

Laércio Santos Dias

AVALIAÇÃO HISTOMORFOLÓGICA DA MOVIMENTAÇÃO DENTÁRIA INDUZIDA EM RATOS COM DIFERENTES TIPOS DE FORÇA SOB AÇÃO DA TERAPIA A LASER EM BAIXA INTENSIDADE

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia do
Campus de Araçatuba – UNESP, para a obtenção
do Grau de “Doutor em Odontologia” – Área de
Concentração em Ortodontia

Orientador: Prof. Adj. Osmar Aparecido Cuoghi

ARAÇATUBA – SP

2013

Catálogo na Publicação (CIP)

Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação – FOA / UNESP

D541a	<p>Dias, Laércio Santos.</p> <p>Avaliação histomorfológica da movimentação dentária induzida em ratos com diferentes tipos de força sob ação da terapia a laser em baixa intensidade / Laércio Santos Dias. - Araçatuba, 2013 70 f. : il ; tab. + 1 CD-ROM</p> <p>Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia de Araçatuba Orientador: Prof. Adj. Osmar Aparecido Cuoghi</p> <p>1. Movimentação dentária 2. Lasers 3. Ratos I. T.</p> <p>Black D4 CDD 617.643</p>
-------	---

Dedicatória

A meu Pai celestial por tudo o que Ele é e representa em minha vida. Não sei se sou tão merecedor de sua generosidade, mas me comovo e me regozijo com cada graça a mim concedida;

Aos meus pais, José Fernando Soares Dias e Amariles Santos Dias, a base de minha vida, por todo amor, apoio e incentivo irrestrito;

Aos meus irmãos Fabrício Santos Dias e Clarissa Santos Dias e Dias pela amizade, companheirismo e cumplicidade;

Aos meus sobrinhos e afilhados Lucca Fontenele Dias e Gabriel Postal Dias e Dias por trazerem ar puro e luz para a minha vida, sendo os guias do meu presente e os atalhos para o meu futuro.

Agradecimentos

Desafio tão grande quanto concluir este trabalho, foi utilizar-se de apenas algumas páginas para agradecer a todos que fizeram parte e me ajudaram a realizar um sonho há muito almejado, mas se você está lendo este parágrafo é porque eu consegui.

Mas não foi fácil chegar até aqui... Desde minha mudança para Bauru, minha passagem por Porto Alegre e estadia em Araçatuba foram quase 9 anos de muita luta, adaptação, aprendizado e evolução. Este longo período percorrido me fez refletir, amadurecer e me permitiu descobrir que para seguir em frente é preciso olhar para os lados. Sendo assim, embora uma tese seja, pela sua finalidade acadêmica, um trabalho individual e momentâneo, há contribuições de natureza diversa e atemporais que devem ser mencionadas e exaltadas. Por essa razão, não poderia deixar de expressar os meus mais singelos e sinceros agradecimentos a todos que fizeram parte dessa história.

Inicialmente gostaria de agradecer e me reverenciar a Deus, protagonista de minha história, pois sinto que sou apenas um instrumento em Suas mãos. Obrigado meu Pai, pelo amor que sentes pelo teu filho, por todas as oportunidades a mim oferecidas e por sempre dar o conforto necessário para que eu seguisse em frente.

E Deus me concedeu dois protetores, os meus pais, Dr. José Fernando Soares Dias e Dra. Amariles Santos Dias que sempre estiveram ao meu lado, me apoiando e me conduzindo para um caminho correto e virtuoso. Conhecedores do prefácio de minha vida me conduziram incondicionalmente com apoio e puxões de orelha através dos capítulos mais importantes. Sinto e sei hoje que eu fui para eles e que eles foram para mim, pois consigo perceber o quanto sou amado apenas pela expressão do olhar de mamãe e pelas mudanças de tonalidade de voz de papai. Vocês sempre falam que fui um presente de Deus em vossas vidas, mas na verdade vocês que foram um presente para mim. Pai, mãe, muito obrigado!

E este amor abençoado gerou mais duas pessoas que foram fundamentais na minha vida, meu irmão Fabrício Santos Dias e minha irmã Clarissa Santos Dias e Dias. Bui, você sempre será meu orgulho, meu irmão mais novo que sempre assumiu o papel de mais velho. Por sua responsabilidade, integridade, organização, empenho e

profissionalismo, te terei sempre como modelo e exemplo a seguir. Cá, minha caçulinha, personalidade forte, um pouco mandona, paciência curta, mas sempre amiga, sincera, generosa, sensível, sempre, sempre e sempre. Também me orgulhas muito pelo exemplo de mãe e por teu caráter inexpugnável. A primeira mão que se levanta para me defender sempre é tua. Queridos, Deus nos permitiu sermos irmãos, mas a vida nos tornou amigos.

E esses irmãos me deram de presente duas preciosidades na minha vida, tornando-se hoje o meu bem mais precioso, que dinheiro algum compra. Lucca e Gabriel, meus sobrinhos, meus afilhados, meus filhos, minhas paixões. O Dindo Leleo pode não ter sido muito presente na vida de vocês, por conta da distância necessária que vem nos separando, mas saibam que não existe um dia que não acorde pensando no meu príncipe e no meu anjinho e nenhuma noite que não durma agradecendo a Deus pela oportunidade e a graça de poder amá-los.

Ainda no campo familiar, não poderia deixar de citar e agradecer a minha cunhadinha Seliram pela amizade, carinho e atenção que sempre me dispensou tornando-se uma pessoa muito especial e a meu cunhado Rodrigo, a quem considero um irmão, pela amizade e companheirismo nascidos ao longo dos anos de convivência fraterna. Também gostaria de agradecer a toda minha família (não citarei nomes para não correr o risco de esquecer alguém), os presentes e os que já nos deixaram, por fazerem parte desse alicerce coeso que sempre fortificou minha vida e foi o meu refúgio.

Minha jornada profissional iniciou-se em 1999 quando entrei para o curso de Odontologia da Universidade Federal do Maranhão. Cabe ressaltar que nunca foi minha segunda escolha, pensava em ser dentista desde a minha pré-adolescência, quando finalmente me desestimulei com a carreira de carteiro, meu primeiro sonho. Lá dentro conheci profissionais que me marcaram e com toda certeza contribuíram deixando um pouco de si na construção do meu profissionalismo. Obrigado aos professores João Inácio de Lima e Sousa, Soraia de Fátima Carvalho Souza, Rubenice Amaral da Silva, Eider Guimaraes Bastos, Maria Carmen Fontoura Nogueira da Cruz, Claudia Maria Coelho Alves, Joaquim Rodrigues Mochel Filho, Lucíola Maria Rodrigues de Vasconcelos, Maria Áurea Lira Feitosa, Rosana Costa Casanovas de Carvalho, Silvana Libério e aos amigos Andrei, André, Alice, Aléssio, Blenda, Camilla, Cláudio, Carol,

Ellen , Érica, Eneas, Evandro, Fábio, Fernanda, Giselle, Judith, Keila, Lycia, Patrícia, Renata, Tainah, Telcilene e Dani por me proporcionarem alguns dos melhores momentos de minha vida, sem medo de ser clichê, pois existem clichês que precisam ser renovados.

Em 2005, por influência e conselhos do primo também ortodontista, Márvio Martins Dias, iniciei a especialização em Bauru no Centrinho (HRAC-USP). Uma vez lá, tive a honrosa oportunidade de conhecer grandes mestres que moldaram o ortodontista que vos fala. Obrigado aos professores Omar Gabriel, Leopoldino Capellozza, Terumi Okada Ozawa, Arlete de Oliveira Cavassan, Araci Malagodi de Almeida, Rita de Cássia Moura Carvalho Lauris, Carlos Alberto Aiello, Daniela Gamba Garib, Túlio Silva Lara, Flávio Ferrari e a todos os funcionários que fizeram parte de forma significativa no meu crescimento, em especial a Denise, Rô, Leila, Soninha, Su, Sol, Cel, Elisa, Alexandre, Carlão, Daniel e Kátia. Também não poderia deixar de mencionar os amigos que por lá conquistei como Ju, Lud, Manu, Forti, Elisa, Bodão, Cris, Fer, Gleisi, Ceará, Mergulhão, Rafael Maya, Marina, Hibernon, Gui, Ana Paula, Ratinho, Marcelo, Tati, Thiago, Helô, Anderson, Gisa, Emiliana, Guilherme, Thiaguinho, Betão, tantos mais e entre eles o Diego, Miguita e Digão, amigos-irmãos, que nem a distância nos afasta.

Em 2008, nova mudança, nova adaptação, novos ares. Bah, Porto Alegre! Iniciei o mestrado na PUCRS sob orientação da professora Luciane Macedo de Menezes na qual tive o prazer de conviver e absorver conhecimentos fundamentais nesta minha jornada. Fizeram parte ainda desta etapa os professores Eduardo Martinelli de Lima, Susana Maria Deon Rizzatto, Telmo Bandeira Berthold e Ernani Menezes Marchioro. Sinto muita saudade dos inúmeros amigos que lá deixei, como o Mauro, Álvaro, Nora, Susi, Alexandra, André, Maurício, Juliana, Guilherme, Clécio, Karine, Lis, Diogo, Cláudia, Caroline, Vanessa, Cadu, Bruno, Petry, Luiz, Alejandro e tantos outros que se saíram momentaneamente de minha mente neste momento, residem permanentemente no meu coração, onde importa.

Finalmente em 2010, subi até a gloriosa Araçatuba, sob um calor de 44 graus, com o tênis grudando no asfalto, para dar o meu passo mais grandioso até então, entrando no Doutorado. Agradeço enormemente ao meu orientador Osmar Aparecido Cuoghi, por ter acreditado e confiado em mim, um ilustre desconhecido, dando-me a

chance de fazer parte desta equipe de tantos competentes profissionais que é a Unesp. Professor Osmar, não sei se estive a sua altura, nem se correspondo às suas expectativas, mas quero deixar registrado meu respeito e admiração pelo senhor e meu agradecimento por todo o apoio, conselhos, paciência e conhecimentos passados durante o curso que me fizeram crescer. Sinto que nossa relação amadureceu à medida que convivíamos e íamos percebendo as particularidades um do outro. Espero que possa levar comigo um pouco de sua organização, planejamento e didática. Sou grato também pela convivência ao professor Marcos Rogério de Mendonça, exemplo de dedicação acadêmica, ao professor Francisco Antônio Bertoz, dono de um coração enorme e um carisma impar, ao professor Eduardo César Almada, dono de uma mente formidável e inteligentíssimo, que me cativou com sua amizade proporcionando-me vários momentos significativos e tocantes que levarei carinhosamente comigo, ao Professor André Pinheiro de Magalhães Bertoz, a generosidade em pessoa, sempre disposto a ajudar incondicionalmente e aos professores Rodrigo Castellazzi Sella, Aguinaldo Coelho de Farias, Rudys Rodolfo de Jesus Tavares, Celso Koogi Sonoda e Luis Antônio de Assis Taveira que prontamente aceitaram compor minha banca de defesa, pelas sugestões e análises significativas às quais tentarei atender na versão definitiva do texto. Como não poderia deixar passar, gostaria ainda de agradecer profundamente a Berta, Lidinho, Luizinho, Valéria, Lílian e Cristiane, competentes funcionários, pelo convívio e por toda ajuda, que não foi pouca, dispensada a mim durante esses anos.

Durante o curso, várias outras pessoas foram fundamentais nesta jornada. O professor Valdir Garcia Gouveia, que abriu as portas da periodontia, me permitiu utilizar suas dependências e cedeu gentilmente o Laser utilizado neste trabalho, o que foi imprescindível para a realização desta pesquisa. Gostaria ainda de agradecer aos professores Álvaro Francisco Bosco, Maria José Hitomi Nagata, Letícia Helena Theodoro e Juliano Milanezi de Almeida por me fazerem sentir à vontade no departamento de periodontia e sempre se dispuserem a me auxiliar no que fosse preciso. Da mesma forma, estendo essa gratidão aos colegas periodontistas e futuros pesquisadores Mariellen, Paulinha, Vivian, Naty Campos, Naty Pola, Carol e em especial ao Erivan, colega acadêmico, amigo e colega de apartamento que foi um verdadeiro parceiro nesta pesquisa, me ajudando em todas as etapas, mesmo quando cheio de atividades, nunca negou uma ajuda ou reclamou de algo. Não tenho palavras para te dizer o quanto sou grato por tudo que fizeste por mim aqui em Araçatuba.

Talvez o meu grande desafio aqui em Araçatuba tenha sido meu experimento, desde o meu pavor de ratos até a necessidade da dependência da boa vontade de terceiros. Estou certo que não teria conseguido sem a ajuda de pessoas especiais que abriram mão de seu tempo precioso para me auxiliarem. Professor Tetuo Okamoto, dono de mãos preciosas e habilidosíssimo no trato de incisivos de ratos; Professor Celso Koogi Sonoda, a educação em pessoa, responsável por me ensinar a obturar e reimplantar um incisivo murino, sempre de forma elegante e competente; Professor Valdir Gouveia Garcia pelo conhecimento passado e pelo empréstimo do Laser e da mão de obra qualificada, representada pelos seus orientandos, já citados; Professora Maria José Hitomi Nagata pelo oferecimento do biotério, além das dependências do centro cirúrgico da periodontia e Professora Roberta Okamoto, que se dispôs a realizar a leitura de minhas lâminas, mesmo com tantos compromissos e tantas ocupações. Gostaria de fazer ainda uma ressalva ao professor Robson Frederico Cunha, mentor do projeto de pesquisa na Odontopediatria no qual fui honrosamente convidado, pela gentileza e presteza com que sempre me atendeu. Muito obrigado a todos!

Se por um lado o curso foi por vezes demasiado desgastante, por outro conheci pessoas maravilhosas responsáveis por ótimos momentos que jamais sairão de minhas lembranças. Na minha turma de doutorado conheci o Renato, que acabamos por dividir apartamento, dono de um raciocínio formidável e ideias incríveis; a Juliana, que sempre se dispôs a me ajudar, mesmo quando talvez ela estivesse precisando mais, nunca deixou de oferecer auxílio e o Aubrey, com quem aprendi que jogo de cintura e tranquilidade são qualidades indispensáveis para a vida. Na turma anterior, gostaria de agradecer ao Pedro, Aiello e ao Marcio, ex-orientandos do Osmar, pela amizade e todo apoio que me deram para a realização desta pesquisa. Na turma de mestrado agradeço também, pela companhia e amizade, ao Derly, Lidia, Carlinha e a Ana.

A Ana mereceria um parágrafo inteiro de agradecimento, pois não tenho meios de expressar minha gratidão por tudo o que ela fez por mim. Doce, prestativa, educada e dedicada. Tive a felicidade de acompanhar sua evolução do mestrado para o doutorado, mostrando que, por meio de sua integridade e qualidades, terá um brilhante futuro pela frente. Obrigado Ana!

