

Danielle Morello Park

**Influência do estrógeno (17β - estradiol) no osso
alveolar e na movimentação dentária em ratas,
após remoção do aparelho ortodôntico.**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Araraquara, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, para a obtenção do título de Mestre em Odontologia (Área de concentração: Ortodontia).

Orientadora: **Profa. Dra. Lídia Parsekian Martins**

Co-Orientadores: **Prof. Dr. Carlos Benatti Neto**

Profa. Dra. Janete A. Anselmo Franci

Araraquara

- 2004 -

Park, Danielle Morello

Influência do estrógeno (17 β – estradiol) no osso alveolar e na movimentação dentária em ratas, após remoção do aparelho ortodôntico / Danielle Morello Park. – Araraquara : [s.n.], 2004.

131 f. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia.

Orientador : Profa.Dra. Lídia Parsekian Martins

Co-orientador : Prof. Dr. Carlos Benatti Neto

Profa. Dra. Janete A. Anselmo Franci

1. Estrógenos 2. Movimentação dentária 3. Rato I. Título.

Dados Curriculares

Nascimento

12 de setembro de 1970, Jaboticabal – São Paulo

Filiação

Hélio Morello

Dirce Scaldelai Morello

Curso de Graduação

Odontologia (1990 a 1993)

Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto – USP

Especialização

Ortodontia e Ortopedia Facial (1997 – 1999)

Efoa / Centro Universitário Federal

Mestrado

Odontologia: área de concentração – Ortodontia (março/2002 –
março/2004)

Faculdade de Odontologia de Araraquara / UNESP

"Não basta ensinar ao homem uma especialidade científica, porque assim poderá se tornar uma máquina útil, mas não uma personalidade harmoniosamente desenvolvida. É necessário que o estudante adquira uma compreensão dos valores éticos, um sentimento daquilo que vale a pena ser vivido, daquilo que é belo e do que é moralmente correto. Sem cultura moral, não há solução para os grandes problemas humanos."

Albert Einstein

Aos meus queridos pais Hélio e Dirce, por terem me dado a vida, por me ensinarem a vivê-la com dignidade e coragem e por me mostrarem que nossas conquistas são mais valiosas quando alcançadas com esforço, honestidade e ética. Obrigada por me fazerem entender que eu poderia crescer e realizar os meus sonhos desde que acreditasse em mim, como vocês sempre acreditaram.

Ao meu grande amor Sae, pela compreensão e apoio irrestritos, pelo profundo respeito aos meus ideais, e por estar ao meu lado sempre. Seu amor me fortalece, me proporciona paz e alegria e faz todo sacrifício valer a pena. Quero dividir com você toda felicidade que hoje nutre meu coração. Esta conquista também é sua!

Dedico a vocês este trabalho e todas as conquistas de minha vida.

À minha “família coreana”, Sr. Ki Chul Park (in memorian), Sra. Chung Ok Kim e Sae Joon Park, pelo apoio e incentivo constantes e pelo enorme carinho. Em especial ao meu “pai coreano”, que sempre me incentivou a seguir a carreira docente e que sabiamente soube transpor a barreira do idioma, falando comigo a linguagem do coração. Obrigada por me fazerem sentir tão acolhida e amada.

À minha querida irmã Cybelli e ao Júlio, por torcerem verdadeiramente pela minha vitória e principalmente por terem presenteado nossa família com o Caio e o Bruno, que ainda tão pequenos, souberam despertar em mim os mais profundos e nobres sentimentos.

Minha eterna gratidão.

À Professora Doutora Lídia Parsekian Martins, minha orientadora, por mostrar-me com seu exemplo, o que significa coragem e superação. Gostaria de lhe agradecer imensamente o carinho, os conselhos, os ensinamentos e a confiança em mim depositada. Espero poder contar sempre com sua confiança e amizade.

Ao Professor Doutor Carlos Benatti Neto, por seu fundamental auxílio na elaboração deste trabalho e pelos conhecimentos transmitidos. Sua amizade, segurança e serenidade sempre me fizeram muito bem e certamente tornaram meu trabalho menos árduo.

À Professora Doutora Janete A. Anselmo Franci por tornar possível a elaboração deste trabalho, pelo constante incentivo, e pelo exemplo de dedicação e dignidade com que produz ciência. Sua participação foi fundamental para a minha formação científica. Exemplo a ser seguido.

Minha mais profunda gratidão.

“Todos e cada um são especialistas em suas disciplinas. Mas também, em algum momento, desempenharam o papel de conselheiros, pais e mães substitutos, detetives, enfermeiros, psicólogos e advogados de defesa. Simplesmente Professores. Professores por vocação!”

Ao Prof. Dr. Joel Claudio da Rosa Martins (in memorian), pela enorme contribuição à Ortodontia Brasileira e pelos firmes princípios que perpetuam no Departamento.

Ao Prof. Dr. Dirceu Barnabé Ravelli, Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Ortodontia, pelo critério e seriedade com que conduziu nosso Curso, pela atenção e respeito a mim dedicados.

Ao Prof. Dr. Tatsuko Sakima, pela humildade com que compartilha seus conhecimentos, digna dos grandes mestres e pelo apoio, carinho e confiança a mim dedicados. Sinto-me muito orgulhosa por ter sido sua aluna.

Ao Prof. Dr. Ary dos Santos Pinto, pelo exemplo de amor ao ensino e pesquisa, por ter acreditado em minha capacidade profissional, pelo enorme aprendizado e pela carinhosa acolhida em Araraquara.

Ao Prof. Dr. Luiz Gonzaga Gandini Júnior, pela franqueza, objetividade e espírito crítico, que lhe são características e que eu muito admiro.

Ao Prof. Dr. Maurício Tatsuei Sakima, pelo breve, porém absolutamente produtivo e gratificante convívio.

Ao Prof. Dr. João Roberto Gonçalves, pelos ensinamentos e pela amizade.

Minha gratidão, respeito e admiração.

Ao Professor Doutor Valdemar Mallet da Rocha Barros, professor junto ao Departamento de Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Facial e Periodontia da FORP/USP, meu grande amigo e eterno mestre.

Buscar a excelência em tudo que faço, ser fiel aos meus ideais, falar a verdade acima de tudo e desenvolver o espírito crítico. Estas são algumas das coisas que aprendi com você durante estes onze anos de convívio. Obrigada por propor-me a pensar, a duvidar, a questionar, a buscar incessantemente o conhecimento e, principalmente, por despertar em mim o gosto pela pesquisa. Você caminhou lado a lado comigo, durante todos estes anos ensinando-me os segredos da vida, da ciência e da Universidade, proporcionando condições para que eu descobrisse qual deveria ser meu papel dentro dela. Seu exemplo de

amor e doação me inspira e alimenta meu enorme desejo de seguir a carreira docente.

Obrigada por dizer anos atrás que me apoiaria sempre, independentemente da especialidade que escolhesse, o que posso comprovar dia após dia, até hoje. Saiba que sua presença é absolutamente fundamental na minha vida.

Obrigada, acima de tudo, por sua amizade!

À Deus, por esta oportunidade de evolução que me concedeu, e por iluminar o meu caminho.

À Faculdade de Odontologia de Araraquara / UNESP, na pessoa do Diretor Prof. Dr. Ricardo Samih Georges Abi Rached.

Ao Departamento de Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Facial e Periodontia da FORP / USP, por disponibilizar prontamente a utilização do Laboratório de Análise de Imagem.

Aos Professores das Áreas de Domínio Conexo do Curso de Mestrado em Ortodontia da FOAr / UNESP, pelos valiosos ensinamentos.

Ao Prof. Dr. Adilson Tomazinho, Prof. Dr. Ademar Valente, Profa. Dra. Mirian Aiko Nakane Matsumoto e Profa. Elizabeth Morizono, por terem dado-me a base sólida sobre a qual venho construindo minha formação ortodôntica. Vocês foram fundamentais na escolha desta especialidade.

Aos Professores do Curso de Especialização em Ortodontia e Ortopedia Facial da Efoa / Centro Universitário Federal, em especial ao Prof Dr. Antônio Carlos Ruellas, pela enorme contribuição à minha formação ortodôntica.

Ao Prof. Dr. Celso Rodrigues Franci, Professor da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto / USP, por sua colaboração na fase de dosagem hormonal.

Ao Prof. Dr. Adalberto Luiz Rosa, Professor do Departamento de Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Facial e Periodontia da FORP / USP pelas valiosas sugestões durante a execução deste trabalho.

Ao Dr. Jamil Calil Sader, por sua presença marcante em minha vida escolar estimulando, desde muito cedo, minha capacidade de superação.

À Profa. Dra. Ana Maria Elias, pela atenção e inestimável colaboração na análise estatística deste trabalho.

À Sra. Ruth Aparecida de Freitas Marcon, por seu auxílio neste trabalho e pelo exemplo de amor e respeito com que lida com os animais.

Ao Sr. José Antônio Sampaio Zoanon, por sua fundamental colaboração em todo procedimento histológico.

Aos Funcionários do Departamento de Clínica Infantil, Sessão de Pós-Graduação e Biblioteca da FOAr / UNESP, pelo grande colaboração e pela atenção a mim dedicada.

Aos meus colegas de Mestrado, Cecília, Neto, Renato, Ricardo e Valcácia, pelo alegre convívio e pela eterna amizade.

Aos meus colegas do Laboratório de Neuroendocrinologia da FORP / USP, pela solidariedade e pelo constante aprendizado.

A todos os meus amigos queridos, pelo incentivo, carinho e por torcerem honestamente por minha vitória.

A toda minha família, em especial à “Vó Joana” e à “Madrinha Odila” pelas orações que tanto me confortaram.

À CAPES pelo auxílio financeiro.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a conclusão deste trabalho.

