	20,8 ^a ± 7	24,7 ^b ± 12	41,4 ± 18,7	39,9 ± 9,6	33,7 ± 12,2
4	52,9 ^{a,b} ± 4,7	36,1 ± 5,2	24,1 ^a ± 5,1	24,5 ^b ± 11,9	46,4 ± 17,1	44,3 ± 15,1	35,8 ± 18,6

Letras iguais possuem diferença estatística, p <0,05.

Tabela 5 - Análise da profundidade da RR - resultado do teste estatístico de Dunn para as comparações individuais entre grupos experimentais com base nos parâmetros avaliados (p<0,05) – terço cervical.

Comparações (método de Dunn)	Dif. Postos	z calculado	z crítico	P
GC e GM1	0.0000	0.0000	3.038	Ns
GC e GM3	5.0000	0.6131	3.038	Ns
GC e GM5	21.7500	2.6672	3.038	Ns
GC e GM7	21.5000	2.6365	3.038	Ns
GC e GM14	17.2500	2.1153	3.038	Ns
GC e GM21	29.0000	3.5562	3.038	< 0,05
GM1 e GM3	5.0000	0.6131	3.038	Ns

GM1 e GM5	21.7500	2.6672	3.038	Ns
GM1 e GM7	21.5000	2.6365	3.038	Ns
GM1 e GM14	17.2500	2.1153	3.038	Ns
GM1 e GM21	29.0000	3.5562	3.038	< 0,05
GM3 e GM5	16.7500	2.0540	3.038	Ns
GM3 e GM7	16.5000	2.0234	3.038	Ns
GM3 e GM14	12.2500	1.5022	3.038	Ns
GM3 e GM21	24.0000	2.9431	3.038	Ns
GM5 e GM7	0.2500	0.0307	3.038	Ns
GM5 e GM14	4.5000	0.5518	3.038	Ns
GM5 e GM21	7.2500	0.8891	3.038	Ns
GM7 e GM14	4.2500	0.5212	3.038	Ns
GM7 e GM21	7.5000	0.9197	3.038	Ns
GM14 e GM21	11.7500	1.4409	3.038	Ns

ns – diferença estatisticamente não significativa

<0,05 – diferença encontrada entre os grupos avaliados

Tabela 6 - Análise da profundidade da RR - resultado do teste estatístico de Dunn para as comparações individuais entre grupos experimentais com base nos parâmetros avaliados ($p < 0,05$) – terço médio.

Comparações (método de Dunn)	Dif. Postos	z calculado	z crítico	P
GC e GM1	0.0000	0.0000	3.038	Ns
GC e GM3	2.5000	0.3066	3.038	Ns
GC e GM5	13.7500	1.6861	3.038	Ns
GC e GM7	13.8750	1.7015	3.038	Ns
GC e GM14	31.6250	3.8781	3.038	< 0,05
GC e GM21	29.2500	3.5869	3.038	< 0,05
GM1 e GM3	2.5000	0.3066	3.038	Ns
GM1 e GM5	13.7500	1.6861	3.038	Ns
GM1 e GM7	13.8750	1.7015	3.038	Ns
GM1 e GM14	31.6250	3.8781	3.038	< 0,05
GM1 e GM21	29.2500	3.5869	3.038	< 0,05
GM3 e GM5	11.2500	1.3796	3.038	Ns
GM3 e GM7	11.3750	1.3949	3.038	Ns
GM3 e GM14	29.1250	3.5715	3.038	< 0,05
GM3 e GM21	26.7500	3.2803	3.038	< 0,05
GM5 e GM7	0.1250	0.0153	3.038	Ns
GM5 e GM14	17.8750	2.1920	3.038	Ns
GM5 e GM21	15.5000	1.9007	3.038	Ns
GM7 e GM14	17.7500	2.1766	3.038	Ns
GM7 e GM21	15.3750	1.8854	3.038	Ns
GM14 e GM21	2.3750	0.2912	3.038	Ns

ns – diferença estatisticamente não significativa

<0,05 – diferença encontrada entre os grupos avaliados

ANEXOS

ANEXO A - Certificado da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA)



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"



CAMPUS ARAÇATUBA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

CEUA - Comissão de Ética no Uso de Animais
CEUA - Ethics Committee on the Use of Animals

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto de Pesquisa intitulado "**Avaliação histopatológica dos períodos tardios da movimentação dentária ortodôntica em molares murinos**", Processo FOA nº 2014-00814, sob responsabilidade de Marcos Rogério de Mendonça apresenta um protocolo experimental de acordo com os Princípios Éticos da Experimentação Animal e sua execução foi aprovada pela CEUA em 02 de Setembro de 2014.