Em 2012, com a entrada da nova turma, tive a oportunidade de fazer parte de um seleto grupo de pessoas que me instigavam a cada reunião marcada pelos momentos de

entusiasmo partilhados em conjunto, com direito a tópicos deveras interessantes que agregaram muito valor ao meu curso. Éverton, um mineirinho tranquilo, batalhador, carismático, um grande amigo que me ensinou a virtude de ouvir; Kelly, uma paranaense determinada, de notório senso crítico, que sempre teve uma palavra amiga para confortar e sempre me ajudou com sua iniciativa; Yesselin, uma peruana companheira, divertida, sensível, parceira que me ensinou que o silêncio também é resposta e nesta etapa final, mesmo sem precisar pedir, foi fundamental para a concretização física desta obra. Obrigado amigos, vocês marcaram de forma inexorável esta minha passagem.

Ainda neste período tive o prazer de conviver com pessoas que somaram muito no meu aprendizado pessoal. Tatyana, uma amiga que sempre esteve presente onde quer que eu olhasse, uma daquelas pessoas que muda sua vida só pelo fato de estar lá; Aldiérís, companheiro de pesquisa na Odontopediatria que alegrava nossas manhãs e tardes com seu senso de humor peculiar; Thiago Ribeiro, meu estagiário e amigo, “pau para toda obra” que nunca negou esforços para me auxiliar; Paulo Tobias, o pesquisador que já chegou pronto e que muito me incentivou; Marcelo Wayama, uma grata surpresa, um exemplo de pessoa batalhadora e companheira, o cara com quem se pode contar sempre cuja amizade deve ser preservada e cultivada; Júlio Cesar, um amigo conterrâneo que sempre se dispôs a me ajudar sem ressalvas e que tenho certeza que manteremos a amizade e o profissionalismo acesos; além de todos os colegas da pós-graduação.

Também gostaria de deixar registrada minha profunda admiração e respeito pelo meu professor de Taekwondo, Rodrigo Pulzatto, pelos conhecimentos e pela amizade partilhada. Seus ensinamentos me ajudaram a canalizar as emoções e controlar a mente o que foi fundamental na reta final. E prolongo essa gratidão aos colegas Giovani, Amanda, Rafael, Kelly, Bruno, Andreia, Sandy, Kauana e Kauany pelo convívio e amizade compartilhada.

Não poderia deixar de lembrar do grupinho de basquete que me fez voltar no tempo e resgatar um sentimento nostálgico adormecido. Obrigado Zé Bob, Leandro, Sílvio, Diego, Mariana, Carlos, João, Bruno, Douglas e Felipe pelas assistências, pelos tocos, pelas cestas de três pontos e por todos os momentos divertidos.

Em 2013, mais uma mudança... Precisei sair de casa, por conta do vencimento do tempo de contrato do apartamento, sendo recebido de forma aberta e calorosa por cinco amigos que ficarão para sempre no meu coração. Rodrigo Junqueira de Freitas, Eduardo Alves Jordão, Thiago Vinícius Orbato, Jorge Rezende Naufal e Bruno Guandalini Cunha. Agradeço pela excelente acolhida, mesmo sabendo que estava invadindo um espaço, forçando mudanças na rotina e na dinâmica da casa, nunca percebi nem mesmo um olhar de insatisfação. Não esquecerei que desde o primeiro momento que expus minha necessidade, todos foram prontamente solícitos e solidários possibilitando, que em tão pouco tempo, me sentisse verdadeiramente parte de uma família. Obrigado de verdade meus irmãozinhos, sei que um dia reencontrarei cada um de vocês e então retribuirei à altura cada gentileza que me foi oferecida! Não posso deixar de citar e estender minha gratidão para Dinah Fressato, Marcela Ito, Gabriela Leonardi e Vanessa Bernardes por toda cortesia, simpatia e amabilidade dispensada e para Ângela e Alaíde por toda dedicação, paciência e zelo que sempre demonstraram por mim. Agradeço ainda a Marilene, uma cadelinha preguiçosa que me conquistou pela companhia nas noites em claro nos momentos de bloqueio criativo e por sempre me fazer sentir especial ao me receber na porta do meu quarto, principalmente nos dias mais cansativos. Sentirei muita falta de vocês!

Por fim agradeço ao programa de pós-graduação de Odontologia da Unesp-Araçatuba e a todos os professores vinculados pela educação digna e ensino de qualidade e a todos aqueles que, embora não mencionados, me brindaram com seus inestimáveis apoios em diferentes momentos, não só no aspecto prático e formal, mas também no apoio humano e emocional, o meu reconhecido e carinhoso muito obrigado!

Com certeza, há muito mais a quem agradecer... Mas fico feliz que isso seja dito com alegria. Hoje eu olho para trás e percebo como amadureci nessa jornada. Antes, eu tinha muito mais a pedir, por coisas que não tinha, por coisas que nem precisava. Agora, eu volto os olhos para o que conquistei, para o que eu tenho, para o que realmente me importa. *“...E aprendi que se depende sempre de tanta, muita, diferente gente. Toda pessoa sempre é as marcas das lições diárias de outras tantas pessoas. É tão bonito quando a gente entende que a gente é tanta gente onde quer que a gente vá. É tão bonito quando a gente sente que nunca está sozinho por mais que pense estar...”* (Caminhos do coração – Gonzaguinha).

Epígrafe

*Saí de casa um menino, cheio de respostas,
Volto agora um homem, cheio de perguntas.*

Resumo

Dias LS. Avaliação histomorfológica da movimentação dentária induzida em ratos com diferentes tipos de força sob ação da terapia a laser em baixa intensidade [Tese]. Araçatuba: Faculdade de Odontologia da Universidade Estadual Paulista; 2013.

O movimento dentário envolve tanto remodelação óssea quanto dos demais tecidos periodontais resultando numa resposta biológica exigindo uma participação ativa nos níveis celulares. A terapia com laser em baixa intensidade (TLBI) inclui ação bioestimulatória e anti-inflamatória. Supõe-se que esta terapia promova efeitos significantes durante a movimentação dentária. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da TLBI na quantidade de movimentação dentária induzida em ratos, sob diferentes tipos de forças, descrevendo histomorfologicamente os eventos teciduais relevantes. Foram utilizados 108 ratos da linhagem Wistar divididos em dois grupos de acordo com a aplicação ou não da TLBI. Ambos os grupos foram subdivididos segundo o tipo de força utilizada: contínua (FC), contínua-interrompida (FCI) e intermitente (FI). Os subgrupos foram avaliados em três períodos de cinco, sete e nove dias. Foram instalados molas de NiTi (Sentalloy) com liberação de 50cN de magnitude de força sendo mantidas, desativadas ou removidas para estabelecer os tipos de força. Os dados quantitativos foram comparados pela análise de variância (ANOVA) e teste t-Student com nível de significância de 5%. A análise histomorfológica demonstrou que os tecidos periodontais responderam diferentemente considerando o tipo de força utilizado e que a TLBI promoveu respostas biológicas mais intensas, acelerando a taxa de deslocamento dentário. Conclui-se que a TLBI promoveu um aumento na quantidade de movimentação em todos os subgrupos e que a FC associada com o laser apresentou as maiores taxas de movimentação; a FCI associada com o laser proporcionou uma resposta biológica mais tolerável caracterizado por um melhor reparo tecidual e a FI, segundo os parâmetros quantitativos e qualitativos avaliados, caracterizou-se como a menos efetiva, independente da aplicação da TLBI.

Palavras-chave: Movimentação Dentária. Lasers. Ratos.

Abstract

Dias LS. Histomorphological evaluation of induced tooth movement in rats with different types of force associated with low-intensity laser therapy [Thesis]. Araçatuba: São Paulo State University; 2013.

Orthodontic tooth movement has been defined as the result of a biological response to an externally applied force dependent on remodeling in periodontal ligament and alveolar bone requiring active participation of the cellular levels. Whereas low-level laser therapy (LLLT) includes anti-inflammatory and biostimulatory effect, it is assumed that this therapy promotes significant effects during tooth movement. Thus, the aim of this study was to measure the amount of tooth movement in an experimental rat model and to describe the relevant microscopic aspects resulting from induced tooth movement, with different types of orthodontic forces, associated with LLLT. 108 Wistar rats were divided into two groups according to the application of LLLT. Both groups were subdivided according to the type of force used: continuous (CF), continuous-interrupted (CIF) and intermittent (IF). All subgroups were evaluated in three periods of five, seven and nine days. Each group was then divided into three subgroups to evaluate changes in time intervals of five, seven and nine days. Opened springs NiTi (Sentalloy) were installed, releasing 50cN magnitude of force, being maintained disabled or removed to establish the types of force, CF, CIF e IF. Data were compared by analysis of variance (ANOVA) and t-Student test with a significance level of 5%. The histomorphological analysis showed that both bone and periodontal tissues responded differently considering the type of force used and the LLLT promoted a more tolerable biological response enhancing the rate of tooth movement. It is concluded that LLLT promoted an increase in the amount of movement in all subgroups and the CF associated with LLLT promoted the highest rates of movement; CIF associated with LLLT provided the most tolerable biological response and IF, according to the quantitative and qualitative parameters, was the less effective force, regardless of the LLLT.

Key-words: Tooth Movement. Lasers. Rats.

Lista de Figuras

- Figura 1 - Mola de secção fechada Sentalloy (A). Instalação da mola desde o primeiro molar superior direito até os incisivos para movimentação dentária (B). 51
- Figura 2 - TheraLase, DMC Equipamentos Ltda., São Carlos, SP, Brasil (A). Aplicação da irradiação a laser no 1º molar superior direito (B). 52
- Figura 3 - Força contínua com dispositivo ativado (A), força contínua-interrompida com dispositivo desativado mantido de forma passiva (B) e força intermitente com dispositivo removido (C). 52
- Figura 4 - Corte transversal abrangendo as raízes dos molares e incisivos. Em destaque, o incisivo superior direito anquilosado. H.E. 10x. 53
- Figura 5 - Imagem histológica das raízes mesiovestibular (RMV) e distovestibular (RDV) com as setas indicando a direção da força. H.E. 20x. 53
- Figura 6 - Figura 6 – Fotomicrografia evidenciando periodonto dos ratos do subgrupo FC, dispondo na primeira coluna a região da RMV em 5 (A), 7 (C) e 9 (E) dias e na segunda coluna a região da RDV em 5 (B), 7 (D) e 9 (F) dias. H.E. 40x. LP =Ligamento Periodontal, O = Osso, R = Raiz, setas azuis indicam áreas de hialinização. 54
- Figura 7 - Figura 7 – Fotomicrografia evidenciando periodonto dos ratos do subgrupo FC-L, dispondo na primeira coluna a região da RMV em 5 (A), 7 (C) e 9 (E) dias e na segunda coluna a região da RDV em 5 (B), 7 (D) e 9 (F) dias. H.E. 40x. LP =Ligamento 55

Periodontal, O = Osso, R = Raiz, setas azuis indicam áreas de hialinização, setas vermelhas indicam vasos sanguíneos e setas amarelas indicam reabsorção dentária.

- Figura 8 - Figura 8 - Fotomicrografia evidenciando periodonto dos ratos do subgrupo FCI, dispendo na primeira coluna a região da RMV em 5 (A), 7 (C) e 9 (E) dias e na segunda coluna a região da RDV em 5 (B), 7 (D) e 9 (F) dias. H.E. 40x. LP =Ligamento Periodontal, O = Osso, R = Raiz, setas azuis indicam áreas de hialinização e setas vermelhas indicam vasos sanguíneos. 56
- Figura 9 - Figura 9 - Fotomicrografia evidenciando periodonto dos ratos do subgrupo FCI-L, dispendo na primeira coluna a região da RMV em 5 (A), 7 (C) e 9 (E) dias e na segunda coluna a região da RDV em 5 (B), 7 (D) e 9 (F) dias. H.E. 40x. LP =Ligamento Periodontal, O = Osso, R = Raiz, setas vermelhas indicam vasos sanguíneos e setas pretas indicam clastos em atividade. 57
- Figura 10 - Figura 10 - Fotomicrografia evidenciando periodonto dos ratos do subgrupo FI, dispendo na primeira coluna a região da RMV em 5 (A), 7 (C) e 9 (E) dias e na segunda coluna a região da RDV em 5 (B), 7 (D) e 9 (F) dias. H.E. 40x. LP =Ligamento Periodontal, O = Osso, R = Raiz, setas azuis indicam áreas de hialinização e setas vermelhas indicam vasos sanguíneos. 58
- Figura 11 - Figura 11 - Fotomicrografia evidenciando periodonto dos ratos do subgrupo FI-L, dispendo na primeira coluna a região da RMV em 5 (A), 7 (C) e 9 (E) dias e na segunda coluna a região da RDV em 5 (B), 7 (D) e 9 (F) dias. H.E. 40x. LP =Ligamento Periodontal, O = Osso, R = Raiz, setas vermelhas indicam vasos sanguíneos, setas amarelas indicam reabsorção dentária e setas pretas indicam clastos em atividade. 59

Lista de Tabelas

Tabela 1 -	Comparação da quantidade de movimentação de cada subgrupo dentro dos seus períodos experimentais, pelo teste estatístico ANOVA.	61
Tabela 2 -	Comparação da quantidade de movimentação considerando os tipos de força em cada período experimental pelo teste estatístico ANOVA para o grupo controle.	61
Tabela 3 -	Comparação da quantidade de movimentação considerando os tipos de força em cada período experimental pelo teste estatístico ANOVA para o grupo experimental.	61
Tabela 4 -	Comparação do efeito da TLBI na quantidade de movimentação entre cada par de subgrupos, controle e experimental, dentro de cada período avaliado pelo teste estatístico t-Student.	62

Lista de Quadros

Quadro 1 -	Protocolo de tratamento com laser em baixa intensidade utilizado.	64
Quadro 2 -	Dinâmica dos procedimentos laboratoriais por subgrupo.	65

Lista de Anexos

Anexo A - Normas para publicação – The American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.	67
Anexo B - Certificado da Comissão de Ética na Experimentação Animal.	70

Sumário

1	Introdução	21
2	Proposição	24
3	Material e Método	26
4	Resultados	31
5	Discussão	36
6	Conclusão	43
	Referências	45
	Figuras	51
	Tabelas	61
	Quadros	64
	Anexos	67

Introdução

1 Introdução

A Ortodontia baseia-se na aplicação de forças sobre o dente para estabelecer um deslocamento favorável. A movimentação dentária é um evento biológico, que ocorre devido ao processo de aposição e reabsorção óssea, mediado pelas modificações das células do ligamento periodontal como resposta a aplicação de forças¹. Desta forma, o seu entendimento requer conhecimentos do processo inflamatório, biologia celular, óssea e dentária, bem como das variáveis mecânicas como duração, direção e intensidade das forças aplicadas. A duração e as características da força têm grande influência no mecanismo biológico produzindo variadas reações teciduais. Quanto à natureza, essas forças podem ser classificadas em contínuas, intermitentes e contínuas-interrompidas².

A força contínua é aquela que mantém um nível considerado de força entre uma consulta e outra, sem a perda de sua magnitude, geralmente produzida por meio de aparelhos fixos que utilizam fios e molas superelásticos³. As forças contínuas-interrompidas caracterizam-se por diminuírem de magnitude durante a movimentação dentária, devido ao próprio movimento do dente e à deformação do sistema mecânico, estando presentes quando se utiliza fios ou molas com reduzida memória de forma³. A força intermitente poderia ser definida como uma força contínua, intercalada com períodos de repouso e que estaria associada constantemente aos aparelhos móveis e a alguns auxiliares ao tratamento com aparelhos fixos, como os elásticos intermaxilares⁴.