Meus sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

Lista de Figuras

Lista de Tabelas

1.	Introdução	22
2.	Revisão da Literatura	27
2.1	Movimentação dentária em ratos	28
2.1.1	Movimentação dentária após remoção do aparelho ortodôntico	33
2.2	Ciclo estral em ratas	35
2.2.1	Perfil da secreção de estrógenos durante o ciclo estral em ratas	37
2.2.2	Ciclo estral e movimentação ortodôntica em ratas	39
2.3	Estrógenos	40

2.3.1	Estrógenos e metabolismo ósseo	41
2.3.2	Estrógenos e metabolismo ósseo alveolar	46
2.3.3	Estrógenos e movimentação ortodôntica	48
3.	Proposição	51
4.	Material e Método	53
5.	Resultado	78
6.	Discussão	98
7.	Conclusão	106
8.	Referências Bibliográficas	108
	Anexos	118
	Resumo	126
	<i>Abstract</i>	129

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fotomicrografia do esfregaço vaginal de ratas nas diferentes fases do ciclo estral	37
Figura 2 - Procedimento cirúrgico para ovariectomia	63
Figura 3 - Implantação da cápsula de <i>silastic</i>	65
Figura 4 - Representação esquemática dos pontos de referência confeccionados na face vestibular do 1º molar e face distal do incisivo superior nos hemiarcos direito e esquerdo, utilizados para realização da medida linear entre estes dentes	67
Figura 5 - Vista oclusal do aparelho ortodôntico, constituído de um segmento de mola fechada, fixada ao incisivo e 1º molar superior esquerdo do animal	68
Figura 6 - Dissecção da maxila	69
Figura 7 - Aspecto da peça após redução	70
Figura 8 - Peça devidamente identificada e incluída em parafina	71
Figura 9 - Representação esquemática da área analisada utilizando o sistema de análise de imagem, nos hemiarcos com e sem movimentação ortodôntica	72
Figura 10 - Representação esquemática da padronização das regiões anatômicas analisadas	74
Figura 11 - Fotomicrografia do 1º molar superior e tecidos de suporte e ilustração das áreas analisadas. 25x	94

Figura 12 - Fotomicrografia do tecido ósseo alveolar do grupo C (ratas ciclando)	95
Figura 13 - Fotomicrografia do tecido ósseo alveolar do grupo OVX (ratas ovariectomizadas)	96
Figura 14 - Fotomicrografia do tecido ósseo alveolar do grupo OVXE ₂ (ratas ovariectomizadas tratadas com 17 β – estradiol)	97

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Medidas descritivas do peso das ratas, em gramas, no início do experimento por grupo	79
Tabela 2 - Análise de variância para teste da hipótese de igualdade das médias de peso das ratas de cada grupo no início do experimento .	80
Tabela 3 - Medidas descritivas das dosagens de 17β – estradiol, em pg/mL, nas ratas do grupo OVXE ₂ em T1 e T4	81
Tabela 4 - Medidas descritivas da magnitude da movimentação dentária em valores absolutos (mm) e relativos dos grupos estudados, nos hemiarcos com e sem movimentação ortodôntica	82
Tabela 5 - Análise de variância para teste da hipótese de igualdade das médias de movimentação dentária entre T1 e T2 de cada grupo	84
Tabela 6 - Resultados do teste de Sheffé para comparação múltipla das médias da magnitude da movimentação dentária entre T1 e T2 de cada grupo	84
Tabela 7 - Análise de variância para teste da hipótese de igualdade das médias da magnitude da movimentação dentária entre T2 e T3 de cada grupo	85
Tabela 8 - Resultados do teste de Sheffé para comparação múltipla das médias da magnitude da movimentação dentária entre T2 e T3 de cada grupo	

Tabela 9 - Análise de variância para teste da hipótese de igualdade das médias da magnitude da movimentação dentária entre T2 e T4 de cada grupo	87
Tabela 10 - Resultados do teste de Dunnet para comparação múltipla das médias da magnitude da movimentação dentária entre T2 e T4 de cada grupo	87
Tabela 11 - Medidas descritivas das áreas de tecido mineralizado, em mm ² , nas superfícies de tensão e pressão por grupo de ratas	88
Tabela 12 - Análise de variância para teste da hipótese de igualdade das médias de área de tecido mineralizado na superfície de tensão de cada grupo	89
Tabela 13 - Resultado do teste de Dunnet para comparação múltipla das médias de área de tecido mineralizado na superfície de tensão de cada grupo	90
Tabela 14 - Análise de variância para teste da hipótese de igualdade das médias de área de tecido mineralizado na superfície de pressão de cada grupo	92
Tabela 15 - Resultado do teste de Dunnet para comparação múltipla das médias de área de tecido mineralizado na superfície de pressão de cada grupo	92

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, houve um aumento expressivo no número de indivíduos adultos buscando tratamento ortodôntico, embora o conhecimento sobre a movimentação dentária neste tipo de paciente não esteja completamente esclarecido.⁴¹ A utilização de medidas preventivas na Odontologia, a valorização da saúde bucal, o aumento da exigência estética da sociedade, o maior acesso à informação pela população e a modernização dos aparelhos ortodônticos, podem ser alguns dos fatores responsáveis pelo aumento da procura por este tipo de tratamento pelos adultos.²¹

Cabe ressaltar que há um predomínio de mulheres na busca por tratamento ortodôntico.¹⁶ Assim sendo, visando melhorar o atendimento realizado neste tipo de paciente, torna-se de fundamental importância o conhecimento dos fatores sistêmicos que podem influenciar o resultado do tratamento ortodôntico oferecido, bem como a estabilidade dental pós-tratamento a longo-prazo.

O sucesso do tratamento ortodôntico pode ser avaliado pelo índice obtido entre a magnitude da melhoria do paciente e a magnitude da recidiva,⁶ sendo estreitamente relacionado à remodelação óssea que, quando bem sucedida, promove menor dano tecidual, menor dor e movimento dentário mais rápido, resultando em um período mais curto de tratamento.⁹ Células dos sistemas nervoso, imune e endócrino podem

estar envolvidas na ativação e resposta das células do ligamento periodontal e osso alveolar durante o movimento dentário, embora o mecanismo exato pelo qual o dente se move não esteja ainda perfeitamente esclarecido.⁹ Sabe-se que a reabsorção óssea é o fator que determina a velocidade da movimentação dentária⁴² e que, durante a movimentação, ela é diretamente proporcional à porosidade óssea, à velocidade remodeladora e ao número de osteoclastos presentes no local.⁸

Diversos trabalhos^{10, 13, 19, 22, 26, 32, 46, 48, 49} foram realizados com o objetivo de estabelecer a relação entre os níveis plasmáticos hormonais, particularmente de estrógenos, e o metabolismo ósseo. Evidências mostraram que os estrógenos, desempenham papel importante no metabolismo ósseo em mulheres, promovendo equilíbrio entre a formação e a reabsorção óssea, mantendo desta maneira um padrão óssea normal.¹⁶ Conseqüentemente, a falta da produção deste hormônio pelo ovário está associada à alteração no equilíbrio entre reabsorção e formação óssea, resultando em significativa alteração na homeostasia deste tecido devido ao aumento na remodelação óssea associado a excessiva atividade osteoclástica.²⁷

O mecanismo pelo qual os estrógenos agem no tecido ósseo ainda não foi bem definido, mas acredita-se que estes hormônios agem diretamente nos osteoblastos.¹³ Por outro lado, alguns autores sugeriram ação direta dos estrógenos nos osteoclastos, inibindo a reabsorção óssea

pela inativação dos mesmos, em parte devido à estimulação da apoptose deste tipo celular.^{22, 32}

Embora os estrógenos exerçam efeito inibitório na reabsorção óssea *in vivo*, a influência da falta destes hormônios na reabsorção óssea decorrente de tratamento ortodôntico ainda é pouco conhecida.³³ No entanto, existem evidências de que a movimentação ortodôntica é maior em ratas com deficiência de estrógenos devido a ovariectomia, sendo este efeito possivelmente decorrente de ativação adicional do metabolismo ósseo alveolar.^{33, 60} Foi demonstrado que a reposição hormonal com 17 β – estradiol em ratas ovariectomizadas reverteu o efeito da ovariectomia e induziu movimentação dentária similar à constatada nas ratas ciclando normalmente, comprovando a importância dos estrógenos na movimentação dentária induzida ortodonticamente e reforçando a necessidade da obtenção de informações acerca do perfil hormonal em mulheres previamente ao tratamento ortodôntico.³³

Os estudos histológicos na área da ortodontia têm se baseado essencialmente em observações da resposta tecidual que ocorre durante o tratamento ortodôntico. A reação dos tecidos de sustentação que ocorre após a remoção do aparelho ortodôntico não tem sido investigada na mesma extensão.³⁹

Assim, nenhum trabalho científico foi encontrado na literatura consultada abordando os efeitos dos estrógenos sobre a remodelação óssea alveolar e movimentação dentária após remoção do

aparelho ortodôntico. Sendo a manutenção da estabilidade dental pós-tratamento ortodôntico essencial para o êxito do tratamento, o conhecimento e o controle dos fatores que interferem nesta estabilidade tornam-se imprescindíveis à Ortodontia.

2. Revisão da Literatura

A revisão da literatura foi subdividida em três partes. A primeira delas trata da movimentação dentária em ratos, a segunda, enfoca uma breve revisão sobre ciclo estral em ratas e sua relação com a movimentação ortodôntica e a terceira, aborda uma revisão sobre estrógenos e sua influência sobre o tecido ósseo e a movimentação ortodôntica.

2.1 Movimentação dentária em ratos

Um dos primeiros relatos encontrado na literatura consultada abordando a movimentação ortodôntica em ratos data de 1954, quando Waldo & Rothblatt⁵⁷ propuseram um método de movimentação dentária que consistia da inserção de um segmento de tira elástica entre os molares superiores, proporcionando uma magnitude de força de afastamento inicial de aproximadamente 90 a 100 gramas. Com a utilização desta mecânica por um período de 24 horas foi possível evidenciar na área de pressão, estreitamento do ligamento periodontal e

vasoconstrição e na área de tensão, estiramento das fibras do ligamento periodontal e vasodilatação. Três dias após a colocação do elástico foram observados, na área de pressão, efeitos mais intensos como hemorragias, compressão e estreitamento do ligamento periodontal, presença de grande número de osteoclastos e reabsorção à distância da superfície do osso alveolar.

Em 1969, Baumrind³ empregando esta mesma técnica para promover o afastamento entre o 1º e 2º molar superior de ratos, estudou o metabolismo celular nas áreas de pressão e tensão, não encontrando diferença em relação a este aspecto. Observou, entretanto, taxa de replicação celular aumentada nas duas áreas e diminuição da síntese de colágeno. Este autor acreditava que as alterações observadas durante o movimento dentário não eram restritas apenas ao ligamento periodontal, mas também ocorriam no tecido ósseo onde provocavam deflexão. Esta deflexão do tecido ósseo poderia ser produzida pela aplicação de força menor do que aquela requerida para produzir grande redução na largura do ligamento periodontal.

No ano de 1971, com o objetivo de comparar a resposta biológica dos dentes e tecidos de suporte de humanos e animais frente à movimentação dentária induzida ortodonticamente, Reitan & Kvam⁴⁰ observaram que, em ratos, o osso apresentava-se com poucos espaços medulares e pouco tecido osteóide, o que poderia promover atraso na deposição óssea no lado de tensão quando comparado com os humanos.

Evidenciaram linhas de reversão e áreas de reabsorção óssea freqüentes, sugerindo grande atividade remodeladora. Nos humanos, o osso alveolar apresentou grandes espaços medulares e a hialinização do ligamento periodontal foi seguida por rápida reabsorção óssea à distância, iniciada nos espaços medulares ou por reabsorção da parede alveolar ao redor da área de hialinização.