VALIDADE DESTE CERTIFICADO: 10 de Setembro de 2016.

DATA DA SUBMISSÃO DO RELATÓRIO FINAL: até 10 de Outubro de 2016.

CERTIFICATE

We certify that the study entitled "**Histopathological evaluation in late periods of orthodontic tooth movement in murine molars**", Protocol FOA nº 2014-00814, under the supervision of Marcos Rogério de Mendonça presents an experimental protocol in accordance with the Ethical Principles of Animal Experimentation and its implementation was approved by CEUA on September 02, 2014.

VALIDITY OF THIS CERTIFICATE: September 10, 2016.

DATE OF SUBMISSION OF THE FINAL REPORT: October 10, 2016.


Prof. Dra. Maria Gisela Laranjeira
Coordenadora da CEUA
CEUA Coordinator

CEUA - Comissão de Ética no Uso de Animais
Faculdade de Odontologia de Araçatuba
Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba
Rua José Bonifácio, 1193 – Vila Mendonça - CEP: 16015-050 – ARAÇATUBA – SP
Fone (18) 3636-3234 Email CEUA: ceua@foa.unesp.br



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"



CAMPUS ARAÇATUBA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

CEUA - Comissão de Ética no Uso de Animais
CEUA - Ethics Committee on the Use of Animals

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto de Pesquisa intitulado "**Frequência das alterações histopatológicas no ligamento periodontal decorrentes dos períodos iniciais da movimentação dentária ortodôntica**", Processo FOA nº 2014-00813, sob responsabilidade de Marcos Rogério de Mendonça apresenta um protocolo experimental de acordo com os Princípios Éticos da Experimentação Animal e sua execução foi aprovada pela CEUA em 02 de Setembro de 2014.

VALIDADE DESTE CERTIFICADO: 10 de Setembro de 2016.

DATA DA SUBMISSÃO DO RELATÓRIO FINAL: até 10 de Outubro de 2016.

CERTIFICATE

We certify that the study entitled "**Frequency of histopathological events in periodontal ligament arising from early periods of tooth movement**", Protocol FOA nº 2014-00813, under the supervision of Marcos Rogério de Mendonça presents an experimental protocol in accordance with the Ethical Principles of Animal Experimentation and its implementation was approved by CEUA on September 02, 2014.

VALIDITY OF THIS CERTIFICATE: September 10, 2016.

DATE OF SUBMISSION OF THE FINAL REPORT: October 10, 2016.


Profa. Dra. Maria Gisela Laranjeira
Coordenadora da CEUA
CEUA Coordinator

CEUA - Comissão de Ética no Uso de Animais
Faculdade de Odontologia de Araçatuba
Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba
Rua José Bonifácio, 1193 – Vila Mendonça - CEP: 16015-050 – ARAÇATUBA – SP
Fone (18) 3636-3234 Email CEUA: ceua@foa.unesp.br

ANEXO B - Normas da revista selecionada para a publicação do artigo.

The Angle Orthodontist

ISSN: 0003-3219

ONLINE SUBMISSION INSTRUCTIONS

Please be aware that The Angle Orthodontist participates in the CrossCheck™ initiative and that all submissions are subject to screening with iThenticate software to detect plagiarism.

Please organize and enter your Original Article manuscript using the following headings (Case reports and other types of articles may vary):

COVER LETTER FILES - You can have as many cover letters as you need. - Manuscripts must contain the following:

- **Title Page** - Please use one cover letter to show the demographic data of all authors. The page should show the title of the manuscript and the authors in the order requested by you. After each author a superscript letter such as ^{a,b,etc} should be accompanied by demographic information for that author. For example:

Joseph A. Smith^a; Jane K. Doe^b; Susan Al-Kiri^c

^a Professor, Department of Orthodontics, School of Dentistry, University of XYZ, Fargo, North Dakota

^b Professor and Department Chair, Department of Orthodontics, School of Dentistry, University of ABC, Portland, California

^c Private practice, Ankara, Turkey

Corresponding author: Dr. Jane K. Doe, Professor and Department Chair, Department of Orthodontics, Room 500, School of Dentistry, University of ABC, 1314 Main Street, Portland, California 97205

- **Copyright Releases** - The following written statement, signed by one of the authors and acting on behalf of all of the authors, must accompany all manuscripts: electronic signatures are acceptable.

"The undersigned author transfers all copyright ownership of the manuscript (fill in the title of your manuscript) to *The Angle Orthodontist* in the event the work is published. The undersigned author warrants that the article is original, is not under consideration for publication by another journal and has not been previously published. I sign for and accept responsibility for releasing this material on behalf of *any* and all coauthors."