As forças mecânicas produzem no ligamento periodontal áreas de tensão de compressão e tensão de tração. Nas regiões que a raiz comprime o ligamento periodontal, o osso alveolar é reabsorvido após certo intervalo de tempo e deposita-se novo osso na presença de estiramento⁵. A transformação deste estresse mecânico em uma resposta celular ocorre por meio de uma reação inflamatória⁶. Considerando que para a ocorrência da remodelação óssea durante a movimentação ortodôntica existe uma participação ativa nos níveis celulares e moleculares, principalmente em relação aos osteoblastos e osteoclastos², supõe-se que a terapia a laser promova efeitos significantes durante este processo.

O efeito terapêutico do laser inclui ação analgésica, bioestimulatória e anti-

inflamatória⁷ através do aumento da atividade celular no tecido irradiado, pois após a aplicação da terapia a laser em baixa intensidade (TLBI) nos tecidos, ocorre uma estimulação nas mitocôndrias celulares ocasionando um aumento de trifosfato de adenosina (ATP) intracelular acelerando as mitoses. Estudos histológicos revelaram que a TLBI proporciona alterações na resposta fisiológica durante fenômenos biológicos como aumento da proliferação de fibroblastos⁸, rapidez no processo de cicatrização⁹, aumento na taxa de mineralização óssea¹⁰, promoção da proliferação e diferenciação de osteoblastos¹¹ e aumento da atividade osteoclástica¹². A TLBI apresenta ainda efeitos anti-inflamatórios nos quais podemos citar o aumento na circulação sanguínea com diminuição do edema, inibição da produção de um número elevado de mediadores da resposta inflamatória e inibição de linfócitos B e T¹³. Outros estudos demonstraram que a terapia promove uma maior velocidade na taxa de movimentação dentária reduzindo substancialmente o tempo de tratamento¹⁴⁻¹⁷ e que a irradiação a laser pode diminuir¹⁸ e retardar¹⁹ a sensibilidade dolorosa pós-ativação ortodôntica em humanos.

Baseado neste contexto torna-se cabível a investigação histológica microscópica das estruturas radiculares e periodontais durante o emprego da TLBI, nos diversos tipos de forças utilizadas para a movimentação dentária induzida visto que esta terapia carece de estudos experimentais que possam elucidar seu completo mecanismo de ação, assim como testar variáveis que possam levar a efeitos adversos na prática clínica e dessa forma proporcionar evidência científica que ajude a introduzir a TLBI de forma definitiva no protocolo da movimentação ortodôntica.

Proposição

2 Proposição

Avaliar o efeito da terapia a laser em baixa intensidade na quantidade de movimentação dentária induzida em ratos, sob diferentes tipos de forças ortodônticas, descrevendo histomorfologicamente os eventos teciduais relevantes.

Material e Método

3 Material e Método

O presente estudo foi submetido à análise e aprovação da Comissão de Ética em Experimentação em Animais (CEEA), protocolo nº2010-005039 de 21 de junho de 2010, da Faculdade de Odontologia do Campus de Araçatuba, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP (Anexo A).

Modelo experimental

Para o estudo foram utilizados 108 ratos machos adultos da linhagem Wistar (*Rattus Novergicus Albinus*) com 50 dias de vida e 250 a 350g de peso corporal, provenientes do biotério da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP. Os animais foram mantidos em gaiolas apropriadas à temperatura ambiente ($22^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$), ciclo de luz controlada, água e dieta moída à vontade.

A amostra foi dividida em dois grupos de acordo com e sem aplicação da TLBI (grupo controle - sem laser e grupo experimental - com laser). Ambos foram subdivididos segundo o tipo de força utilizada: contínua (FC), contínua-interrompida (FCI) e intermitente (FI) (Figura 1). Todos os grupos foram avaliados em três tempos experimentais de cinco, sete e nove dias. Os grupos foram subdivididos e identificados da seguinte forma:

- Indução de Forças durante 5,7 e 9 dias *sem* aplicação de Laser
 - o Contínuas ,FC(5), FC(7), FC(9);
 - o Interrompidas, FCI(5), FCI(7), FCI(9);
 - o Intermitentes FI(5), FI(7), FI(9);

- Indução de Forças durante 5,7 e 9 dias *com* aplicação de Laser
 - o Contínuas, FC-L(5), FC-L(7), FC-L(9);
 - o Interrompidas, FCI-L(5), FCI-L(7), FCI-L(9);
 - o Intermitentes, FI-L(5), FI-L(7) e FI-L(9).

Instalação do dispositivo mecânico

O mecanismo para a movimentação dentária foi uma modificação da técnica utilizada por Heller e Nanda (1979)²⁰ substituindo-se a mola de aço por uma mola helicoidal fechada de níquel-titânio (Coil Springs 10-000-25– GAC International Inc New York-EUA) de 3 mm de comprimento, pré-calibrada liberando forças contínuas de 50cN desde o primeiro molar superior direito até o incisivo superior direito anquilosado. A mola foi amarrada com fio de aço (Morelli, Sorocaba, SP, Brasil) de 0,20 mm em torno do molar e para o incisivo foi utilizado o fio 0,25 mm (Morelli, Sorocaba, SP, Brasil), acrescentando-se resina fotopolimerizável (3M ESPE, St. Paul, Mn, USA) na cervical do dente para facilitar a retenção. A diferença de espessura entre os fios justifica-se, com a de menor calibre, para facilitar a passagem do fio na interproximal do molar, lesando menos as estruturas periodontais envolvidas.

Em decorrência da rizogênese e erupção contínua dos incisivos de ratos, para não haver interferência na direção ou magnitude da força empregada e se obter uma ancoragem satisfatória, foi induzida a anquilose do incisivo superior direito de cada animal de acordo com o trabalho de Cuoghi et al²¹.

Terapia a laser em baixa intensidade

O laser em baixa intensidade utilizado no presente estudo foi o Thera Lase (TheraLase, DMC Equipamentos Ltda., São Carlos, SP, Brasil) que possui as seguintes características: Emissores InGaAlP (660 nm, laser visível) e GaAsAl (808 nm, laser infravermelho), emissão contínua e pulsada, sistema de entrega com fibra ótica, diâmetro do spot 0,0283 cm². O laser foi utilizado nos grupos FC-L, FCI-L e FI-L de acordo com o protocolo determinado (Quadro 1).

A irradiação foi aplicada sob anestesia com a fibra ótica em contato com a região gengival mesial, média e distal do molar a ser movimentado totalizando seis pontos de aplicação sendo três por lingual e três por vestibular (figura 2). O tempo de exposição foi de 4 segundos para cada ponto, uma vez a cada dois dias, durante o período experimental, coincidindo com as ativações ou desativações da mola. A energia total correspondente aos 24 segundos de exposição diária foi de 4 J/cm², para cada lado.

Períodos experimentais

Para caracterizar a força contínua, a mola estendida permaneceu durante todo o tempo experimental sem ser removida. Para obtenção da força contínua-interrompida, as molas ativas foram desativadas e permaneceram passivas, com o fio de amarelo adaptado ao incisivo, até a próxima ativação. Para obtenção da força intermitente, as molas foram removidas entre as ativações (Figura 3). Em todos os grupos, os animais foram eutanasiados, por meio de uma dose letal de substância anestésica (Cloridrato de Ketamina), em 5, 7 e 9 dias após a instalação da força inicial (Quadro 2).

Procedimentos laboratoriais

Após a eutanásia, as hemi-maxilas de cada espécime foram coletadas, experimental e controle, preservando as regiões dos molares, para serem fixadas em formol neutro a 10% por 48 horas, lavadas em água corrente por 24 horas, descalcificadas em solução de E.D.T.A. a 18% por 6 semanas, desidratadas, clarificadas e incluídas em blocos de parafina.²² Os cortes foram feitos, no sentido transversal, com 6µm de espessura, ao nível cervical dos molares até os incisivos, a partir da separação de todas as raízes, seguido da coloração convencional com hematoxilina e eosina (Figura 4).

Digitalização dos cortes histológicos

As imagens foram capturadas por meio de uma lupa estereomicroscópica Stemi 2000C (Carl Zeiss, Göttingen, Alemanha) e um microscópio óptico (Carl Zeiss, Göttingen, Alemanha), no qual estava acoplada uma câmera microscópica AxioCam MRc5 (Carl Zeiss, Göttingen, Alemanha) e uma fonte de luz transmitida por fibra óptica KL 1500 LCD (Schott, Mainz, Alemanha).

Análise quantitativa da movimentação dentária

A quantidade de movimentação dentária foi obtida pela diferença entre a distância total desde a face mesial do primeiro molar até a face distal do terceiro molar superior do lado direito movimentado em relação a esta mesma distância total no lado

esquerdo não movimentado²³. As mensurações foram obtidas por meio de um paquímetro digital (Mitutoyo, São Paulo, Brasil) com o auxílio de uma lupa de pala com aumento de 4x (Intex, Brasil).

Análise histomorfológica

Todos os cortes foram corados pela técnica de hematoxilina e eosina e selecionados para avaliação microscópica descritiva do comportamento das estruturas do osso e ligamento periodontal, bem como, das superfícies das raízes mesiovestibular (RMV) e distovestibular (RDV) do primeiro molar superior direito (Figura 5).

Análise estatística

Os dados descritivos foram apresentados com média (\bar{x}) e desvio padrão (s) para determinar o seu comportamento estatístico. O tipo de força e os diferentes tempos experimentais foram comparados utilizando-se a análise de variância para medidas repetidas (ANOVA) associando-se com o teste de Tukey para detectar as diferenças estatísticas. O efeito da TLBI sob cada tipo de força, dentro de seu tempo experimental, foi comparado pelo teste t-Student para amostras não pareadas. Em todos os testes adotou-se o nível de significância ($p < 0,05$).

RESULTADOS

4 Resultados

Quantidade de movimento

A análise quantitativa da movimentação dentária, comparando-se cada subgrupo em relação aos tempos avaliados, indicou que no grupo controle não houve diferença estatística significativa entre os subgrupos (5, 7 e 9 dias) para a quantidade de deslocamento, em nenhum tipo de força. Em relação aos mesmos parâmetros no grupo experimental (sob aplicação do laser), a comparação entre os subgrupos para cada tipo de força, mostrou que no subgrupo FC-L foi observado um aumento estatístico significativo do deslocamento em todos os tempos avaliados. Nos outros subgrupos, tanto FCI-L quanto FI-L observou-se um aumento estatisticamente significativo na quantidade de deslocamento entre os períodos de 5 e 7 dias e entre os períodos de 5 e 9 dias, porém não foi observado entre os períodos de 7 e 9 dias. (Tabela 1).

Comparando-se os subgrupos em cada período do estudo encontrou-se que para o grupo controle no período de 5 dias, FC e FCI não apresentaram diferença significativa entre si, porém mostraram uma maior quantidade de movimentação em relação ao grupo FI. Nos períodos de 7 e 9 dias não houve diferença estatística (Tabela 2). Para o grupo experimental, os resultados mostraram que no período de 5 dias, FC-L e FCI-L comportaram-se estatisticamente iguais, porém com valores significativamente maiores que no subgrupo FI-L. Nos períodos de 7 e 9 dias, FC-L foi estatisticamente superior aos outros dois, que não mostraram diferenças significativas entre si (Tabela 3).

Analisando-se o efeito da TLBI sobre a quantidade de movimentação dentária, o grupo experimental foi superior ao grupo controle em todos os períodos, com exceção na força intermitente com 5 dias, onde os subgrupos FI-(5) e FI-L(5) não apresentaram diferença estatística significativa (Tabela 4).

Análise Histomorfológica

Subgrupo FC

Ao quinto dia, observou-se ao redor das RMV e RDV do primeiro molar superior, a inserção de fibras do ligamento periodontal no cimento radicular com ligeira

desorganização (Figura 6A). A RDV apresentou-se com uma maior desorganização do ligamento periodontal em contraste com a RMV (Figura 6B). Apenas um espécime mostrou áreas de hialinização junto à RMV. Ao sétimo dia, ambas as raízes apresentaram extensas áreas de desorganização do ligamento periodontal com extensas áreas de hialinização especialmente na RDV (Figura 6C e 6D). Alguns espécimes mostraram reabsorção radicular junto à RDV. Durante o nono dia, a RMV apresentou reorganização das fibras do ligamento periodontal (Figura 6E) e a RDV extensas áreas de hialinização com grande atividade dos osteoclastos (Figura 6F). Alguns espécimes apresentaram reabsorção radicular do elemento dental.

Subgrupo FC-L

Ao quinto dia, a RMV apresentou morfologia normal muito próxima ao de um dente não movimentado com as fibras do ligamento apenas levemente desorganizadas (Figura 7A). A face mesial da RDV apresentou ligamento periodontal com fibras colágenas desorganizadas com presença de osteoclastos e áreas de hialinização (Figura 7B). Ao sétimo dia, a RMV apresentou desorganização do ligamento periodontal com o osso da região apresentando sinais de reabsorção óssea (Figura 7C). Junto à RDV foram observadas áreas de hialinização em maior quantidade do que no período anterior. Reabsorção do elemento dental também foi observada em alguns espécimes junto à RDV. Na porção distal desta raiz, observou-se infiltrado inflamatório e o osso alveolar ao redor mostrou uma grande quantidade de osteoclastos evidenciando as unidades osteorremodeladoras (BMUs) em atividade, em maior quantidade do que no grupo controle (Figura 7D). No nono dia, foram observadas áreas de reabsorção do osso alveolar, junto à RMV, caracterizando a atividade das BMUs, comandando os eventos envolvidos na remodelação óssea com as fibras colágenas do ligamento periodontal inseridas junto ao cimento (Figura 7E). A RDV apresentou áreas de reabsorção do elemento dental. Nos períodos de 5 e de 7 dias observou-se uma vascularização mais rica do que no subgrupo controle FC (Figura 7F).

Subgrupo FCI

No quinto dia foram observadas junto à RMV áreas de desorganização do ligamento periodontal (Figura 8A). Junto à RDV observou-se intensa desorganização do ligamento periodontal com extensas áreas de hialinização e presença de grande

quantidade de vasos no ligamento periodontal, com um espécime mostrando reabsorção do elemento dental junto a esta raiz (Figura 8B). Ao sétimo dia, extensas áreas de reabsorção óssea e desorganização do ligamento periodontal acompanharam a RMV (Figura 8C) enquanto que na RDV foram observadas extensas áreas de hialinização bem como extenso processo inflamatório (Figura 8D). Durante o nono dia, ocorreu reorganização do ligamento periodontal na RMV (Figura 8E), porém a RDV continuou apresentando desorganização do ligamento periodontal e persistentes áreas de hialinização e reabsorção (Figura 8F).

Subgrupo FCI-L

Ao longo do quinto dia, observou-se junto à RMV desorganização do ligamento periodontal (Figura 9A). Ao redor da RDV foi observada intensa atividade osteoclástica ativando as BMUs (Figura 9B). Ao sétimo dia, a RMV continuou apresentando desorganização do ligamento periodontal (Figura 9C). Na RDV foram observadas poucas áreas de hialinização (Figura 9D) e em alguns espécimes foram observadas como alterações, apenas a desorganização do ligamento periodontal nas duas raízes de interesse. Durante o nono dia, ao redor da RMV, notou-se inserção do ligamento periodontal, com as suas fibras dispostas paralelamente inserindo-se na região do cemento e osso alveolar (Figura 9E). Junto à RDV foram observadas pequenas áreas de hialinização na porção mesial e atividade osteoclástica junto ao osso alveolar mostrando a ação de remodelação (Figura 9F). Nos períodos de 5 e de 7 dias observou-se uma vascularização mais rica do que no subgrupo controle FCI.