Em 1979, Heller & Nanda¹⁸ estudando o efeito da alteração do metabolismo das fibras periodontais na resposta biológica durante o movimento ortodôntico, propuseram um modelo de aparelho ortodôntico constituído por uma mola de aço inoxidável tracionando o primeiro molar superior mesialmente, utilizando uma força de aproximadamente 50 gramas. Uma dieta suplementar contendo latirógeno foi administrada aos ratos, visando desfazer as ligações cruzadas entre as fibras colágenas, promovendo uma alteração física e química no periodonto. Os resultados mostraram que não houve alteração na resposta biológica típica do osso à força ortodôntica, sugerindo que a deformação óssea foi o primeiro fator envolvido na iniciação da resposta à força ortodôntica e que o ligamento periodontal desempenhou um papel passivo na transferência de forças ortodônticas para o osso alveolar.

King & Fischlschweiger²³ em 1982, confirmaram *in vivo* o dado de que a movimentação dentária induzida ortodonticamente em ratos apresentava um ciclo de 14 dias, com pico de atividade de reabsorção óssea no 7º dia. Este ciclo era constituído de movimento inicial (1º ao 4º

dia), seguido de um período de retardo (4º ao 7º dia) e de movimento tardio (10º ao 14º dia). Constataram também que o movimento dentário máximo foi observado com forças de 40 gramas em média, enquanto a aplicação de força excessivamente grande produziu diminuição significativa da movimentação dentária.

Bridges et al.⁵ em 1988, utilizaram ratas jovens e adultas, e observaram que, quando uma força ortodôntica de 60 gramas era aplicada em ratas adultas com 3 meses de idade e pesando 300 a 350 gramas, o ciclo de movimentação dentária era de 14 dias e, em ratas jovens com 21 a 28 dias de idade e pesando 50 a 60 gramas, o ciclo era de 7 dias. Esta diferença ocorreu, entre outros fatores, devido à menor densidade óssea presente nas ratas jovens.

Em 1999, Verna et al.⁵⁵ realizaram análise histomorfométrica com o objetivo de descrever a influência da força ortodôntica no osso alveolar de molares superiores esquerdos de ratos submetidos à movimentação ortodôntica, assim como dos dentes adjacentes, não submetidos à movimentação ortodôntica. A amostra consistiu de 54 ratos Wistar adultos, os quais foram sacrificados 4, 7 e 14 dias após a instalação do dispositivo ortodôntico. Os resultados permitiram observar diminuição significativa de frações de osso alveolar ao redor de ambos dentes, movimentados ou não, em todos os tempos de tratamento. Foi possível evidenciar no 14º dia de experimento aposição óssea na superfície periosteal da hemi-maxila tratada, na superfície óssea através da qual o

dente foi movimentado e ao redor da raiz do dente adjacente. Os autores sugeriram existir forte relação de tempo entre reabsorção óssea, causada pela aplicação de força ortodôntica, e neoformação óssea. Sugeriram também que a hemi-maxila reage como um todo ao estímulo mecânico de movimentação ortodôntica.

Em 2000, Verna et al.⁵⁴ avaliaram a influência da alteração no metabolismo ósseo na magnitude e no tipo de movimentação dentária em ratos. Observaram maior quantidade de movimentação dentária em animais com metabolismo ósseo aumentado e menor naqueles com metabolismo ósseo diminuído em relação aos animais do grupo controle. Nos 3 grupos estudados foi evidenciado movimento de inclinação dentária, no entanto, a localização do centro de rotação mostrou ser influenciada pela alteração no metabolismo ósseo. Os autores concluíram que estas alterações deveriam ser levadas em consideração quando do planejamento do tratamento ortodôntico em pacientes com doenças ósseas metabólicas ou naqueles sob medicação crônica que influencia o metabolismo ósseo.

Em 2003, Verna & Melsen⁵³ estudaram a reação tecidual à força ortodôntica em ratos apresentando metabolismo ósseo normal e alterado. A alteração do metabolismo foi realizada induzindo hipertireoidismo em um grupo, tornando assim o metabolismo ósseo aumentado, e hipotireoidismo em outro, tornando o metabolismo ósseo diminuído. O primeiro molar superior esquerdo foi submetido à movimentação

ortodôntica por um período de 21 dias, por meio de uma mola fechada de *Sentaloy* adaptada nos incisivos e molares com força inicial de ativação de 25 gramas. As autoras observaram, no grupo de ratos com hipertireoidismo, espessamento do ligamento periodontal sem orientação espacial, associado à reabsorção óssea alveolar acentuada não acompanhada por aumento na aposição óssea, como pode ser observada nos grupos de ratos normais e com hipotireoidismo. Clinicamente, os resultados sugeriram alto risco de deiscência óssea em pacientes com metabolismo ósseo aumentado. Assim, a reativação do aparelho ortodôntico nestes pacientes deveria ser realizada mais freqüentemente, não resultando em qualquer efeito adverso. Por outro lado, naqueles com metabolismo ósseo diminuído, a reativação do aparelho deveria ser realizada com menor freqüência bem como o período de contenção deveria ser maior devido ao maior tempo necessário para neoformação óssea.

2.1.1 Movimentação dentária após remoção do aparelho ortodôntico em ratos

Segundo relato de Reitan & Rygh³⁹ em 1996, a reação dos tecidos de sustentação que se manifesta em vários períodos após remoção do aparelho ortodôntico, não têm sido devidamente investigada. De acordo com estes autores a investigação científica destes eventos

deveria ser considerada visando o esclarecimento de alguns fatores discutidos com base em experiência clínica.

King et al.²⁴ em 1997, avaliaram o osso alveolar e a movimentação dentária em ratos após remoção do aparelho ortodôntico, utilizando 144 ratos separados em dois grupos, sendo um submetido à movimentação ortodôntica com 40 gramas de força inicial, por um período de 16 dias, e o outro serviu de controle, não recebendo aparelho ortodôntico. Os ratos foram sacrificados 1, 3, 5, 7, 10 e 14 dias após a remoção do aparelho ortodôntico. Foi possível observar que os molares recidivaram em direção distal cerca de 13,9 μ m por dia, enquanto a média de movimentação distal no grupo controle não foi estatisticamente diferente de zero. Observaram ainda remodelação óssea contínua e em direção mesial, ou seja, na direção da movimentação ortodôntica, por vários dias após a remoção do aparelho, retornando a padrões similares ao grupo controle no 14º dia de observação.

Em 1999, Yoshida et al.⁶¹ estudaram a movimentação dentária de molares de ratos após movimentação dentária ortodonticamente induzida empregando a técnica de Waldo & Rothblatt⁵⁷ por 7 (grupo 1) e 21 dias (grupo 2). A movimentação dentária foi analisada no 1º e 4º dia após remoção do dispositivo para movimentação ortodôntica no grupo 1, e no 5º e 10º dia no grupo 2. Os autores constataram que a rápida reparação do ligamento periodontal e do osso alveolar circundante foi a principal causa de recidiva dentária, bem como

as áreas de hialinização formadas no lado de pressão foram rapidamente removidas pela ação de osteoclastos e macrófagos.

2.2 Ciclo estral em ratas

Em 1994 Freeman,¹² discorrendo sobre ciclo estral em ratas, afirmou que a palavra “estro”, que significa agitado, aflito, é uma adaptação latina do grego “oistros”, termo utilizado por Heape,¹⁷ em 1922, para designar o período de desejo sexual da fêmea. Este autor utilizou os prefixos pro, di e met com a palavra estro para denominar as diferentes fases do ciclo estral entre os períodos de estro. O ciclo estral em ratas tem duração média de 4 a 5 dias. A fase de proestro tem duração de 12 a 14 horas e precede a fase do estro, que dura 25 a 27 horas e é o único período em que a fêmea é receptiva ao macho. Se não há concepção, o estro é seguido por um período de recuperação denominado metaestro ou diestro 1, no qual as alterações ocorridas no trato reprodutivo se abrandam; este período tem duração de 6 a 8 horas e é seguido pelo diestro ou diestro 2 que dura 55 a 57 horas, quando já começa haver secreção de hormônios ovarianos para o próximo ciclo; segue-se a esta fase um novo proestro.

Em 1998, Anselmo-Franci¹ afirmou que o conhecimento atual sobre o ciclo ovariano de mamíferos que ovulam espontaneamente, baseou-se em grande parte, nos estudos do ciclo estral em ratas. A escolha desses animais deve-se ao fato deles também ovularem

espontaneamente e apresentarem um perfil de variações de gonadotrofinas e esteróides gonadais semelhante ao da mulher. No entanto, a pesquisa utilizando fêmeas exige acompanhamento diário das fases do ciclo estral, em razão das grandes variações que as concentrações plasmáticas hormonais podem sofrer entre cada fase ou mesmo em diferentes períodos de uma única fase do ciclo estral. Grande parte das investigações em fêmeas é realizada utilizando modelos experimentais clássicos de ratas ovariectomizadas e/ou ratas ovariectomizadas submetidas à reposição de estradiol seguido ou não por progesterona. Estes modelos permitem inferir o possível efeito dos esteróides nos parâmetros avaliados. No entanto, existem diferenças de tempo, bem como de magnitude quando comparadas aos eventos que ocorrem espontaneamente em ratas. Assim, estes dados só podem ser completamente validados se comparados com aqueles observados em fêmeas ciclando regularmente.

Segundo relatou Anselmo-Franci¹ em 1998, as diferentes fases do ciclo estral podem ser identificadas pela análise microscópica do tipo de célula que aparece no esfregaço vaginal, como pode ser observado na figura 1. O proestro é caracterizado pela presença de células epiteliais nucleadas redondas, que aparecem em grupos; algumas células queratinizadas também podem ser observadas nesta fase do ciclo; no dia seguinte, o de estro, observam-se predominantemente células queratinizadas, de formas irregulares, com núcleos pouco visíveis, e

também em grupos. No diestro 1, o tipo predominante de célula é o leucócito, podendo também ser encontradas nesta fase células nucleadas redondas e queratinizadas, enquanto na fase de diestro 2 o esfregaço vaginal apresenta predominantemente leucócitos.