Direct quotations, tables or images that have appeared elsewhere in copyrighted material must be accompanied by a signed release from the copyright owner. Complete information identifying the source of the material is required.

- **Patient Releases** - A signed release must be obtained for all images that contain identifiable patients or human subjects. These releases must be retained indefinitely by the Corresponding Author. A cover letter must be submitted with the manuscript attesting to the fact that all applicable patient releases were obtained and are on file with the Corresponding Author.

Each release statement must be on a separate page, include the manuscript title, all authors' names and contain a copy of the following statement signed by the patient:

"I hereby grant all rights to publish photographs or other images of me in the above manuscript where I appear as a patient or subject without payment of any kind. I have been informed that any images of me that do appear may be modified."

ARTICLE FILE

Articles must be original and written in clear English. The total article file must be entered as one document and must contain the Title, Abstract, Text References and Figure Legends. The article file and any of its revisions must not exceed a maximum of 3500 words. To determine the number of words in your document, go to the toolbar, click on tools and then click on word count.

For Systematic Reviews, use [the PRISMA statement for uniformity in reporting format](#). Follow the proposed structure and subheadings whenever possible. The article file for systematic reviews must not exceed a maximum of 4000 words. For Letters to the Editor, the article file must not exceed a maximum of 250 words.

Please note that *The Angle Orthodontist* does not use End Notes in the Article File.

Please enter only the following items in the article file:

TITLE

ABSTRACT - *The Angle Orthodontist* uses a structured abstract which must be limited to 250 words. The abstract should conform to the following outline and not contain an introduction, literature review or discussion. An unstructured abstract is satisfactory for a case report.

Objective: List the specific goal(s) of the research.

Materials and Methods: Briefly describe the procedures you used to accomplish this work. Leave the small details for the manuscript itself.

Results: Identify the results that were found as a result of this study.

Conclusion: List the specific conclusion(s) that can be drawn based on the results of this study. The Conclusions should speak to the Objective.

ARTICLE FILE - An original article text (**3500 words or less**) will contain the following in order:

INTRODUCTION - This section states the purpose of the research and the basis for why this project was undertaken and restates a clear measurable objective.

MATERIALS AND METHODS - This section states exactly what was done and should enable a reader to replicate the work. Materials or methods described elsewhere in the literature can be referenced without repeating these details. Identify teeth using the full name of the tooth or the FDI annotation. If human subjects or animals were involved in the work, this section must contain a statement that the rights of the human or animal subjects were protected and approval was obtained from an identified institutional review board, or its equivalent.

RESULTS - This section should describe the objective findings without any comment on their significance or relative importance. Cite all tables and figures in sequential order in the text.

DISCUSSION - Only this section allows you freedom to interpret your data and to give your opinion of the value of your findings relative to previous work. All opinions must be limited to this section.

CONCLUSION - This section states what conclusions can be drawn specifically from the research reported. Bullet points are preferred. Do not repeat material from other sections.

REFERENCES - References cited must refer to published material. Number references consecutively in order of their appearance in the manuscript using superscript and Arabic numerals. References to "personal communication" or unpublished theses are not acceptable. The style and punctuation of references should strictly conform to *American Medical Association Manual of Style: A Guide for Authors and Editors*, 9th ed (Baltimore, Md: Williams & Wilkins; 1998). Consult previous issues of *The Angle Orthodontist* for guidance (Available at <http://www.angle.org>).

FIGURE LEGENDS - All figures must be numbered sequentially in the manuscript and a legend for each figure must appear in this section.

TABLE FILES

Each table must be in WORD or EXCEL format and entered as a separate file. Each table must have its own legend accompanying it, numbered with Arabic numerals and sequentially referred to in the text. All abbreviations used in the table must be defined in a footnote. Use * $P=.05$; ** $P=.01$; *** $P=.001$; **** $P=.0001$ as needed. Tables cannot be in pictorial or image formats. Pictorial or image formats are figures and must be entered as figures.

FIGURE FILES

Each figure must be of sufficient resolution for high quality publication usually in TIFF or EPS format. All images need to be at 300 DPI when the figure is of the size to be used in publication.

If you enter a large image at 300 DPI and reduce it to a much smaller size for publication, this will increase the DPI and the image will be very heavy and slow to open electronically. If you enter a small image (such as a 35 mm picture) and plan to enlarge it for publication, it needs to be entered at more than 300 DPI since enlargement will only reduce the resolution.

Figures in WORD or presentation software such as PowerPoint, Corel Draw or Harvard Graphics do not contain sufficient resolution for publication and will not be accepted. Authors will be charged for publication of figures in color.