Subgrupo FI

Durante o quinto dia, a RMV apresentou desorganização do ligamento periodontal com discretas áreas de hialinização (Figura 10A) em contraste com a RDV onde foram observadas extensas áreas de hialinização (Figura 10B). No sétimo dia, observou-se desorganização do ligamento periodontal com áreas de hialinização ao longo da RMV (Figura 10C). Na RDV notaram-se áreas mais extensas de hialinização e sítios ativos de reabsorção óssea (Figura 10D). No nono dia, junto à RMV, observaram-se algumas áreas de hialinização, mas na maior parte dos espécimes encontrou-se reorganização da região do ligamento periodontal (Figura 10E). Ao longo da RDV observou-se reorganização do ligamento periodontal e áreas de formação óssea (Figura 10F).

Subgrupo FI-L

Neste subgrupo, durante o quinto dia, junto à RMV observou-se desorganização do ligamento periodontal (Figura 11A). Próximo à RDV foi notado intensa atividade osteoclástica ativando as BMUs (Figura 11B). Ao sétimo dia, observou-se desorganização do ligamento periodontal ao longo da RMV (Figura 11C) e áreas de hialinização ao redor da RDV e atividade marcante de reabsorção do elemento dental (Figura 11D). No nono dia, observou-se a reorganização do ligamento periodontal na região da RMV com suas fibras se inserindo paralelamente na região do cemento e osso alveolar (Figura 11E). Ao redor da RDV encontraram-se algumas áreas de hialinização e atividade osteoclástica junto ao osso alveolar (Figura 11F). Nos períodos de 5 e de 7 dias, observou-se uma vascularização mais rica do que no subgrupo controle FI.

Discussão

5 Discussão

O conhecimento acerca dos efeitos de diferentes tipos de força ortodôntica sobre o ligamento periodontal tem se baseado, em grande parte, em observações empíricas e nos resultados clínicos do tratamento. O estudo em animais permite avaliar os fenômenos biológicos relacionados à movimentação dentária induzida assim como as suas variáveis. Os ratos são os animais empregados com maior frequência representando um bom modelo para estudar a movimentação dentária induzida, principalmente pelo menor custo em relação a outros animais e pela facilidade de manuseio, manutenção e armazenamento²⁴. Além disso, os molares dos ratos apresentam características comuns aos dentes humanos como morfologia radicular favorável e rizogênese completa²⁵.

O aspecto morfológico do 1º molar superior permite estudar o efeito da mesma variável experimental aplicada sob condições de forças biologicamente aceitáveis (na RMV) e potencialmente lesivas (na RDV) simultaneamente. Fracalossi et al.²⁵ afirmam que o volume maior da RMV permite melhor dissipação da força e, além disso, acreditam que devido à forma trapezoidal do primeiro molar superior, ocorre um giro dentro do alvéolo e as raízes distais percorrem um trajeto maior, sendo projetadas contra o septo inter-radicular, tornando os efeitos mais intensos sobre elas.

A magnitude de força aplicada nos experimentos para movimentação dentária induzida dos molares de ratos varia de 0,8 cN²⁶ a 100 cN²⁷ com o intuito de avaliar os tecidos de suporte. Neste estudo, empregou-se uma magnitude de força de 50 cN, por meio de uma mola de NiTi, dentro da faixa preconizada pela literatura²⁸. Esta mola superelástica tem a capacidade de liberar força com magnitude constante sem o seu declínio, independente do estiramento, desempenhando forças durante períodos prolongados e sem interrupção^{24,29}.

A metodologia utilizada neste trabalho foi o efeito bioestimulador da TLBI que pode ser obtido utilizando-se diferentes comprimentos de onda. O laser utilizado neste trabalho foi o InGaAlP que tem como características o potencial de penetração profunda, portátil e de fácil utilização³⁰. Segundo a literatura a dose de energia ideal a ser utilizada na aplicação do laser para que se obtenha o efeito bioestimulador depende do tecido alvo. Para irradiação através de tecido gengival e epitélio oral, irradiação

transóssea e musculatura extrabucais são indicadas 2-3 J/cm², 2-4J/cm² e 6-10 J/cm² respectivamente³⁰. A dose energética utilizada neste trabalho para irradiação pontual no molar superior movimentado foi de 4 J/cm², compatível com a dosagem preconizada para irradiação transóssea³⁰.

De forma geral, a TLBI, com os parâmetros utilizados neste estudo, ativou mais o metabolismo das regiões de interesse, envolvendo o periodonto das RMV e RDV, sendo que a análise qualitativa demonstrou que as respostas celulares foram mais pronunciadas nos grupos que sofreram a ação da terapia. O efeito mais evidente foi a diminuição das áreas hialinas, regiões de necrose estéril em que o fluxo sanguíneo é interrompido por ação de forças compressivas excessivas, ao longo da RMV, que pode ser explicado pelo recrutamento mais precoce das unidades osteorremodeladoras incluindo os osteoclastos. Isso vai ao encontro de dados retirados na literatura que afirmam que a aplicação da TLBI não somente estimula o recrutamento de macrófagos e osteoclastos, como também induz esta diferenciação em estágios mais precoces¹².

Com base na literatura, sabe-se que com o aumento do fluxo sanguíneo ao redor do ligamento periodontal reduz-se o edema e a dor causados pelo trauma da ativação³¹. Nos subgrupos experimentais, a TLBI mostrou qualitativamente uma maior atividade celular dentro de um tecido metabolicamente mais ativo com grande quantidade de vasos sanguíneos, células da matriz óssea e fibroblastos em franca atividade confirmando o efeito bioestimulatório do laser, coincidindo com os trabalhos de Garavello-Freitas et al.³² que descreveram a TLBI com capacidade de estimular a neoformação de vasos sanguíneos, assim como os trabalhos de Pinto et al.³³ que concluíram, ao avaliarem estabilidade de mini-implantes recém-instalados, que o uso da TLBI promove regeneração de tecido mole por proliferação celular induzindo uma maior vascularização e com isso reduzindo o edema e a inflamação. Dessa forma, a percepção de uma diminuição das áreas hialinas no grupo experimental poderia estar relacionada com a predominância de vasos congestos, também observada neste grupo.

Por outro lado, quando se avaliou a RDV, a TLBI não foi capaz de eliminar as áreas hialinas, mesmo com a antecipação e maior ativação dos osteoclastos. Explica-se esse fenômeno pela natureza da força aplicada nesta região que apesar de ter o mesmo valor em ambas as raízes, a morfologia reduzida da RDV exacerba seus efeitos

tornando-a excessivamente lesiva e dessa forma impedindo uma resposta biológica satisfatória, mesmo com a utilização da TLBI. Segundo Oppenheim³⁴, a manutenção de um periodonto normal e saudável preserva e garante uma resposta favorável dentro dos parâmetros biológicos frente à aplicação de pressões oriundas de forças ortodônticas. Diante da compressão, o efeito biológico iminente, como forma de proteção do organismo, é o aumento do fluxo nos capilares sanguíneos presentes no ligamento periodontal, de forma a dissipar esta pressão. Entretanto, esta resposta só é possível quando a pressão não é exagerada e não ultrapassa a capacidade reacional presente no ligamento periodontal³⁴, motivo este pelo qual se observou áreas hialinas ao longo da RDV em ambos os grupos indicando que a TLBI por si só não foi capaz de evitar o aparecimento dessas áreas, apesar de amenizar sua expressão em relação ao grupo controle.

Na literatura, relata-se que a utilização da TLBI produz menores índices de dor descritos pelos pacientes tratados ortodonticamente¹⁸⁻¹⁹, além de retardar o aparecimento da dor¹⁹. O presente estudo complementa os achados clínicos, indicando que esta menor susceptibilidade dolorosa pode estar relacionada com a diminuição de áreas hialinas e o aumento da quantidade de vasos sanguíneos observados nos subgrupos associados com a TLBI. Por outro lado, Ricci et al.³⁵ relatam que a sensação de dor nos pacientes que estiveram sob a ação da TLBI não é afetada quanto ao seu início comparando-se com os grupos controle e placebo, porém tanto a sua duração, quanto a sua intensidade são reduzidas.

Os resultados encontrados denotam ainda uma tendência de resposta tecidual bem à frente, dentro do grupo experimental, onde os animais estimulados responderam à força ortodôntica com uma reparação tecidual mais rápida, conforme já sugerido em trabalhos avaliando o efeito da TLBI no reparo ósseo³⁶⁻³⁸. Nas fases finais da movimentação do presente estudo, nos subgrupos de 9 dias, predominaram os processos de reorganização tecidual demonstrado por uma maior formação óssea com as fibras periodontais mais organizadas e reinseridas no osso e cimento nos subgrupos experimentais, enquanto que nos subgrupos controles estava mais presente processos inflamatórios.

Este melhor reparo também parece está envolvido com a maior vascularização encontrada nos subgrupos irradiados, pois o aumento do suporte sanguíneo é um

importante fator no reparo ósseo³⁹. A análise qualitativa sugeriu que uma maior expressão das fibras do ligamento periodontal esteve presente nos subgrupos associados com a TLBI laser com uma distribuição mais uniforme nos períodos finais do movimento induzido. Estes resultados diferem de Marques et al.⁴⁰ que avaliando culturas celulares *in vitro* de fibroblastos gengivais de humanos não encontraram diferenças relacionadas com a proliferação fibroblástica submetidos a ação da TLBI. Entretanto, Kim et al.⁴¹ avaliando o efeito de forças mecânicas durante a movimentação dentária induzida no substrato extracelular do ligamento periodontal, encontraram um aumento significativo no grupo irradiado da expressão da fibronectina, proteína sintetizada pelos fibroblastos responsável por realizar ligações moleculares com o colágeno, sendo essencial na reorganização do ligamento periodontal. Sugere-se que a diferença entre os resultados esteja relacionada com a presença de um infiltrado inflamatório, necessário para que a TLBI estimule a síntese protéica⁴¹.

Por meio da metodologia aplicada para a movimentação dentária induzida modificada, foi possível ainda avaliar o comportamento do deslocamento dentário com os diferentes tipos de força nos períodos estudados, associando os eventos observados com a TLBI. Na Ortodontia, devem-se utilizar os diferentes tipos de forças de acordo com a necessidade de cada caso, conhecendo suas características e efeitos baseado em evidências, haja vista que as características de uma força têm mais influência que a sua magnitude⁴.

Apesar de alguns estudos apresentarem melhores resultados em relação à quantidade de movimentação dentária por meio do uso de fios de NiTi ou TMA^{3,42}, (força contínua), a força contínua-interrompida vem sendo associada com respostas mais favoráveis biologicamente^{43,44}. As características deste tipo de força proporcionam um período de estabilização da movimentação dentária, permitindo a remoção dos tecidos lesados, incluindo o tecido ósseo, redução do estresse com posterior revascularização e reparação do ligamento periodontal com eliminação das áreas de hialinização⁴⁵.

Os resultados apresentados demonstram que a TLBI aumentou a taxa de movimentação entre todos os subgrupos, com exceção de FI e FI-L no dia 5, o que pode está associado à própria característica da força intermitente, pois com a remoção da

mola ocorre recidiva do movimento, que pode ter sido acelerada pelo laser da mesma forma, por conta da presença aumentada de osteoclastos no grupo irradiado.

No subgrupo FC ocorreu uma movimentação inicial no dia 5 seguido de uma estagnação do movimento. Na literatura é descrito uma fase de platô, caracterizada por uma interrupção da movimentação após a fase inicial, devido à formação de áreas hialinas responsáveis pelo atraso da movimentação até a sua reabsorção^{2,28}. Esta fase inicial é descrita como o deslocamento do dente pela compressão do ligamento periodontal, flexão óssea e o seu giro dentro do alvéolo²⁸. A análise qualitativa dos eventos biológicos e a análise quantitativa da quantidade de movimentação sugerem que no subgrupo FC-L essa fase de estagnação foi amenizada, ocorrendo um aumento da taxa de movimentação em todos os períodos observados, o que pode estar relacionado com a observação da redução de áreas hialinas ao redor das raízes do dente movimentado, por efeito da TLBI.

O subgrupo FCI apresentou uma taxa de movimentação semelhante ao subgrupo FC, porém quando avaliamos a influência da TLBI dentro dos subgrupos FCI-L e FC-L, nota-se que a terapia permitiu que a força contínua provocasse uma resposta mais biológica, representada pela diminuição de áreas hialinas e com isso permitisse uma maior quantidade de movimento. Por outro lado, apesar da taxa de movimentação ter sido menor no grupo FCI-L comparando-se com o grupo FC-L, a força contínua-interrompida mostrou-se mais biologicamente compatível com o processo remodelador da movimentação dentária, pois apresentou apenas desorganização do ligamento periodontal na RMV, no início do movimento, com ausência de áreas hialinas durante todo o experimento e reorganização das fibras periodontais, nesta raiz, durante o nono dia, com formação óssea. A própria natureza da força explica esse fenômeno, visto que sua intensidade vai reduzindo-se até atingir uma magnitude inócua ao ligamento periodontal. Nesse momento, o dente para de se movimentar permanecendo estabilizado pelo próprio aparelho, que neste instante atua como uma contenção dentária, possibilitando ao ligamento periodontal tempo para reestruturar-se completando o ciclo biológico da movimentação dentária.

Em relação às forças intermitentes, tanto a avaliação quantitativa, quanto a qualitativa indicaram que, entre as forças avaliadas, elas são as menos eficientes, haja

vista que obtiveram a menores taxa de deslocamento, mesmo nos subgrupos que sofreram ação bioestimuladora da TLBI.

Considerações Clínicas

Fica difícil estabelecer ou eleger um tipo de força melhor ou biologicamente mais compatível para a aplicação na Ortodontia. Deve-se utilizá-las conforme a necessidade ou indicação de cada caso, conhecendo seus efeitos e embasados por evidências científicas. A força contínua pode exercer uma excelente resposta biológica desde que sua ação sobre o ligamento periodontal seja suave, como demonstrado pela ação da TLBI que ao promover uma redução das áreas hialinas proporcionou um aumento na quantidade de movimentação.

Por analogia, as raízes dos dentes humanos possuem diversos tamanhos e formas com dimensões variadas. Sendo assim, a utilização de ligas com memória de forma, que produzem forças contínuas, promoverá magnitudes suaves para raízes mais volumosas, porém forças intensas nas menores, e assim, a escolha dos arcos, molas ou da força aplicada deverá ser baseada sempre na dimensão das menores raízes.

Por outro lado, a força contínua-interrompida, ainda que intensa, parece promover uma boa resposta em relação a quantidade de movimentação dentária, sugerindo-se que proporciona menores áreas hialinas, possibilitando um reparo mais rápido dos tecidos, diminuindo assim o risco de se ocasionar uma reabsorção radicular.