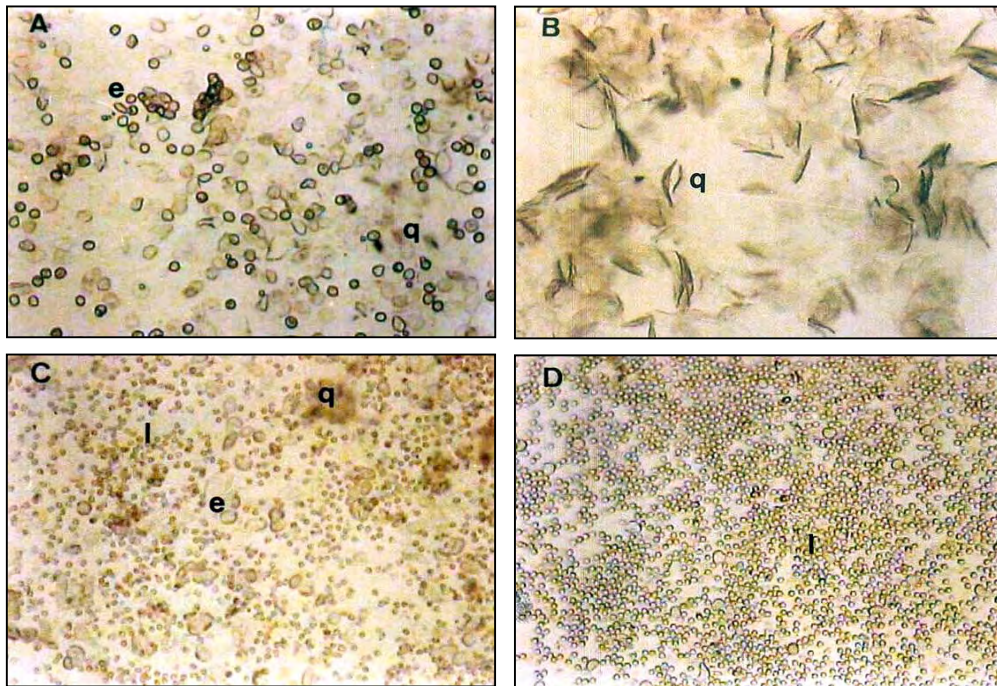
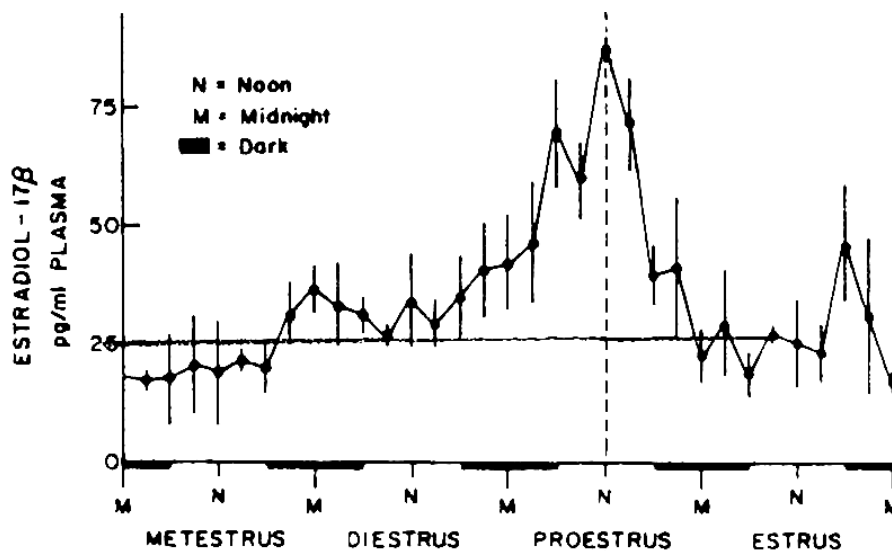


Figura 1 - Fotomicrografia do esfregaço vaginal de ratas nas diferentes fases do ciclo estral. **A:** proestro, caracterizado pela presença de células epiteliais nucleadas redondas (e) que aparecem em grupos e por algumas células queratinizadas (q). **B:** estro, caracterizado pelo predomínio de células queratinizadas de formas irregulares (q) dispostas também em grupo. **C:** diestro 1, caracterizado pelo predomínio de leucócitos (l) e por algumas células nucleadas redondas (e) e queratinizadas (q). **D:** diestro 2, caracterizado pelo predomínio de leucócitos (l).

2.2.1 Perfil da secreção de estrógenos durante o ciclo estral em ratas

De acordo com relato de Butcher et al.⁷ em 1974, as concentrações hormonais variam de acordo com a fase do ciclo estral e até mesmo durante uma determinada fase. Assim, a concentração plasmática de estrógenos é baixa entre o estro e a manhã de diestro 1 e começa a aumentar na tarde desta fase, alcançando valores mais altos ao redor das 12 horas durante a fase de proestro. No final da tarde de proestro, as concentrações deste hormônio caem rapidamente atingindo valores basais no início da madrugada de estro, como pode ser



observado no gráfico 1. Estas variações estrogênicas funcionam como gatilho que inicia uma seqüência de eventos hormonais que culminam no pico pré-ovulatório de gonadotrofinas e prolactina (PRL).

Gráfico 1 - Concentrações plasmáticas médias $\pm$ erro padrão de estradiol obtidas em intervalos de 3 horas nos 4 dias de ciclo estral de

ratas. O traço mais largo no eixo horizontal representa o período escuro do ciclo diário claro-escuro.

Fonte - Butcher et al.,⁷ 1974. p.1706.

Em 2000, Zittermann et al.⁶² estudaram os efeitos das variações fisiológicas dos níveis plasmáticos de hormônios sexuais no processo de remodelação óssea. Realizaram coleta de sangue de 9 mulheres jovens com ciclo menstrual regular durante o período folicular, 3 dias antes da ovulação, 3 dias após a ovulação, na metade do período luteal e novamente durante o período folicular do ciclo seguinte com objetivo de dosar as concentrações plasmáticas de marcadores de formação e reabsorção óssea e de hormônios sexuais. Os autores não observaram correlação entre as concentrações plasmáticas dos hormônios luteinizante, folículo estimulante e progesterona com os marcadores da remodelação óssea em nenhum tempo estudado. Entretanto, observaram correlação direta entre as concentrações de estradiol e marcadores de formação óssea enquanto os marcadores de reabsorção óssea apresentavam correlação inversa. Os resultados permitiram concluir que o ciclo menstrual normal em mulheres jovens está associado à flutuação mensal na remodelação óssea, sendo decorrente das variações nos níveis plasmáticos dos estrógenos.

2.2.2 Ciclo estral e movimentação ortodôntica em ratas

Na literatura consultada, foi encontrado apenas um artigo publicado por Haruyama et al.¹⁶ em 2002, avaliando a influência do ciclo estral na movimentação ortodôntica em ratas. Estes autores realizaram um estudo com o objetivo de observar a existência ou não de variação na magnitude de movimentação ortodôntica em relação às diferentes fases do ciclo estral em ratas, assim como de entender o mecanismo pelo qual este evento ocorre. Para isso, utilizaram ratas Wistar com 10 semanas de idade, recebendo aplicação de força intermitente, por meio de uma mola confeccionada com fio de liga de níquel e titânio adaptada aos primeiros molares superiores com força de ativação de 125 mN. Esta força foi aplicada cinco vezes por um período de dois dias, sempre na mesma fase do ciclo estral em cada grupo estudado. Os autores observaram variação da magnitude da movimentação ortodôntica durante o ciclo estral, sendo maior nos animais em que foi aplicada força ortodôntica principalmente durante a fase de estro, apresentando diferença estatisticamente significativa em relação aos animais submetidos à movimentação durante a fase de proestro. Observaram também que o nível plasmático de estrógenos varia de acordo com a fase do ciclo, com pico durante o proestro e nível basal no estro, sugerindo haver uma variação cíclica na reabsorção óssea estrógeno-dependente, durante o ciclo estral em ratas.

2.3 Estrógenos

Segundo relatou Manolagas et al.³⁰ em 2002, além do comprovado efeito dos estrógenos sobre o dimorfismo sexual, estes esteróides exercem influência em vários tecidos orgânicos, dentre as quais destaca-se a importante função na homeostasia do tecido ósseo no adulto, durante sua contínua remodelação pelo processo de reabsorção e formação óssea.

2.3.1 Estrógenos e metabolismo ósseo

Em 1989, Fukayama & Tashjian Jr.¹³ afirmaram que embora esteja bem estabelecido que os estrógenos têm efeitos importantes sobre o metabolismo ósseo, o meio pelo qual estes hormônios agem no esqueleto ainda não foi completamente esclarecido. Embora algumas publicações tenham sugerido uma ação indireta dos estrógenos, alguns artigos têm descrito ação direta desses hormônios em células ósseas, por meio da identificação de receptores para estrógenos nestas células. Estes autores utilizaram culturas de osteoblastos humanos e concluíram que os estrógenos agem diretamente nestas células.

Tobias & Chambers⁴⁸ em 1989, reforçaram a idéia de ação direta dos estrógenos no osso, utilizando osteoclastos extraídos de ossos longos de ratos neonatais incubados com presença ou ausência de estradiol. Observaram ação direta dos estrógenos nos osteoclastos

Em 1990, Takano - Yamamoto & Rodan⁴⁶ estudaram os efeitos de 8 dias de administração local no femur de ratas de 17β - estradiol e 17α - estradiol 14 dias após a realização da ovariectomia. Os resultados evidenciaram diminuição do número de clastos, reforçando o conceito da ação inibitória da reabsorção óssea na presença de estrógenos e uma estimulação à formação óssea, com aumento de osteoblastos e tecido osteóide, restaurando a perda óssea produzida pela ovariectomia. Estes autores sugeriram uma ação direta destes esteróides no osso, por terem demonstrado um efeito local *in vivo*. Afirmaram ainda que os estrógenos apresentam estreita relação com fatores locais e sistêmicos como a calcitonina, as prostaglandinas, as interleucinas 1 e 6 e o fator de crescimento transformador beta.

Em 1991, Tobias et al.⁴⁹ buscaram determinar se altas concentrações plasmáticas de estradiol apresentam efeito similar ao observado por Tobias & Chambers⁴⁸. Para isso, submeteram ratas adultas a injeções intramusculares diárias de 17β - estradiol por 17 dias, produzindo níveis séricos de $17 \pm 2,9$ nM, o que causou aumento no volume de osso trabecular. Os resultados encontrados não confirmaram as observações feitas durante o estudo *in vitro*, as quais sugeriram que altas doses de estradiol causam menor inibição da reabsorção óssea quando comparadas com baixas doses. Estes dados sugerem que nos animais avaliados, efeitos indiretos inibiram o efeito observado *in vitro* por altas doses de estradiol.

Neste mesmo ano, Oursler et al.³² citaram artigos que demonstravam a presença de receptores para estrógenos em células da linhagem dos osteoblastos. No entanto, segundo os autores, estes achados são paradoxais, pois o efeito biológico primário *in vivo* dos estrógenos no osso é diminuição da reabsorção óssea, sustentando a hipótese de que o efeito destes hormônios na atividade osteoclástica poderia ser regulado pelo osteoblasto. Sendo assim, realizaram um estudo *in vitro* com osteoclastos altamente purificados de aves e observaram que estas células são capazes de responder diretamente ao estradiol.

Em 1992, Jilka et al.²⁰ observaram que a ausência de estrógenos, observada em ratas ovariectomizadas, resultou em estimulação da osteoclastogênese, a qual foi suprimida pelo tratamento com estradiol.