All manuscript figures are submitted in the usual manner as color or black and white. If you want any of these figures to also be available in 3D, you may also submit a 3D version of that figure as a .u3D file embedded in a PDF (i.e., you submit Figure 1 in a normal TIFF or EPS format PLUS a .u3D file embedded in a PDF file of Figure 1. The 3D file of any submitted 3D figure will be available to manuscript reviewers and, if the manuscript is accepted, in the online version.

Review Process

After you have entered your manuscript, you will receive automated responses from the system as the manuscript is processed. You may also follow the progress of your manuscript via the web site and your own password you created when you first entered the system.

Your manuscript will be peer reviewed and the reviewers' comments will be sent to you. Please allow adequate time for this process. Our automated system is instantaneous, but the reviewers are busy people who donate their expertise and time.

A manuscript returned to an author with suggested revisions must be returned within 3 months. Revised manuscripts returned after this time will be considered new submissions.

After the revisions are complete, the editor will submit the manuscript to the printer and an electronic copy of your galley proof will be sent to you for corrections and final approval. Expect the figures in the galley proof to be of low resolution for ease of transmission. The final publication will contain your high quality figures.

General Information

The E. H. Angle Education and Research Foundation invites manuscripts concerning the dental and craniofacial complex. Original research, systematic reviews and case report articles as well as guest editorials and letters to the editor are welcome.

Articles are peer reviewed through a double-blind process and are subject to editorial revision. Statements and opinions expressed in articles are not necessarily those of the editor or publisher. The editor and the publisher disclaim any responsibility or liability for such material.

ANEXO C - Tabela com quantidade de movimentação dentária induzida de todas espécimes, com média e desvio-padrão.

Grupos Espécime	GC	GM1	GM3	GM5	GM7	GM14	GM21
1	292.2	422.2	498.8	531.1	655.1	678.1	633.3
2	307.7	256.6	488.8	427.7	468.7	718.6	776.4
3	138.9	411.1	432.2	388.8	541.2	784.0	822.9
4	210.3	477.7	487.7	474.4	707.9	718.5	729.7
5	171.4	412.2	430.0	726.6	813.3	875.1	707.9
6	171.4	502.2	447.7	457.7	588.0	532.7	1011.8
7	264.9	360.0	441.1	531.1	415.3	530.3	912.0
8	132.4	355.55	553.3	448.8	x	610.0	680.0
9	159.7	417.7	487.7	537.7	x	434.8	x
10	126.3	550.0	487.7	722.2	x	814.7	x
Média	197.5	416.5	475.5	524.6	598.5	669.6	784.2
Desvio-Padrão	67.7	82.6	38.1	115.7	138.5	140.6	126.5

X – leitura inviável da lâmina, amostra descartada

ANEXO D - Análise histomorfométrica da RO: Porcentagem de osso por quadrantes de todos os animais.

Quadrantes (qd)	GC	GM1	GM3	GM5	GM7	GM14	GM21
1-qd 1	34.5	46.2	16.6	20.4	56.1	39.2	63.3
1-qd 2	36.8	39.0	20.3	28.5	66.2	68.4	64.6
1-qd 3	51.6	30.4	27.0	25.7	29.9	48.2	33.3
1-qd 4	48.2	44.4	18.5	20.1	44.2	60.6	44.1
2-qd 1	33.5	31.0	23.0	25.2	54.3	57.1	66.6
2-qd 2	28.0	41.2	49.6	58.5	42.3	43.4	62.3
2-qd 3	40.0	31.8	28.0	29.0	44.3	28.9	43.8
2-qd 4	48.7	36.4	24.5	21.0	44.2	41.0	53.7
3-qd 1	35.7	29.4	45.0	26.6	50.5	62.4	41.8
3-qd 2	34.7	35.3	38.1	37.3	45.3	46.0	70.3
3-qd 3	43.8	46.9	19.9	4.5	29.4	44.3	24.1
3-qd 4	51.8	33.2	32.5	8.8	27.8	40.2	9.1
4-qd 1	41.2	33.3	28.0	34.1	50.8	64.5	58.0
4-qd 2	55.6	29.0	24.4	38.2	57.6	65.5	73.8
4-qd 3	56.2	51.8	10.6	28.0	73.1	30.2	48.0
4-qd 4	58.0	36.5	23.1	37.2	74.5	22.9	48.2
5-qd 1	40.5	34.2	38.3	29.0	47.9	58.5	59.0
5-qd 2	47.2	48.2	39.8	45.0	55.2	70.7	65.5
5-qd 3	53.4	41.3	18.8	36.5	30.3	48.2	19.5
5-qd 4	57.8	30.4	22.0	35.8	41.3	57.2	24.0