Conclusão

6 Conclusão

A partir das análises obtidas, foi possível concluir-se que:

1. A TLBI promoveu, em geral, um aumento na quantidade de movimentação dentária para todos os períodos avaliados, exceto com a FI no período de 5 dias.
2. A TLBI, nos parâmetros deste estudo, influenciou diretamente os eventos biológicos da movimentação dentária, com a análise qualitativa descritiva sugerindo a ocorrência de uma maior estimulação dos osteoclastos e com isso diminuindo as áreas de hialinização ao redor da RMV, ao passo que, em relação à RDV, a TLBI não foi suficiente para evitar essas áreas de necrose estéril.
3. A FC associada com a TLBI apresentou as maiores taxas de movimentação; a FCI associada com a TLBI proporcionou uma resposta biológica mais tolerável promovendo um melhor reparo tecidual e a FI, segundo os parâmetros quantitativos e qualitativos avaliados, caracterizou-se como a força menos efetiva, independente da aplicação ou não da TLBI.

Referências

Referências

1. Le Gall M, Sastre J. The fundamentals of tooth movement. *Int Orthod* 2010;8(1);1-13.
2. Proffit WR, Fields HW. The biologic basis of orthodontic therapy. In: *Contemporary orthodontics*, 3^a ed. St. Louis: Mosby; 2000.
3. Owman-Moll P, Kurol J, Lundgren, D. Continuous versus interrupted continuous orthodontic force related to early tooth movement and root. Resorption. *Angle Orthod* 1995;65(6);395-402.
4. Van Leeuwen EJ, Malta JC, Kuijipers-Jagtman AM. Tooth movement with light continuous and discontinuous forces in beagle dogs. *Eur J Oral Sci* 1999;107(2); 468-74.
5. Meikle MC. The tissue, cellular, and molecular regulation of orthodontic tooth movement: 100 years after Carl Sandstedt. *Eur J Orthod* 2006;28(3);221-40.
6. Masella RS, Meister M. Current concepts in the biology of orthodontic tooth movement. *Am J Ortho dentofacial Orthop* 2006;129(4);458-66.
7. Merli LA, Santos MT, Genovese WJ, Faloppa F. Effect of low-intensity laser irradiation on the process of bone repair. *Photomed Laser Surg* 2005;23(2);212-5.
8. Breugel HH, Bar PR. Power density and exposure time of He-Ne laser irradiation are more important than total energy dose in photo-biomodulation of human fibroblasts in vitro. *Lasers Surg Med* 1992;12 (5); 528-37.
9. Amorim J C F. Reparação gengival após a técnica de gengivectomia e aplicação de laser em baixa intensidade. Avaliação clínica e biométrica em humanos. Dissertação (Mestrado laser em odontologia). IPEN/FOUSP. São Paulo, São Paulo; 2001.
10. Garavello-Freitas I, Baranauskas V, Joazeiro PP, Padovani CR, Dal-Pai SM, Cruz-Höfling MA. Low-power laser irradiation improves histomorphometrical

- parameters and bone matrix organization during tibia wound healing in rats. *J Photochem Photobiol B* 2003;70(2); 81-9.
11. Ninomiya T, Hosoya A, Nakamura H, Sano K, Nishisaka T, Ozawa H. Increase of bone volume by a nanosecond pulsed laser irradiation is caused by a decreased osteoclast number and an activated osteoblasts. *Bone* 2007;40(1);140-8.
 12. Fujita S, Yamaguchi M, Utsunomiya T, Yamamoto H, Kasai K. Low-energy laser irradiation stimulates the tooth movement velocity via expression of M-CSF and c-fms. *Orthod Craniofac Res* 2008;11(3);143-55.
 13. Pejčica A, Mirkovic D. Anti-inflammatory effect of low level laser treatment on chronic periodontitis. *Medic Laser Applic* 2011;26;27–34.
 14. Cruz DR, Kohara EK, Ribeiro MS, Wetter NU. Effects of low intensity laser therapy on the orthodontic movement velocity of human teeth: a preliminary study. *Lasers Surg Med* 2004;35(2);117-20.
 15. Goulart CS, Nouer PR, Mouramartins L, Garbin IU, Lizarelli RFZ. Photoradiation and Orthodontic movement: experimental study with canines hotomedicine and laser surgery. *Photomed Laser Surg* 2006;24(2);192-6.
 16. Youssef M, Ashkar S, Hamade E, Gutknecht N, Lampert F, Mi M. The effect of low-level laser therapy during orthodontic movement: a preliminary study. *Lasers Med Sci* 2008;23(1);27-33.
 17. Doshi-Mehta G, Bhad-Patil WA. Efficacy of low-intensity laser therapy in reducing treatment time and orthodontic pain: a clinical investigation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2012;141(3);289-97.
 18. Harazaki M, Hisshiki Y. Soft Laser irradiation effects on pain reduction in orthodontic treatment. *Bull Tokyo Dent Coll* 1997;38;292-5.
 19. Xiaoting L, Yin T, Yangxi C. Interventions for pain during fixed orthodontic appliance therapy. A systematic review. *Angle Orthod* 2010;80;925-32.
 20. Heller IJ, Nanda R. Effect of metabolic alteration of periodontal fibers on orthodontic movement: an experimental study. *Am J Orthod*. 1979;75:239-58.

21. Cuoghi OA, Tondelli PM, Sonoda CK, Aiello CA, de Mendonça MR, Costa. Induction of ankylosis in the incisor for orthodontic tooth movement in rats. *Dent Traumatol* 2013 doi: 10.1111/edt.12056.
22. Beçak W, Paulete-Vanrell J. *Técnicas de citologia e histologia*. São Paulo:Nobel; 1970.
23. Gameiro GH, Nouer DF, Pereira Neto JS, Siqueira VC, Andrade ED, Novaes PD, Veiga MCF. Effects of short- and long-term celecoxib on orthodontic tooth movement. *Angle Orthod* 2008;78:860-5.
24. Ren Y, Maltha JC, Kuijpers-Jagtman AM. The rat as model for orthodontic tooth movement – a critical review and a proposed solution. *Eur J Orthod* 2004;26(5); 483-90.
25. Fracalossi ACC, Santamaria Jr M, Consolaro MFMO, Consolaro A. Movimentação dentária experimental em murinos: período de observação e plano dos cortes microscópicos. *Rev Dent Press Ortodon Ortopedi Facial* 2009;14;143-57.
26. Noda K, Nakamura Y, Kogure K, Nomura Y. Morphological changes in the rat periodontal ligament and its vascularity after experimental tooth movement using superelastic forces. *Eur J Orthod* 2009;31;37–45.
27. Gonzales C, Hotokezaka H, Yoshimatsu M, Yozgatian J, Darendeliler MA, Yoshida N. Force magnitude and duration effects on amount of tooth movement and root resorption in the rat molar. *Angle Orthod* 2008;78;502-9.
28. Consolaro A. *Reabsorções dentárias nas especialidades clínicas*. 2 ed. Maringá: Dental Press; 2005.
29. Maganzini AL, Wong AM, Ahmed MK. Forces of various nickel titanium closed coil springs. *Angle Orthod* 2010;80;182-7.
30. Parker S. Low-level laser use in dentistry. *Br Dent J* 2007;202(3);131-8.
31. Nascimento JE, Viola MJ, Carvalho LS. Study of discomfort during the orthodontic treatment. *Ortod* 1999;32(1);81-91.
32. Garavello-Freitas I, Baranauskas V, Joazeiro PP, Padovani CR, Dal Pai-Silva M, da Cruz-Höfling MA. Low-power laser irradiation improves histomorphometrical

- parameters and bone matrix organization during tibia wound healing in rats J Photochem Photobiol B 2003;70(2);81-9.
33. Pinto MR, dos Santos RL, Pithon MM, Araújo MT, Braga JP, Nojima LI. Influence of low-intensity laser therapy on the stability of orthodontic mini-implants: a study in rabbits. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2013;115(2) 26-30.
 34. Oppenheim A. Biologic orthodontic therapy and reality. *Angle Orthodont* 1936;(2);69-116.
 35. Ricci R, Pazos MC, Borges RE, Pacheco-Soares C. Biomodulation with low-level laser radiation induces changes in endothelial cell actin filaments and cytoskeletal organization. *J Photochem Photobiol B* 2009;95(1);6-8.
 36. Ozawa Y, Shimizu N, Karaya G, Abiko Y. Low energy laser irradiation stimulates bone nodule formation at early stages of cell culture in rat calvarial cells. *Bone* 1998;22;347–54.
 37. Barushka O, Yaakobi T, Oron U. Effect of low-energy laser (He–Ne) irradiation on the process of bone repair in the rat tibia. *Bone* 1995;16;47–55.
 38. Altan BA, Sokucu O, Ozkut MM, Inan S. Metrical and histological investigation of the effects of low-level laser therapy on orthodontic tooth movement. *Lasers Med Sci.* 2012;27(1);131-40.
 39. Glowacki, J. Angiogenesis in fracture repair. *Clinical Orthopaedics and Related Research.* 1998;355;82–9.
 40. Marques MM, Pereira AN, Fujihara NA, Nogueira FN, EduardoCP (2004) Effect of low-power laser irradiation on proteinsynthesis and ultrastructure of human gingival fibroblasts. *Lasers Surg Med* 2004;34;260–5.
 41. Kim YD, Kim SS, Kim SJ, Kwon DW, Jeon ES, Son WS. Low-level laser irradiation facilitates fibronectin and collagen type I turnover during tooth movement in rats. *Lasers Med Sci.* 2010;25(1);25-31.
 42. Ballard DJ, Jones AS, Petocz P, Darendeliler MA. Physical properties of rootcementum: part 11. Continuous vs intermittent controlled orthodontic forces on

root resorption. A microcomputed-tomography study. Am J Orthod DentofacialOrthop. 2009;136(1);1 -8

43. Aiello, CA. Avaliação da reabsorção de raízes com diferentes dimensões, utilizando forças contínua, contínua interrompida e intermitente. 2011. Tese (Doutorado em Odontologia) - Faculdade de Odontologia de Araçatuba, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba; 2011.
44. Tondelli, PM. Avaliação histomorfométrica da movimentação dentária induzida em ratos com força contínua, contínua interrompida e intermitente. 2011. Tese (Doutorado em Odontologia) - Faculdade de Odontologia de Araçatuba, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba; 2011.
45. Cuoghi OA. Avaliação macro e microscópica dos primeiros momentos da movimentação dentária induzida em macacos da espécie *Cebus apella* [tese].Bauru: Universidade de São Paulo; 1996.



Figuras



Figura 1 - Mola de secção fechada Sentalloy (A). Instalação da mola desde o primeiro molar superior direito até os incisivos para movimentação dentária (B).

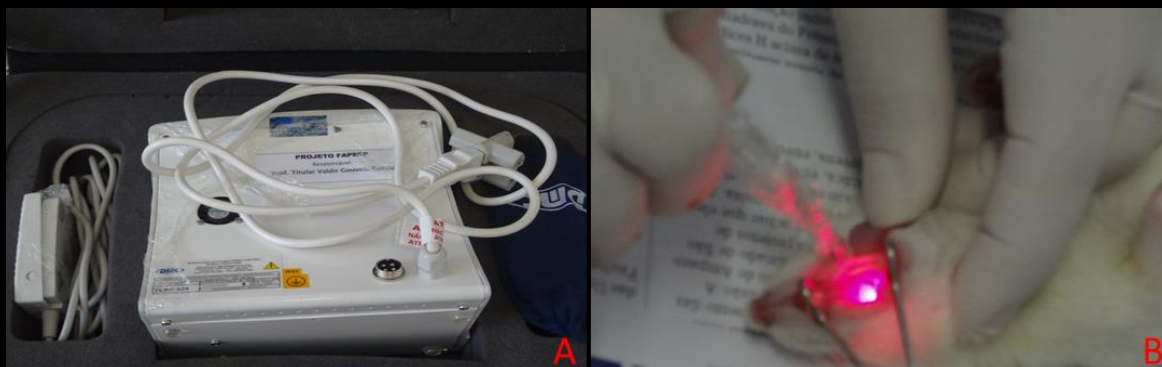


Figura 2 - TheraLase, DMC Equipamentos Ltda., São Carlos, SP, Brasil (A). Aplicação da irradiação a laser no 1º molar superior direito (B).

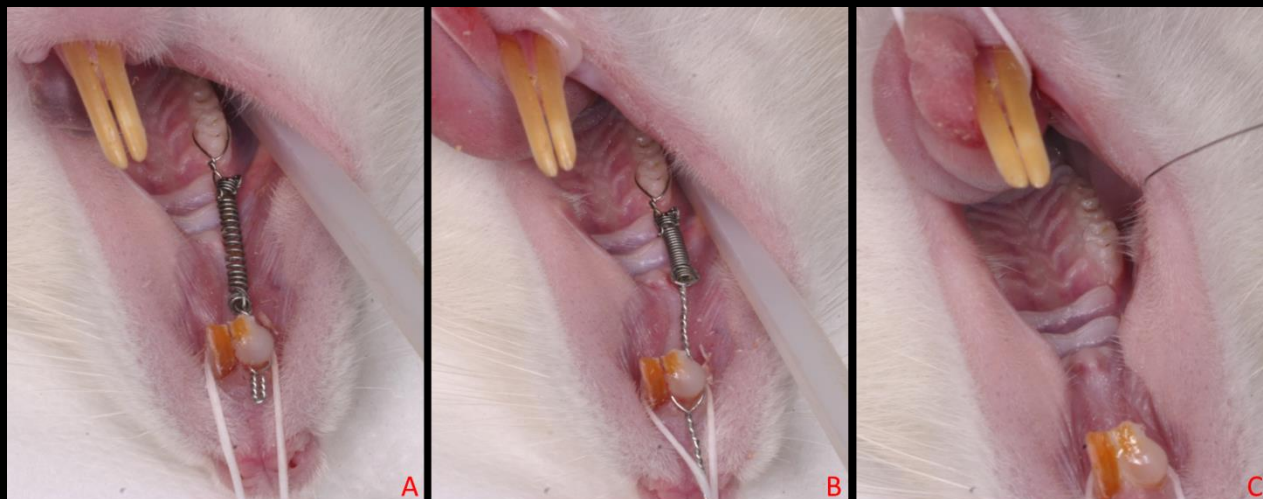


Figura 3 - Força contínua com dispositivo ativado (A), força contínua-interrompida com dispositivo desativado mantido de forma passiva (B) e força intermitente com dispositivo removido (C).