Dempster & Lindsay¹⁰ em 1993, relataram que a perda da função do ovário, que usualmente ocorre após a ovariectomia, resulta em significativa alteração na homeostasia óssea com conseqüente perda de tecido ósseo, pois a ausência de hormônios sexuais particularmente os estrógenos, causa aumento na remodelação óssea associado à excessiva atividade osteoclástica.

Em 1994, Majeska et al.²⁹ estudaram a ação *in vitro* do 17β - estradiol em osteoblastos, identificando seus efeitos associados tanto à formação como à reabsorção óssea. Os resultados mostraram que o

estradiol promove a expressão de características associadas à formação óssea e também reduz a responsividade celular às substâncias que poderiam desencadear a reabsorção óssea.

Kameda et al.²² no ano de 1997, utilizando osteoclastos altamente purificados de coelho, mostraram que o 17β - estradiol atua diretamente nessas células, inibindo a reabsorção óssea pela sua inativação. Em concentrações efetivas para inibir a reabsorção óssea, este hormônio também estimula diretamente a apoptose de osteoclastos.

Ainda em 1997, Peng et al.³⁵ afirmaram que existem muitas semelhanças entre a perda óssea induzida por ovariectomia em ratas e em mulheres na menopausa. Dentre essas semelhanças foram citados o metabolismo ósseo aumentado e o desequilíbrio entre formação e reabsorção óssea, com predomínio de reabsorção e maior perda de osso trabecular em relação ao osso cortical.

Jilka¹⁹ em 1998, relatou que a remodelação óssea se dá por meio da ação de osteoblastos e osteoclastos, que formam as unidades ósteo-reguladoras (BMUs). A osteopenia causada pela deficiência de estrógenos, é caracterizada pelo aumento da remodelação óssea, que se reflete na formação de novas BMUs e no aumento da sobrevivência das já existentes, resultando em predomínio da reabsorção sobre a neoformação óssea. O aumento do número de osteoclastos é um pré-requisito essencial para que este fenômeno aconteça. Este autor afirmou que a ovariectomia causa aumento na proliferação e diferenciação de

progenitores hematopoiéticos de osteoclastos, aumento de osteoblastos capazes de suportar a formação de osteoclastos e diminuição na incidência de apoptose de osteoclastos.

Em 1998, Lane et al.²⁶ avaliaram as alterações no osso trabecular e na atividade de osteoclastos em ratas ovariectomizadas e submetidas à operação fictícia do ovário, por meio de análises tomográfica, bioquímica e histomorfométrica da tíbia direita no 1º, 5º, 8º, 13º, 29º, 33º, 42º e 50º dia após a cirurgia. Observaram diminuição de 25% do volume de osso trabecular a partir do 8º dia, diminuindo progressivamente até o 50º dia. A atividade osteoclástica aumentou 37% no 13º dia e encontrava-se 100% maior no 50º em relação ao 1º dia de experimento. Os autores concluíram que já em fase precoce de depleção de estrógenos foi observada perda óssea por deterioração estrutural com acentuado declínio do volume ósseo.

Tobias & Compston⁵⁰ em 1999, sugeriram que o efeito protetor dos estrógenos sobre o esqueleto de mulheres na menopausa parece ser mediado pela supressão da reabsorção óssea, com pequena evidência sugerindo que doses convencionais de estrógenos também estimulam a atividade osteoblástica. Os autores citam estudos que demonstraram que exposição prolongada de mulheres a doses relativamente altas de estrógenos durante a menopausa resultam em estimulação da função dos osteoblastos. Assim, estes dados podem ser

usados no desenvolvimento de estratégias para o tratamento da osteoporose na menopausa com o objetivo de reproduzir este efeito.

Bord et al.⁴ em 2001, estudando a expressão de receptores de estrógenos (ER) α e β em osso humano em desenvolvimento, evidenciaram a presença de ER α no osso cortical, em osteoblastos e osteócitos adjacentes à superfície periosteal e em osteoclastos na superfície de reabsorção óssea oposta. No osso medular, ER β foi marcadamente expressado nos osteoblastos, osteócitos e osteoclastos. Estas observações demonstraram distinto padrão de expressão para os dois subtipos de receptores de estrógenos em osso humano.

2.3.2 Estrógenos e metabolismo ósseo alveolar

Em 1997, Payne et al.³⁴ relataram que a maioria das pesquisas envolvendo estrógenos foi realizada em ossos longos, assim, a direta inter-relação entre reabsorção óssea alveolar e deficiência de estrógenos ainda não está totalmente esclarecida. Estes autores realizaram um estudo clínico e radiográfico em mulheres na menopausa com história de periodontite que foram submetidas ou não à terapia de reposição estrogênica, com o objetivo de avaliar alterações na densidade óssea ocorridas no período de um ano. Observaram diminuição da densidade óssea nas mulheres com deficiência de estrógenos e, naquelas submetidas à terapia de reposição deste hormônio, não evidenciaram perda óssea e sim aumento da densidade e do volume ósseo.

Gilles et al.¹⁴ em 1997, com o objetivo de estudar a influência da ovariectomia na perda óssea alveolar associada à doença periodontal, injetaram interleucina-1 ou um microrganismo periodontopatogênico denominado *Campylobacter rectus*, no interior do canal da raiz distal do primeiro molar inferior de ratas submetidas ou não à ovariectomia há 3 semanas. Os resultados observados 3 dias após a injeção, mostraram perda óssea maior nas ratas ovariectomizadas em relação às não operadas, tanto no grupo controle quanto nos grupos nos quais foram injetadas interleucina-1 ou *Campylobacter rectus*, constatando que a deficiência de estrógenos provoca aumento na perda óssea alveolar em ratas.

Em 1998, Marques³¹ avaliou o efeito da ovariectomia nas cristas ósseas alveolares mesial e distal e septo ósseo inter-radicular do primeiro molar superior de ratas com 30, 60, 90 e 120 dias de idade, após 5, 10, 20, 30 e 40 dias da realização da ovariectomia. Os resultados mostraram ausência de alterações significativas na orientação e morfologia das fibras colágenas, predomínio de fibroblastos fusiformes, arredondamento do ápice da crista óssea mesial, características morfológicas de reabsorção e neoformação óssea, clastos distantes da superfície óssea ou em lacunas, formação de tecido osteóide e espaços medulares aumentados e em maior número. As linhas de reversão apresentaram-se aumentadas nas ratas ovariectomizadas, principalmente nas idades de 60, 90 e 120 dias e nos dois períodos experimentais

maiores. O osso alveolar apresentou características de osteoporose, principalmente naquelas com 60, 90 e 120 dias de idade, e com 40 dias de ovariectomia, permitindo concluir que a osteoporose provocada pela ovariectomia interfere na morfologia óssea alveolar.

Em 2002, Tanaka et al.⁴⁷ estudaram os efeitos da ovariectomia no osso alveolar de ratas. Os autores submeteram 8 ratas à ovariectomia e 8 à cirurgia fictícia de remoção dos ovários, as quais foram sacrificadas 60 dias após o início do experimento. Outras oito ratas foram sacrificadas no primeiro dia de experimento. Foi realizada análise histomorfométrica associada à medida da espessura do osso alveolar. A área de escolha para esta avaliação foi o septo ósseo inter-radicular do primeiro molar inferior. Os autores constataram que a deficiência de estrógenos provoca alterações ósseas caracterizadas por osteoporose e estreitamento do osso alveolar, sugerindo que esses efeitos poderiam acelerar a destruição do osso alveolar e a perda dental, especialmente em mulheres que apresentam doença periodontal.

2.3.3 Estrógenos e movimentação ortodôntica

Apesar de dados mostrando estreita relação entre estrógenos e metabolismo ósseo, foram encontrados poucos trabalhos na literatura consultada relatando sua influência na reabsorção óssea decorrente de movimentação dentária induzida ortodonticamente.³³

Yamashiro et al.⁵⁹ em 1994, estudaram a influência do estradiol na movimentação dentária em ratas com 6 semanas de idade e pesando 150 a 160 gramas. As ratas foram ovariectomizadas ou submetidas à operação fictícia do ovário e, decorridos 14 ou 150 dias, o primeiro molar superior foi submetido à movimentação ortodôntica utilizando uma mola promovendo força inicial de 10 gramas por 18 dias. Durante os 3 primeiros dias, foram injetados diariamente 20µL de 10^{-9} M de 17β - estradiol na mucosa palatina. Os resultados mostraram que nas ratas com 14 e 150 dias após a realização da ovariectomia, a movimentação dentária aumentou 135% e 158% respectivamente em relação às submetidas à operação fictícia respectivamente. Nas ratas com 14 dias de ovariectomia, a injeção local de estradiol diminuiu a magnitude da movimentação dentária ortodôntica para níveis semelhantes aos observados nas ratas do grupo controle. Estes achados sugerem que a ovariectomia aumenta a quantidade de movimentação dentária induzida ortodonticamente e, por outro lado, a reposição de estradiol reverte este efeito.

Em 2000, Pereira³⁶ estudou os efeitos da ovariectomia nas superfícies radiculares e osso alveolar após movimentação dentária ortodôntica utilizando uma mola adaptada aos molares e incisivos superiores de ratas por 24 horas, 3 e 5 dias. Utilizou para seu estudo ratas submetidas ou não a ovariectomia com 40 dias de idade e pesando em média 125 gramas. Como resultado observou ausência de

reabsorções radiculares, tendo ocorrido moderado aumento na reabsorção óssea nas ratas ovariectomizadas em relação às submetidas à operação fictícia.

Ainda em 2000 Park,³³ avaliando a influência dos estrógenos na movimentação dentária induzida ortodonticamente em ratas, observou movimentação ortodôntica significativamente maior nas ratas submetidas à ovariectomia em relação às ratas ciclando regularmente e ovariectomizadas submetidas a terapia de reposição de 17β – estradiol.

Em 2001, Yamashiro & Takano-Yamamoto⁶⁰ estudaram a influência da ovariectomia na taxa de movimentação ortodôntica e no metabolismo ósseo alveolar por meio de análise histomorfométrica óssea em ratas ovariectomizadas ou submetidas à operação fictícia dos ovários. Os achados indicaram que a deficiência de estrógenos provoca movimentação ortodôntica significativamente mais rápida, sendo esta aceleração na movimentação dentária decorrente de maior ativação do metabolismo ósseo alveolar.

3. PROPOSIÇÃO

O presente estudo teve como objetivo avaliar a influência do estrógeno (17β - estradiol) na movimentação dentária e na estrutura óssea alveolar, em ratas adultas ciclando regularmente, ovariectomizadas e ovariectomizadas tratadas com estrógeno (17β - estradiol), após remoção do aparelho ortodôntico.