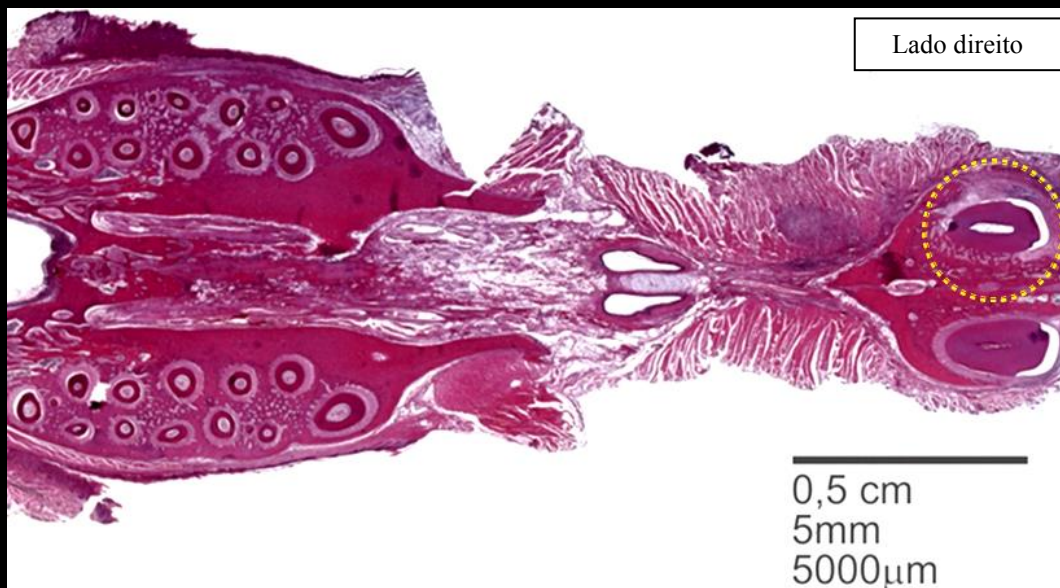


Figura 4 - Corte transversal abrangendo as raízes dos molares e incisivos. Em destaque, o incisivo superior direito anquilosado. H.E. 10x.

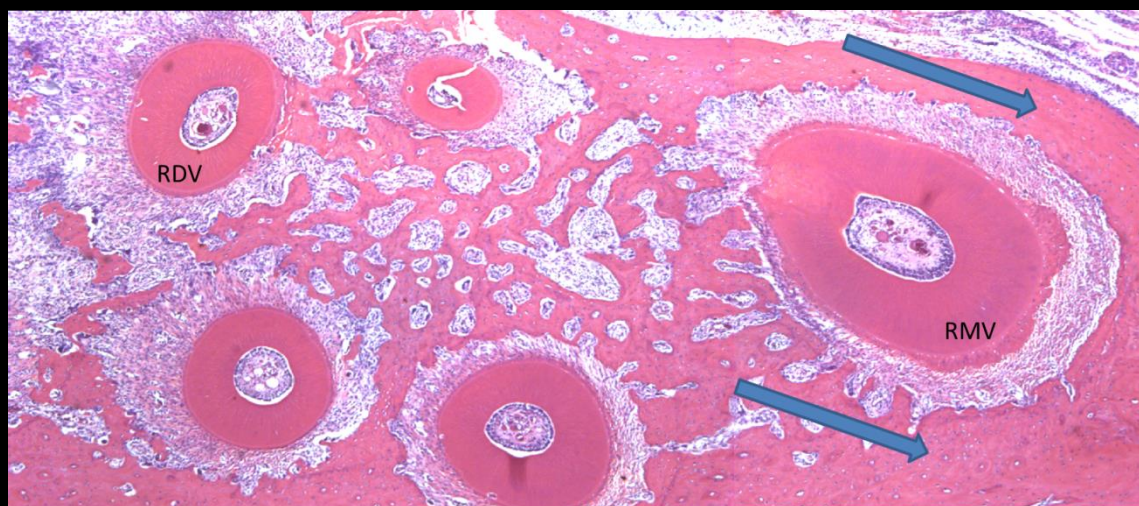


Figura 5 - Imagem histológica das raízes mesiovestibular (RMV) e distovestibular (RDV) com as setas indicando a direção da força. H.E. 20x.

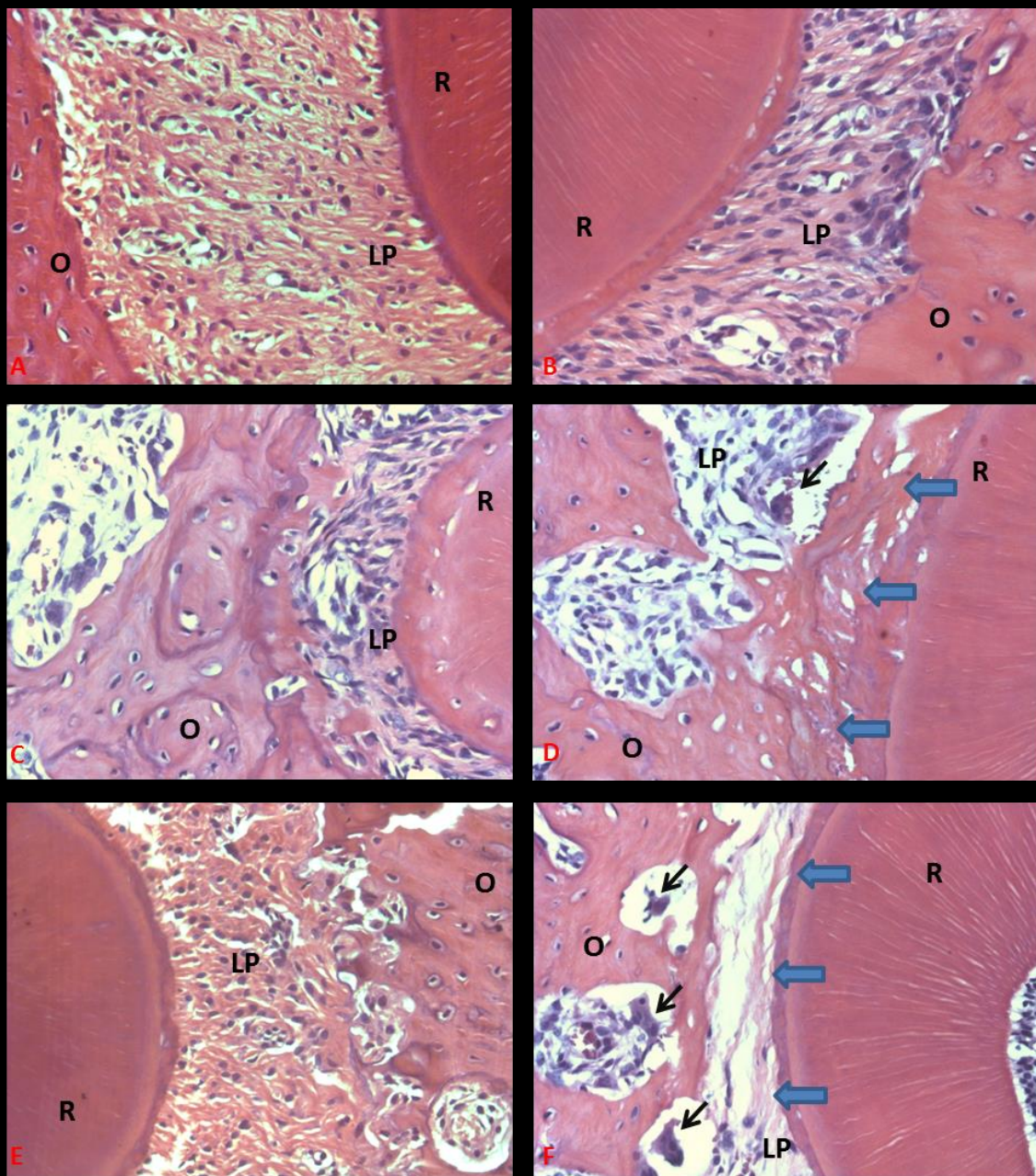


Figura 6 – Fotomicrografia evidenciando periodonto dos ratos do subgrupo FC, dispendo na primeira coluna a região da RMV em 5 (A), 7 (C) e 9 (E) dias e na segunda coluna a região da RDV em 5 (B), 7 (D) e 9 (F) dias. H.E. 40x. LP =Ligamento Periodontal, O = Osso, R = Raiz, setas azuis indicam áreas de hialinização.

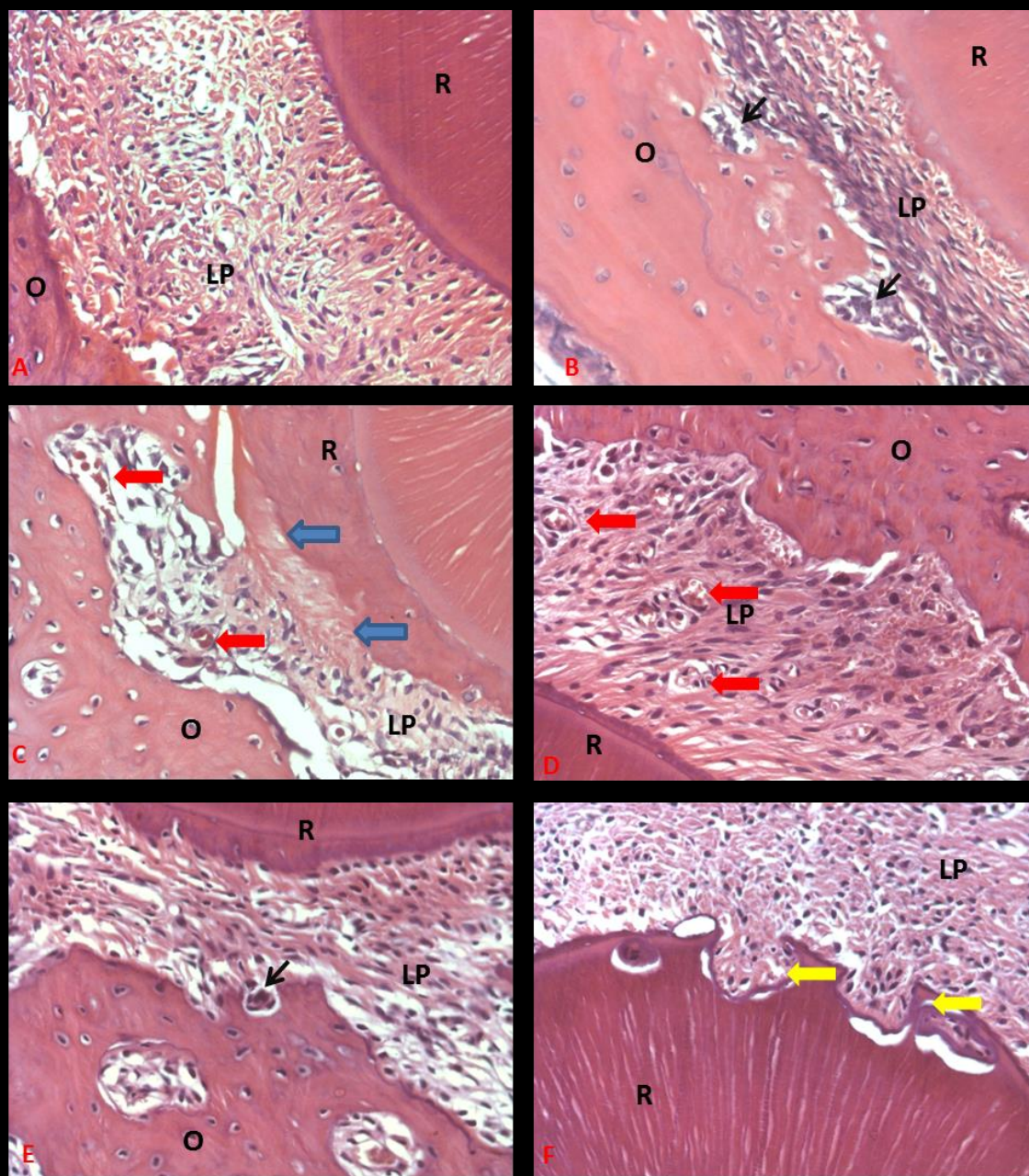


Figura 7 – Fotomicrografia evidenciando periodonto dos ratos do subgrupo FC-L, dispendo na primeira coluna a região da RMV em 5 (A), 7 (C) e 9 (E) dias e na segunda coluna a região da RDV em 5 (B), 7 (D) e 9 (F) dias. H.E. 40x. LP =Ligamento Periodontal, O = Osso, R = Raiz, setas azuis indicam áreas de hialinização, setas vermelhas indicam vasos sanguíneos e setas amarelas indicam reabsorção dentária.

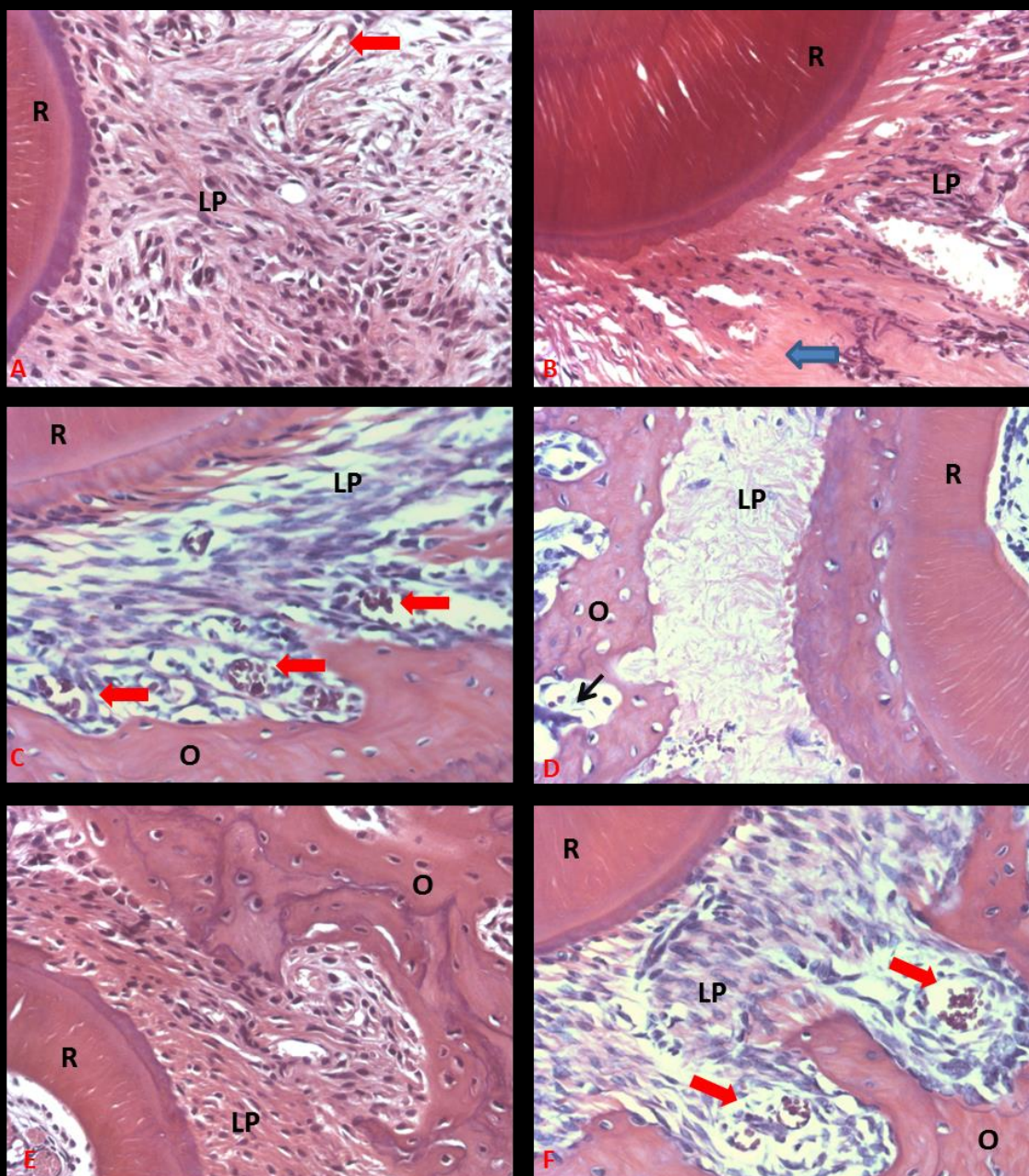


Figura 8 - Fotomicrografia evidenciando periodonto dos ratos do subgrupo FCI, dispendo na primeira coluna a região da RMV em 5 (A), 7 (C) e 9 (E) dias e na segunda coluna a região da RDV em 5 (B), 7 (D) e 9 (F) dias. H.E. 40x. LP =Ligamento Periodontal, O = Osso, R = Raiz, setas azuis indicam áreas de hialinização e setas vermelhas indicam vasos sanguíneos.