4. MATERIAL E MÉTODO

4.1 Amostra

Este estudo experimental prospectivo utilizou uma amostra de 45 ratas, provenientes do Biotério Central da Universidade de São Paulo, Campus de Ribeirão Preto. Foram utilizados como critérios para inclusão dos animais no estudo, linhagem, idade, peso e regularidade do ciclo estral. Assim, foram selecionadas ratas Wistar adultas, *Ratus Norvegicus*, com idade variando entre 2 e 3 meses e pesando 240 a 360 gramas no início do experimento, apresentando pelo menos 2 ciclos estrais regulares antes do início do experimento.

Os animais foram mantidos em caixas coletivas, num ambiente com temperatura ($24 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$) e luz (12 horas escuro/12 horas claro, luzes acesas à 6 horas) controladas, recebendo água e ração moída *ad libitum*.

4.2 Planejamento experimental

As ratas foram distribuídas em 3 grupos de 15 animais denominados: grupo C (ratas ciclando), grupo OVX (ratas ovariectomizadas tratadas com óleo de milho) e grupo OVXE₂ (ratas ovariectomizadas tratadas com 17 β - estradiol). Os animais foram manipulados sempre ao redor de 9:00 horas e tiveram aparelho ortodôntico instalado no incisivo e primeiro molar superior esquerdo

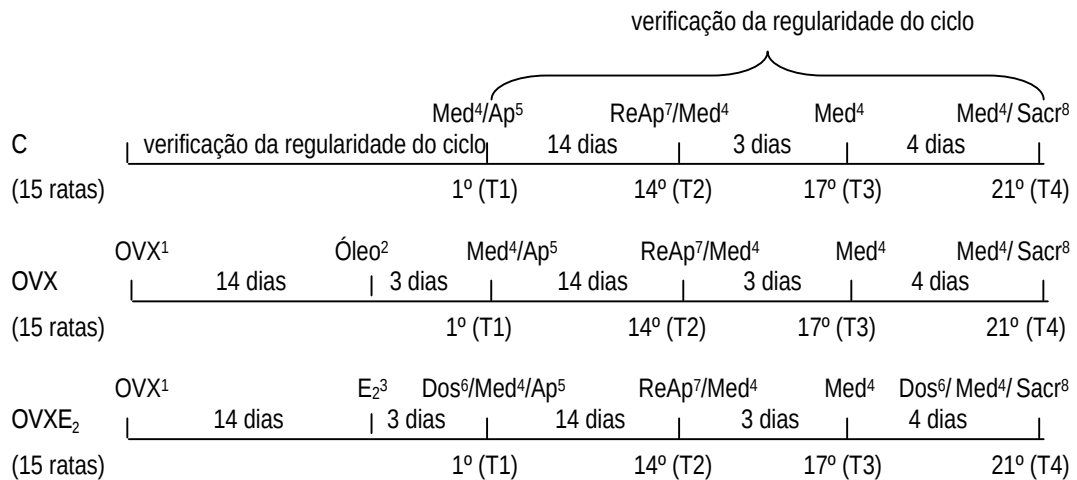
(subgrupo1). O hemiarco direito serviu de controle, não recebendo qualquer tipo de aparelho ortodôntico (subgrupo 2).

- **Grupo C:** ratas ciclando regularmente
 - **Subgrupo 1:** hemiarco com movimentação ortodôntica **(C/1)**
 - **Subgrupo 2:** hemiarco sem movimentação ortodôntica **(C/2)**

- **Grupo OVX:** ratas ovariectomizadas tratadas com óleo de milho (veículo)
 - **Subgrupo 1:** hemiarco com movimentação ortodôntica **(OVX/1)**
 - **Subgrupo 2:** hemiarco sem movimentação ortodôntica **(OVX/2)**

- **Grupo OVXE₂:** ratas ovariectomizadas tratadas com 17 β – estradiol diluído em óleo de milho
 - **Subgrupo 1:** hemiarco com movimentação ortodôntica **(OVXE₂/1)**
 - **Subgrupo 2:** hemiarco sem movimentação ortodôntica **(OVXE₂/2)**

4.2.1 Representação gráfica do planejamento experimental:



1. OVX: ovariectomia
2. Óleo: implantação da cápsula de *silastic* contendo óleo de milho
3. E₂: implantação da cápsula de *silastic* contendo 17β - estradiol
4. Med: medida linear realizada entre o incisivo e primeiro molar superior de ambos hemiarcos
5. Ap: instalação do aparelho ortodôntico
6. Dos: coleta de sangue para dosagem hormonal
7. ReAp: remoção do aparelho ortodôntico
8. Sacr: sacrifício dos animais

4.2.2 Descrição do planejamento experimental:

Grupo C

- seleção das ratas baseada na regularidade do ciclo estral, antes do início do experimento
- verificação do ciclo estral (esfregaço vaginal analisado a fresco diariamente durante todo o curso do experimento)
- obtenção da 1ª medida linear entre os pontos de referência localizados na face vestibular do primeiro molar superior e face distal do incisivo

superior de ambos hemiarcos, imediatamente antes da instalação do aparelho ortodôntico (1º dia)

- instalação do aparelho ortodôntico durante a fase de diestro (1º dia)
- obtenção da 2ª medida linear entre os pontos de referência localizados na face vestibular do primeiro molar superior e face distal do incisivo superior de ambos hemiarcos, imediatamente antes da remoção do aparelho ortodôntico (14º dia)
- remoção do aparelho ortodôntico 14 dias após a sua colocação (14º dia)
- obtenção da 3ª medida linear entre os pontos de referência localizados na face vestibular do primeiro molar superior e face distal do incisivo superior de ambos hemiarcos, 3 dias após a remoção do aparelho (17º dia)
- obtenção da 4ª medida linear entre os pontos de referência localizados na face vestibular do primeiro molar superior e face distal do incisivo superior de ambos hemiarcos, 7 dias após a remoção do aparelho (21º dia)
- sacrifício dos animais imediatamente após a 4ª medida (21º dia)
- dissecação da maxila e obtenção das peças
- procedimento histológico
- análise da magnitude da movimentação dentária
- análise histomorfométrica

Grupo OVX

- seleção das ratas
- ovariectomia
- implantação subcutânea, no dorso do animal, da cápsula de *silastic* contendo apenas óleo de milho, 14 dias após a ovariectomia
- obtenção da 1ª medida linear entre os pontos de referência localizados na face vestibular do primeiro molar superior e face distal do incisivo superior de ambos hemiarcos, 3 dias após a implantação da cápsula de *silastic* contendo óleo imediatamente antes da instalação do aparelho ortodôntico (1º dia)
- instalação do aparelho ortodôntico imediatamente após a obtenção da 1ª medida (1º dia)
- obtenção da 2ª medida linear entre os pontos de referência localizados na face vestibular do primeiro molar superior e face distal do incisivo superior de ambos hemiarcos imediatamente antes da remoção do aparelho ortodôntico (14º dia)
- remoção do aparelho ortodôntico 14 dias após a sua colocação (14º dia)
- obtenção da 3ª medida linear entre os pontos de referência localizados na face vestibular do primeiro molar superior e face distal do incisivo superior de ambos hemiarcos, 3 dias após a remoção do aparelho (17º dia)

- obtenção da 4ª medida linear entre os pontos de referência localizados na face vestibular do primeiro molar superior e face distal do incisivo superior de ambos hemiarcos, 7 dias após a remoção do aparelho (21º dia)
- sacrifício dos animais imediatamente após a 4ª medida (21º dia)
- dissecação da maxila e obtenção das peças
- procedimento histológico
- análise da magnitude da movimentação dentária
- análise histomorfométrica

Grupo OVXE₂

- seleção das ratas
- ovariectomia
- implantação subcutânea, no dorso do animal, da cápsula de *silastic* contendo 17β - estradiol a 5% diluído em óleo de milho, 14 dias após a ovariectomia
- 1ª coleta de amostra de sangue obtida da veia jugular do animal para verificação da dosagem plasmática de estradiol, 3 dias após a implantação da cápsula de *silastic* (1º dia)
- obtenção da 1ª medida linear entre os pontos de referência localizados na face vestibular do primeiro molar superior e face distal do incisivo superior de ambos hemiarcos, imediatamente após a 1ª coleta de sangue (1º dia)

- instalação do aparelho ortodôntico após a obtenção da 1ª medida (1º dia)
- obtenção da 2ª medida linear entre os pontos de referência localizados na face vestibular do primeiro molar superior e face distal do incisivo superior de ambos hemiarcos, imediatamente antes da remoção do aparelho ortodôntico (14º dia)
- remoção do aparelho ortodôntico 14 dias após a sua colocação (14º dia)
- obtenção da 3ª medida linear entre os pontos de referência localizados na face vestibular do primeiro molar superior e face distal do incisivo superior de ambos hemiarcos, 3 dias após a remoção do aparelho (17º dia)
- 2ª coleta de sangue da veia jugular, para verificação da dosagem plasmática de estradiol, imediatamente antes da 4ª medida (21º dia)
- obtenção da 4ª medida linear entre os pontos de referência localizados na face vestibular do primeiro molar superior e face distal do incisivo superior de ambos hemiarcos, 7 dias após a remoção do aparelho (21º dia)
- sacrifício dos animais imediatamente após a 4ª medida (21º dia)
- dissecação da maxila e obtenção das peças
- procedimento histológico
- análise da magnitude da movimentação dentária
- análise histomorfométrica

4.3 Ciclo estral

O ciclo estral das ratas do grupo C foi verificado diariamente, durante 14 dias, antes do início do experimento. Assim, as ratas foram mantidas em caixas coletivas e o esfregaço vaginal foi colhido e analisado a fresco ao microscópio de luz diariamente, por volta das 9:00 horas, segundo a técnica de Long & Evans,²⁸ a fim de determinar a fase do ciclo estral. Somente foram utilizadas neste estudo ratas que apresentaram, pelo menos dois ciclos estrais regulares consecutivos previamente ao início do experimento. Durante todo o experimento, o ciclo estral das ratas continuou sendo verificado, com o objetivo de observar possíveis alterações na sua regularidade que poderiam ocorrer devido ao *stress* crônico provocado pelo aparelho ortodôntico. A instalação do aparelho ortodôntico foi realizada em todas as ratas deste grupo durante a fase de diestro.

4.4 Anestesia

Os animais dos três grupos foram anestesiados com uma injeção intraperitoneal de solução de ketamina* e xilasina** na proporção de 0,8 mL e 0,7 mL respectivamente, para a realização da ovariectomia, coleta de sangue, 1ª medida, instalação do aparelho ortodôntico, 4ª medida e sacrifício. A dose de solução anestésica utilizada foi de 0,15 mL/100 g de peso corporal. Para a implantação da cápsula de

* Agener União, Brasil

** Coopers, Brasil

silastic, remoção do aparelho e obtenção da 2ª e 3ª medida as ratas foram anestesiadas com éter sulfúrico.*

4.5 Ovariectomia

Após tricotomia e anti-sepsia da região dorso lateral das ratas com polivinil pirrolidona iodo – PVPI,** foi feita a ovariectomia bilateral. A técnica cirúrgica empregada consistiu de duas incisões de aproximadamente 1 cm de extensão, realizadas nas regiões dorso laterais (Figura 2 A), divulsão dos tecidos e exposição dos ovários e porções superiores uterinas (Figura 2 B), entre os quais foram feitas ligaduras empregando fio de sutura *vicryl* 5.0*** para posterior remoção dos ovários (Figura 2 C). Em seguida, foi realizada síntese da ferida cirúrgica por planos, empregando fio de sutura *vicryl* 5.0 (Figura 2 D) e grampo**** (Figura 2 E) e fricção da área com PVPI (Figura 2 F). Terminado o procedimento cirúrgico, todos animais receberam uma dose profilática de 0,1 mL/100 g de peso corporal de antibiótico,***** administrada por via intramuscular. Visando prevenir dor e inflamação pós-operatória, foi administrada uma dose de fluxinin negligimine***** na dosagem de 0,011 mL/kg de peso corporal por via subcutânea. No período pós-operatório os animais foram inspecionados diariamente, a fim de verificar possíveis sinais clínicos de complicações, reações adversas, assim como para monitorar o processo de cicatrização.

* Technion Indústria Química Exportadora Ltda, Brasil

** Riodine Degermante, Indústria Farmacêutica Rioquímica Ltda, Brasil

*** Poligalactina 910, Ethicon Jonson & Johnson, Brasil

**** Autoclip - Mik Ron 9MM, Applier, EUA

***** Pentabiótico Veterinário, Fontoura-Wyeth S.A., Brasil

***** Banamine, Shering – Plough, EUA

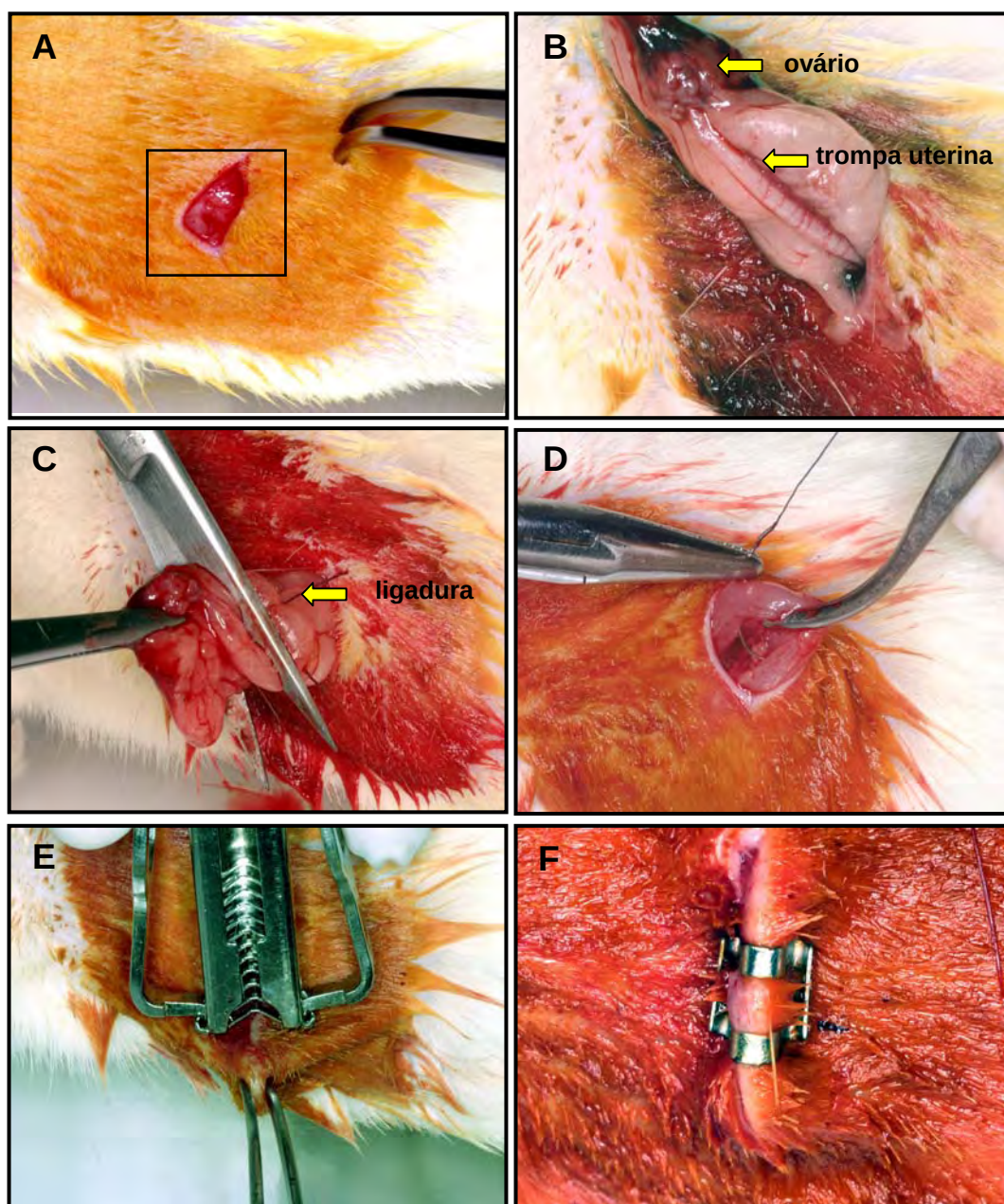


Figura 2 - Procedimento cirúrgico para ovariectomia. **A:** incisão. **B:** exposição do ovário da rata. **C:** ligadura e remoção do ovário. **D:** síntese do tecido muscular. **E:** síntese da ferida cirúrgica. **F:** ferida cirúrgica após fricção com PVPI.

4.6 Tratamento hormonal

A reposição estrogênica das ratas do grupo OVXE₂ foi realizada com a implantação subcutânea de uma cápsula de *silastic* (Figura 3 A) contendo 17β – estradiol* na diluição de 5% em óleo de milho, no dorso do animal (Figuras 3 B, 3 C e 3 D). A cápsula foi confeccionada empregando um segmento de 1 cm de comprimento de tubo de *silastic*,** com diâmetro interno de 1,47 mm e diâmetro externo de 1,96 mm, de acordo com a técnica descrita por Rainbow et al.³⁷ em 1980. A cápsula implantada, segundo esses autores, promove por um período de 3 semanas, níveis plasmáticos de estradiol próximos dos valores fisiológicos normais para a fase de proestro. Uma das extremidades da cápsula foi vedada com cola de silicone.*** Após a secagem da cola, 0,5 cm da cápsula foi preenchido com a solução de estradiol e a outra extremidade foi vedada empregando a mesma cola.

Nas ratas do grupo OVX foram implantadas cápsulas de *silastic*, confeccionadas seguindo a mesma metodologia utilizada para o grupo OVXE₂. No entanto, 0,5 cm destas cápsulas foi preenchido apenas com óleo de milho e posteriormente tiveram suas extremidades vedadas.

* Sigma, EUA

** Laboratory Tubing nº 508-006, Dow Corning, EUA

*** Brascovard super, Brascola, Brasil

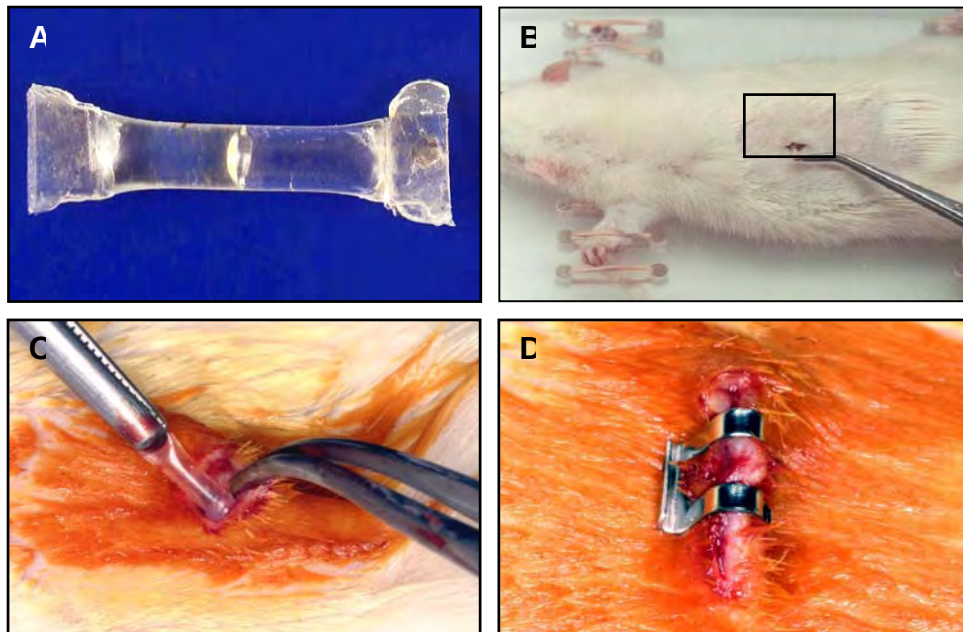


Figura 3 - Implantação da cápsula de *silastic*. **A:** cápsula de *silastic* contendo 17β - estradiol. **B:** local de implantação da cápsula no dorso do animal. **C:** implantação subcutânea da cápsula. **D:** ferida cirúrgica após síntese e fricção com PVPI.

4.7 Coleta de sangue

Foram realizadas, utilizando seringa plástica heparinizada,* 2 coletas de 0,6 mL de sangue da veia jugular das ratas do grupo OVXE₂, para determinação das concentrações plasmáticas de estradiol, imediatamente antes da colocação do aparelho ortodôntico (T1) e do sacrifício do animal (T4). As amostras de sangue obtidas foram colocadas em tubos plásticos e centrifugadas a 3000 rpm a 4°C durante 20 minutos e o plasma foi separado empregando pipeta automática,** e estocado em freezer a -20°C para posterior dosagem hormonal.

* Heparina sódica - Cristália, Brasil

** Eppendorf Research, EUA

4.8 Dosagem hormonal

Com o objetivo de verificar a efetividade da reposição hormonal, foi realizada a determinação das concentrações plasmáticas de estradiol das ratas do grupo OVXE₂, em duas ocasiões durante o experimento, por meio de radioimunoensaio, utilizando o *kit* de dosagem Estradiol Maia.* As amostras foram dosadas em duplicatas em um mesmo ensaio para evitar erros intra-ensaio e os resultados obtidos foram expressos em pg/mL. A dose mínima detectável foi 1,5 pg/mL e o coeficiente de variação intra-ensaio foi de 3%.