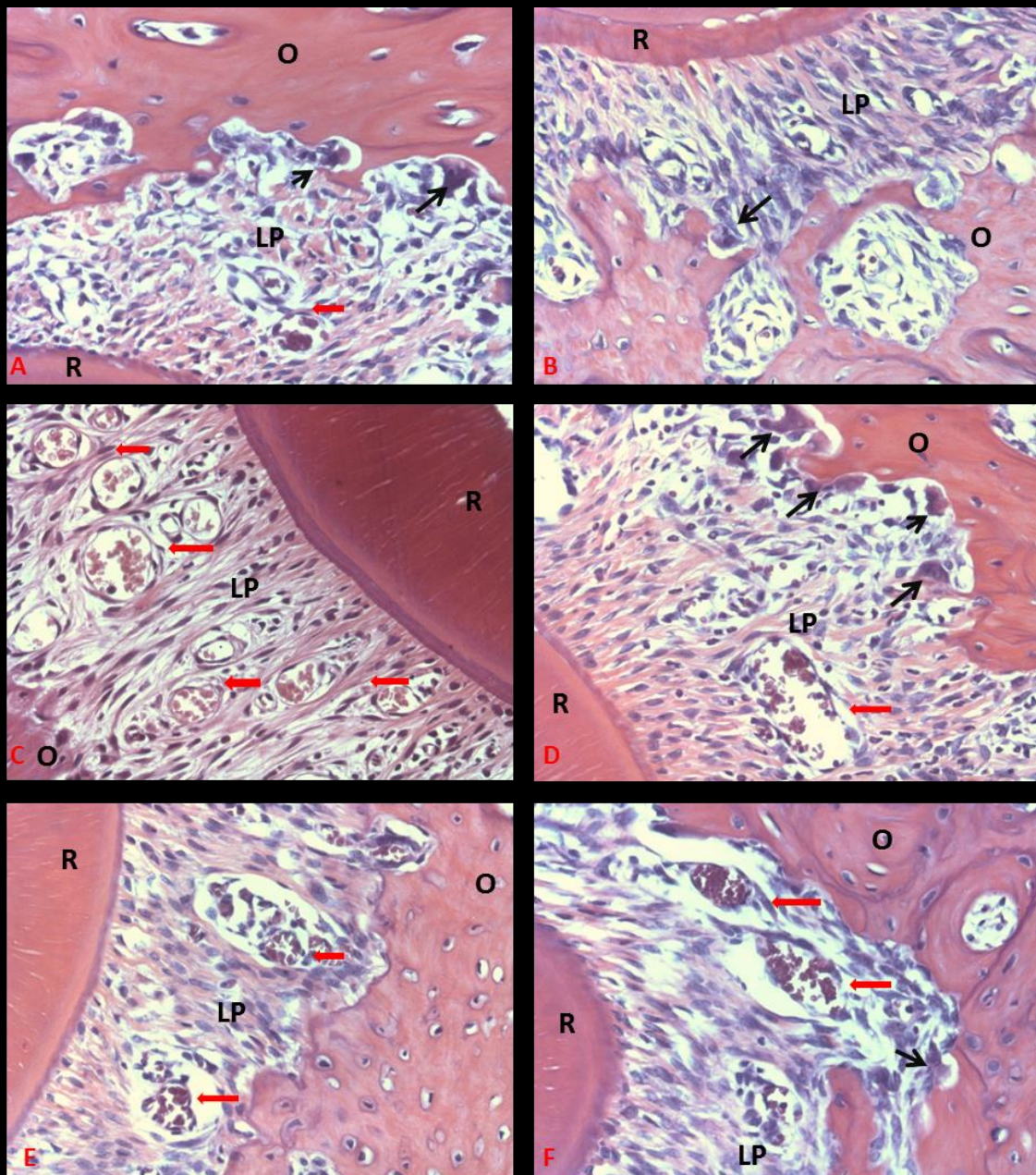


Figura 9 - Fotomicrografia evidenciando periodonto dos ratos do subgrupo FCI-L, dispondo na primeira coluna a região da RMV em 5 (A), 7 (C) e 9 (E) dias e na segunda coluna a região da RDV em 5 (B), 7 (D) e 9 (F) dias. H.E. 40x. LP =Ligamento Periodontal, O = Osso, R = Raiz, setas vermelhas indicam vasos sanguíneos e setas pretas indicam clastos em atividade.

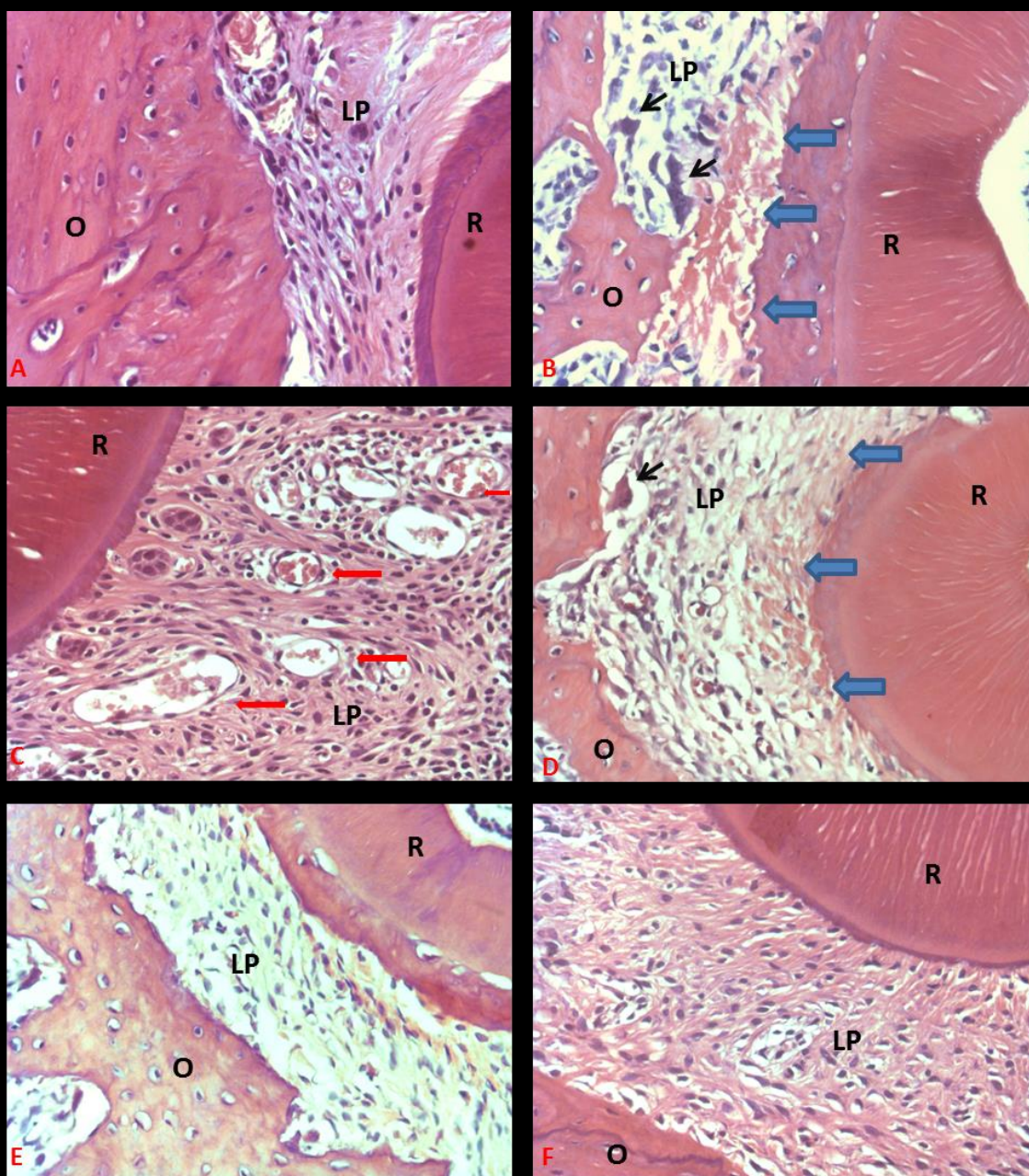


Figura 10 - Fotomicrografia evidenciando periodonto dos ratos do subgrupo FI, dispendo na primeira coluna a região da RMV em 5 (A), 7 (C) e 9 (E) dias e na segunda coluna a região da RDV em 5 (B), 7 (D) e 9 (F) dias. H.E. 40x. LP =Ligamento Periodontal, O = Osso, R = Raiz, setas azuis indicam áreas de hialinização e setas vermelhas indicam vasos sanguíneos.

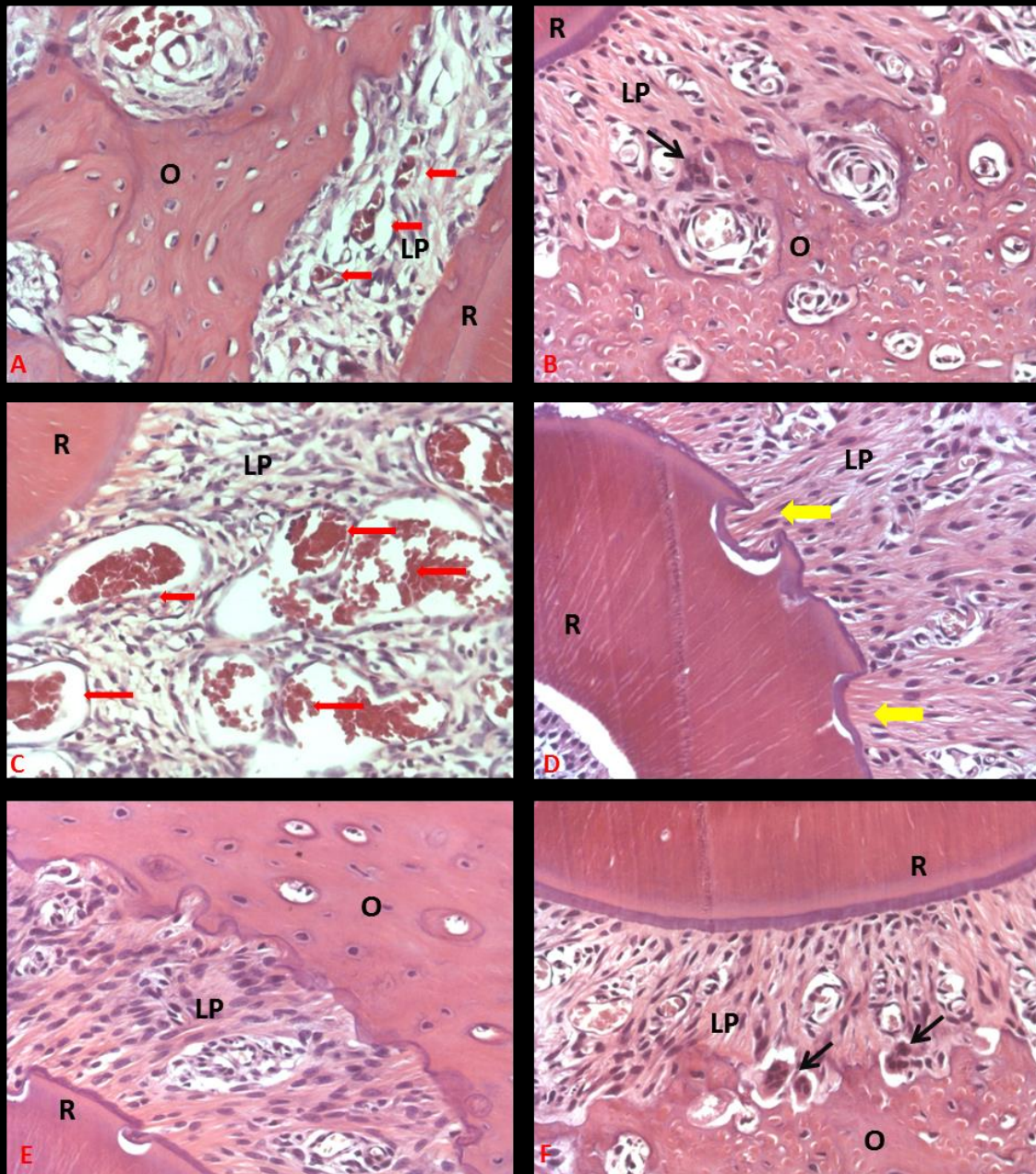


Figura 11 - Fotomicrografia evidenciando periodonto dos ratos do subgrupo FI-L, disposta na primeira coluna a região da RMV em 5 (A), 7 (C) e 9 (E) dias e na segunda coluna a região da RDV em 5 (B), 7 (D) e 9 (F) dias. H.E. 40x. LP =Ligamento Periodontal, O = Osso, R = Raiz, setas vermelhas indicam vasos sanguíneos, setas amarelas indicam reabsorção dentária e setas pretas indicam clastos em atividade.

Tabelas

Tabela 1 – Comparação da quantidade de movimentação durante cada período, considerando todos os subgrupos, controle e experimental, pelo teste estatístico ANOVA.

	5 Dias	7 Dias	9 Dias	
	\bar{x} (s)	\bar{x} (s)	\bar{x} (s)	p
FC	0,27 (0,09) <i>a</i>	0,24 (0,13) <i>a</i>	0,32 (0,15) <i>a</i>	0,53
FCI	0,19 (0,03) <i>a</i>	0,30 (0,11) <i>a</i>	0,39 (0,41) <i>a</i>	0,55
FI	0,11 (0,07) <i>a</i>	0,24 (0,10) <i>a</i>	0,13 (0,08) <i>a</i>	0,06
FC-L	0,40 (0,08) <i>a</i>	0,77 (0,22) <i>b</i>	0,96 (0,14) <i>c</i>	0,0001*
FCI-L	0,42 (0,07) <i>a</i>	0,47 (0,10) <i>b</i>	0,69 (0,21) <i>b</i>	0,04*
FI-L	0,19 (0,13) <i>a</i>	0,55 (0,18) <i>b</i>	0,51 (0,16) <i>b</i>	0,0003*

*- diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$)

Médias seguidas por letras diferentes, na mesma linha, não apresentam diferença estatística significativa.

Tabela 2 - Comparação da quantidade de movimentação considerando os tipos de força em cada período experimental pelo teste estatístico ANOVA para o grupo controle.

	FC	FCI	FI	
	\bar{x} (s)	\bar{x} (s)	\bar{x} (s)	p
5 Dias	0,27 (0,09) <i>a</i>	0,19 (0,03) <i>a</i>	0,11 (0,07) <i>b</i>	0,008*
7 Dias	0,24 (0,13) <i>a</i>	0,30 (0,11) <i>a</i>	0,24 (0,10) <i>a</i>	0,61
9 Dias	0,32 (0,15) <i>a</i>	0,39 (0,41) <i>a</i>	0,13 (0,08) <i>a</i>	0,23

*- diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$)

Médias seguidas por letras iguais, na mesma linha, não apresentam diferença estatística significativa.

Tabela 3 - Comparação da quantidade de movimentação considerando os tipos de força em cada período experimental pelo teste estatístico ANOVA para o grupo experimental.

	FC-L	FCI-L	FI-L	
	\bar{x} (s)	\bar{x} (s)	\bar{x} (s)	p
5 Dias	0,40 (0,08) <i>a</i>	0,42 (0,07) <i>a</i>	0,19 (0,13) <i>b</i>	0,0003*
7 Dias	0,77 (0,22) <i>a</i>	0,47 (0,10) <i>b</i>	0,55 (0,18) <i>b</i>	0,005*
9 Dias	0,96 (0,14) <i>a</i>	0,69 (0,21) <i>b</i>	0,51 (0,16) <i>b</i>	0,0005*

*- diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$)

Médias seguidas por letras iguais, na mesma linha, não apresentam diferença estatística significativa.

Tabela 4 – Comparação do efeito da TLBI na quantidade de movimentação entre cada par de subgrupos, controle e experimental, dentro de cada período avaliado pelo teste estatístico t-Student.

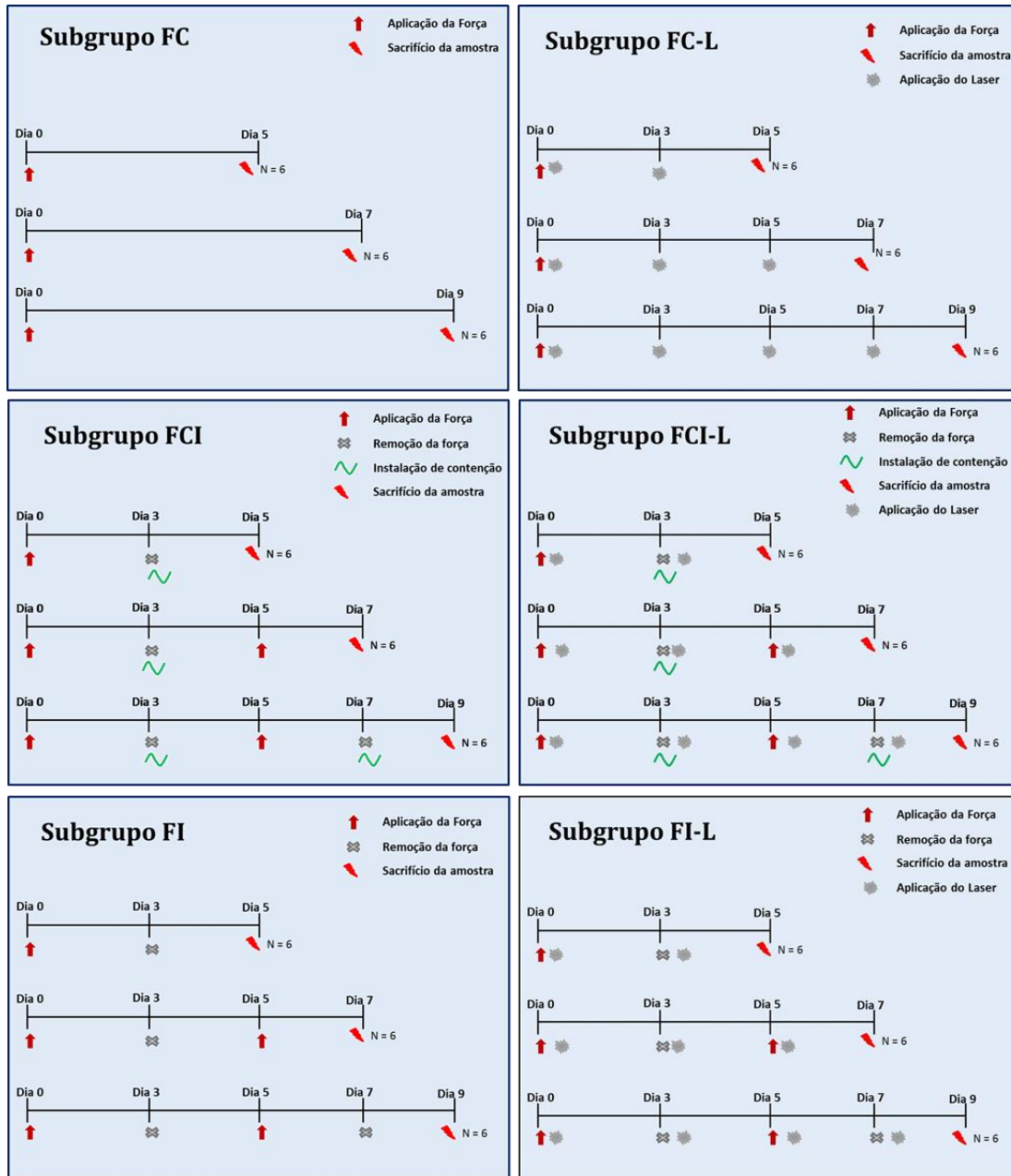
	C/L	S/L	
	\bar{x} (s)	\bar{x} (s)	p
FC			
5 dias	0,40 (0,08)	0,27 (0,09)	0,006*
7 dias	0,77 (0,22)	0,24 (0,13)	0,0001*
9 dias	0,96 (0,14)	0,32 (0,15)	0,000004*
FCI			
5 dias	0,42 (0,07)	0,19 (0,03)	0,00001*
7 dias	0,47 (0,10)	0,30 (0,11)	0,005*
9 dias	0,69 (0,21)	0,39 (0,41)	0,00002*
FI			
5 dias	0,19 (0,13)	0,11 (0,07)	0,125
7 dias	0,55 (0,18)	0,24 (0,10)	0,0007*
9 dias	0,51 (0,16)	0,13 (0,08)	0,0001*

*- diferença estatisticamente significante ($p < 0,05$)

Quadros

- **Emissor : InGaAlP**
- **Comprimento de onda: 600 nm (laser visível)**
- **Potência: 35 mW (0,035W)**
- **Modo de operação: laser contínuo**
- **Diâmetro do Spot: 0,0283 cm²**
- **Modo de aplicação: laser contato, pontual**
- **Energia: 0,14 J/ponto**
- **Tempo de exposição por ponto: 4 s**
- **Número de sessões de aplicações: única**
- **Quantidade de pontos de aplicação: 6**
- **Tempo de exposição total: 24 s**
- **Densidade energética / ponto: 4,9 J/cm²**
- **Densidade energética total: 29,4 J/cm²**
- **Irradiância: 1.23 W/ cm²**

Quadro 1 - Protocolo de tratamento com laser em baixa intensidade utilizado.



Quadro 2 - Dinâmica dos procedimentos laboratoriais por subgrupo.

Anexos

Anexo A

Information for Authors

Electronic manuscript submission and review

The *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* now uses *Editorial Manager*, an online manuscript submission and review system. To submit or review an article, please go to the AJO-DO Editorial Manager website: ees.elsevier.com/ajodo.

Send other correspondence to:

Dr David L. Turpin, DDS, MSD, Editor-in-Chief
American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics
 University of Washington
 Department of Orthodontics, D-569
 HSC Box 357446
 Seattle, WA 98195-7446
 Telephone (206)221-5413
 Fax (206)221-5467
 E-mail: dlturpin@aol.com

General Information

The *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* publishes original research, reviews, case reports, clinical material, short communications, and other material related to orthodontics and dentofacial orthopedics.

Submitted manuscripts must be original, written in English, and not published or under consideration elsewhere. Manuscripts will be reviewed by the editor and consultants and are subject to editorial revision. Authors should follow the guidelines below.

Statements and opinions expressed in the articles and communications herein are those of the author(s) and not necessarily those of the editor(s) or publisher, and the editor(s) and publisher disclaim any responsibility or liability for such material. Neither the editor(s) nor the publisher guarantees, warrants, or endorses any product or service advertised in this publication; neither do they guarantee any claim made by the manufacturer of any product or service. Each reader must determine whether to act on the information in this publication, and neither the *Journal* nor its sponsoring organizations shall be liable for any injury due to the publication of erroneous information.

Guidelines for Original Articles

Submit Original Articles via the online Editorial Manager: ees.elsevier.com/ajodo. Organize your submission as follows.

1. Title Page. Put all information pertaining to the authors in a separate document. Include the title of the article, full name(s) of the author(s), academic degrees, and institutional affiliations and positions; identify the corresponding author and include an address, telephone and fax numbers, and an e-mail address. This information will not be available to the reviewers.
2. Abstract. Structured abstracts of 200 words or less are preferred. A structured abstract contains the following sections: Introduction, describing the problem; Methods, describing how the study was performed; Results, describing the primary results; and Conclusions, reporting what the authors conclude from the findings and any clinical implications.
3. Manuscript. The manuscript proper should be organized in the following sections: Introduction and literature review, Material and Methods, Results, Discussion, Conclusions, References, and figure captions. Express measurements in metric units whenever practical. Refer to teeth by their full name or their FDI tooth number. For style questions, refer to the *AMA Manual of Style*, 9th edition. Cite references selectively, and number them in the order cited. Make sure that all references have been mentioned in the text. Follow the format for references

in "Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals" (Ann Intern Med 1997;126:36-47); <http://www.icmje.org> . Include the list of references with the manuscript proper. Submit figures and tables separately (see below); do not embed figures in the word processing document.

4. Figures. Digital images should be in TIF or EPS format, CMYK or grayscale, at least 5 inches wide and at least 300 pixels per inch (118 pixels per cm). Do not embed images in a word processing program. If published, images could be reduced to 1 column width (about 3 inches), so authors should ensure that figures will remain legible at that scale. For best results, avoid screening, shading, and colored backgrounds; use the simplest patterns available to indicate differences in charts. If a figure has been previously published, the legend (included in the manuscript proper) must give full credit to the original source, and written permission from the original publisher must be included. Be sure you have mentioned each figure, in order, in the text.

5. Tables. Tables should be self-explanatory and should supplement, not duplicate, the text. Number them with Roman numerals, in the order they are mentioned in the text. Provide a brief title for each. If a table has been previously published, include a footnote in the table giving full credit to the original source. Submit tables as text-based files (Word or Excel, for example) and not as graphic elements.

6. Model release and permission forms. Photographs of identifiable persons must be accompanied by a release signed by the person or both living parents or the guardian of minors. Illustrations or tables that have appeared in copyrighted material must be accompanied by written permission for their use from the copyright owner and original author, and the legend must properly credit the source. Permission also must be obtained to use modified tables or figures.

7. Copyright release. In accordance with the Copyright Act of 1976, which became effective February 1, 1978, all manuscripts must be accompanied by the following written statement, signed _____ by _____ all _____ authors:
"The undersigned author(s) transfers all copyright ownership of the manuscript [insert title of article here] to the American Association of Orthodontists in the event the work is published. The undersigned author(s) warrants that the article is original, does not infringe upon any copyright or other proprietary right of any third party, is not under consideration by another journal, has not been previously published, and includes any product that may derive from the published journal, whether print or electronic media. I (we) sign for and accept responsibility for releasing this material." Scan the printed copyright release and submit it via the Editorial Manager, or submit it via fax or mail.

8. Conflict of interest statement. Report any commercial association that might pose a conflict of interest, such as ownership, stock holdings, equity interests and consultant activities, or patent-licensing situations. If the manuscript is accepted, the disclosed information will be published with the article. The usual and customary listing of sources of support and institutional affiliations on the title page is proper and does not imply a conflict of interest. Guest editorials, Letters, and Review articles may be rejected if a conflict of interest exists.

Other Articles

Follow the guidelines above, with the following exceptions, and submit via Editorial Manager.

Case Reports will be evaluated for completeness and quality of records, quality of treatment, uniqueness of the case, and quality of the manuscript. A highquality manuscript will include the following sections: introduction; diagnosis; etiology; treatment objectives, alternatives, progress, and results; and discussion. The submitted figures should include extraoral and intraoral photographs and dental models, panoramic radiographs and tracings from both pretreatment and posttreatment, and progress or retention figures as appropriate.

Short Communications should not exceed 2000 words, including the bibliography, and should include a minimal number of figures or tables. Priority will be given to communications relating to primary research data, preferably clinical but also basic. This section permits time-sensitive material to be published within 6 months of submission.

Techno Bytes items report on emerging technological developments and products for use by orthodontists.

Litigation, Legislation, and Ethics items report legal and ethical issues of interest to orthodontists.

Miscellaneous Submissions

Letters to the Editor and Ask Us questions and answers appear in the Readers' Forum section and are encouraged to stimulate healthy discourse concerning the profession. Send letters or questions directly to the editor, via e-mail: dlturpin@aol.com. Submit a signed copyright release with the letter, or fax or mail separately.

Brief, substantiated commentary on subjects of interest to the orthodontic profession is occasionally published as a Guest Editorial or Special Article. Send Guest Editorials or Special Articles directly to the editor, via e-mail: dlturpin@aol.com. Submit a signed copyright release with the editorial, or fax or mail separately.

Books and monographs (domestic and foreign) will be reviewed, depending on their interest and value to subscribers. Send books to the Editor of Reviews and Abstracts, Dr Alex Jacobson, University of Alabama School of Dentistry, 1919 7th Ave S, Box 23, Birmingham, AL 35294. They will not be returned.

Checklist for authors

____ Title page, including full name, academic degrees, and institutional affiliation and position of each author, and author to whom correspondence and reprint requests are to be sent, including address, business and home phone numbers, fax numbers, and e-mail address

____ Abstract

____ Article proper, including references and figure legends

____ Figures, in TIF or EPS format

____ Tables

____ Copyright release statement, signed by all authors

____ Photographic consent statement(s)

____ Conflict of interest statement

____ Permissions to reproduce previously published material

Anexo B



COMISSÃO DE ÉTICA NA EXPERIMENTAÇÃO ANIMAL
(CEEA)

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto "AVALIAÇÃO HISTOMORFOMÉTRICA DA MOVIMENTAÇÃO DENTÁRIA INDUZIDA EM RATOS COM DIFERENTES TIPOS DE FORÇAS SOB AÇÃO DA TERAPIA COM LASER DE BAIXA INTENSIDADE" sob responsabilidade do Prof. Dr. Osmar Aparecida Cuoghi e colaboração de Laercio Santos Dias acordo com os Princípios Éticos da Experimentação Animal (COBEA) foi aprovado pela CEEA em 21/06/2010 de acordo com os protocolos 2010-005039

Araçatuba, 21 de Julho de 2010

A handwritten signature in black ink, reading "Tereza Cristina Cardoso da Silva".

Prof.ª Adj Tereza Cristina Cardoso da Silva
Presidente da CEEA- FOA/UNESP