4.9 Medida linear entre o incisivo e o primeiro molar

Nesse estudo foi realizada, sempre pelo mesmo investigador, a medida linear da distância entre dois pontos de referências localizados na face vestibular do primeiro molar superior e na face distal do incisivo superior (Figura 4), ao nível da margem gengival, de ambos lados da arcada dentária superior, utilizando paquímetro.** Os pontos de referência foram confeccionados utilizando ponta diamantada esférica*** em alta rotação. As medidas foram obtidas no 1º dia (T1), 14º dia (T2), 17º dia (T3) e 21º dia de experimento (T4).

* Biochem Immunosystems, Itália

** Aesculap 726, Alemanha

*** KG Sorensen nº 1011, Dinamarca

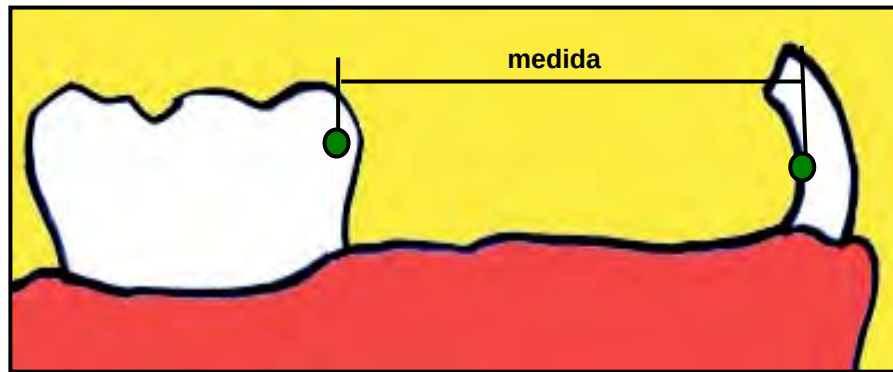


Figura 4 - Representação esquemática dos pontos de referência confeccionados na face vestibular do 1º molar e face distal do incisivo superior nos hemiarcos direito e esquerdo, utilizados para realização da medida linear entre estes dentes.

4.10 Aparelho ortodôntico

O aparelho ortodôntico utilizado foi semelhante ao descrito por Heller & Nanda¹⁸ em 1979, sendo constituído por uma mola fechada de aço inoxidável* de 6 mm de comprimento, fixada por fios de amarrilho de 0,008 polegadas** no incisivo e no primeiro molar superior esquerdo (Figura 5), com uma força inicial de ativação da mola de 60 gramas, medida e padronizada utilizando dinamômetro. Esta intensidade de força foi obtida por meio do estiramento de 2 mm da mola, medida utilizando paquímetro,*** de acordo com Pereira³⁶ (2000). Foi confeccionado um sulco horizontal de aproximadamente 2 mm de extensão, no ângulo disto-vestibular do incisivo utilizando disco de carborundum**** em baixa rotação, onde foi acomodada a ligadura metálica para evitar que o aparelho sofresse deslocamento. Com o aparelho ortodôntico instalado, uma porção de cimento de ionômero de vidro ativado quimicamente*****

* Ref. 341-320, 3M Unitek, USA

** Ref. 55.01.208 - Morelli, Brasil

*** Ref. 1303, ETM Corporation, EUA

**** Dentorium, EUA

***** Ketac-Cem – ESPE, Alemanha

foi colocada sobre a ligadura metálica, na superfície vestibular do incisivo para auxiliar a sua fixação. Durante todo período de experimento, foi realizada apenas uma ativação da mola, feita no momento da instalação do aparelho ortodôntico.

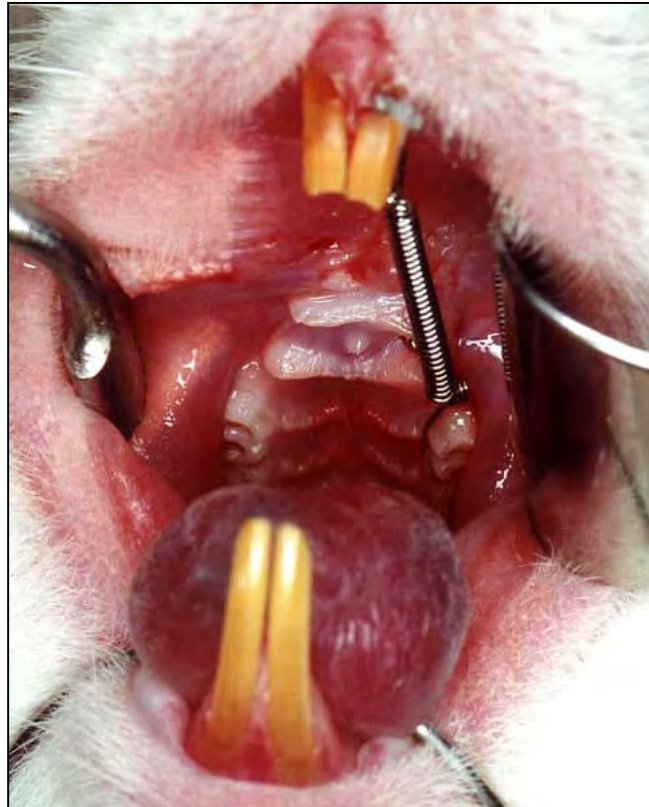


Figura 5 - Vista oclusal do aparelho ortodôntico, constituído de um segmento de mola fechada, fixada ao incisivo e 1º molar superior esquerdo do animal.

4.11 Sacrifício dos animais

Após serem anestesiados com solução de ketamina e xilasina, obtidas as amostras de sangue e realizadas as medidas finais (4ª medida), os animais receberam uma sobredose da solução anestésica empregada.

4.12 Efetividade da ovariectomia

A efetividade da ovariectomia foi verificada pelo aspecto das trompas uterinas após o sacrifício dos animais, que deveriam apresentar-se atróficas. Após este procedimento, as ratas foram decapitadas utilizando guilhotina.

4.13 Dissecação da maxila e obtenção das peças

A maxila direita foi separada da esquerda por meio de uma incisão realizada no nível do plano sagital mediano acompanhando a sutura intermaxilar (Figuras 6 A e 6 B). Após desmineralização, as hemimaxilas foram reduzidas realizando-se um corte com lâmina de bisturi nº 24, tangenciando a face distal do último molar e outro a 10 mm de distância da face mesial do 1º molar, obtendo desse modo, uma peça contendo os três molares superiores e as estruturas de suporte (Figuras 7 A e 7 B).

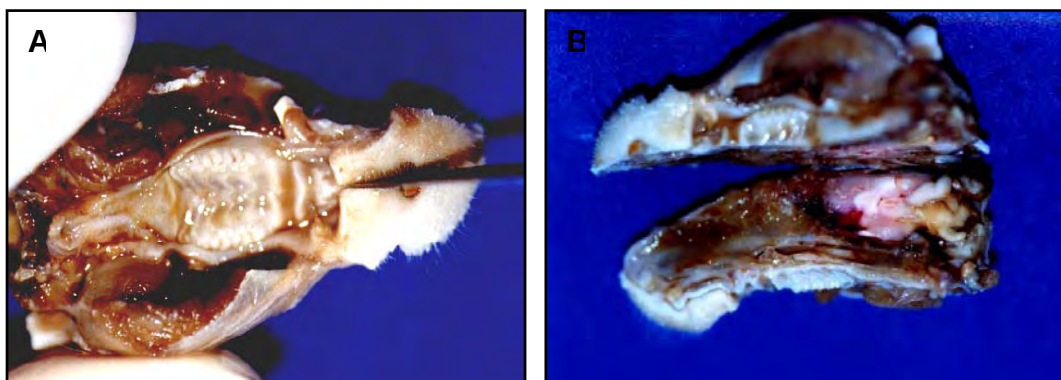


Figura 6 - Dissecação da maxila. **A:** separação das hemi-maxilas no nível do plano sagital mediano. **B:** hemi-maxilas separadas.

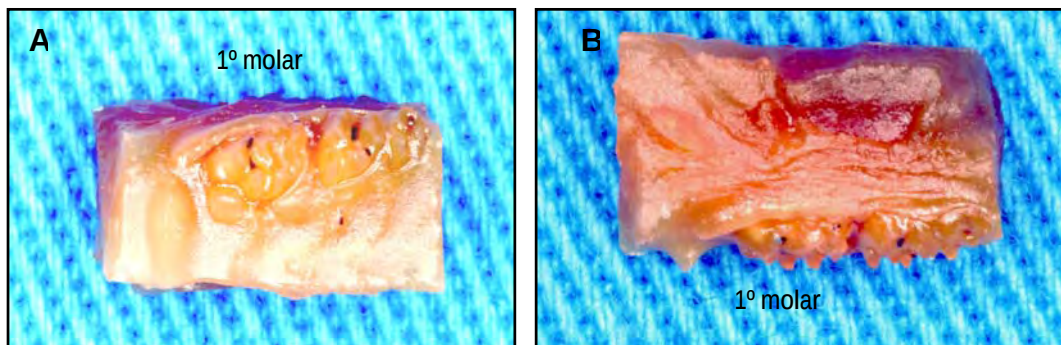


Figura 7 - Aspecto da peça após redução. **A:** vista oclusal. **B:** vista lateral.

4.14 Procedimento histológico

As hemi-maxilas foram imersas em formol 10% e, decorrido o tempo de fixação de 48 horas, foram desmineralizadas em solução de Morse por um período de 18 dias. Após desmineralização, as hemi-maxilas foram lavadas em água corrente durante 24 horas, visando a remoção da solução desmineralizadora. Em seguida, permaneceram imersas em solução de sulfato de sódio 5% por 7 dias, sendo realizada uma única troca da solução neste período, quando então foram reduzidas. Decorrido esse tempo, as peças foram novamente lavadas em água corrente por 24 horas, desidratadas em série crescente de álcoois, diafanizadas em xilol e incluídas em parafina (Figura 8). Foram realizados cortes parasagitais seriados de 6 μ m de espessura, seguindo a orientação ântero-posterior do hemiarco e montados em lâminas. Posteriormente, as lâminas foram coradas com Tricrômico de Masson.



Figura 8 - Peça devidamente identificada incluída em parafina.

4.15 Análise histomorfométrica

Esta análise foi realizada utilizando os cortes da região mediana da coroa dental (no sentido vestibulo-lingual) contendo raiz, polpa, ligamento periodontal e osso alveolar. Foi analisado o tecido ósseo alveolar adjacente ao primeiro molar superior esquerdo (subgrupo 1) e direito (subgrupo 2). Os locais de escolha para avaliação foram os terços cervical e apical da face distal da raiz mesial (Figura 9). Estas áreas correspondem respectivamente às superfícies de tensão e pressão, no hemiarco com movimentação ortodôntica (subgrupo 1). Visando facilitar a apresentação dos resultados, as áreas cervical e apical foram referidas como sendo de tensão e pressão, tanto no hemiarco com movimentação ortodôntica (subgrupo 1) como no hemiarco sem movimentação ortodôntica (subgrupo 2).

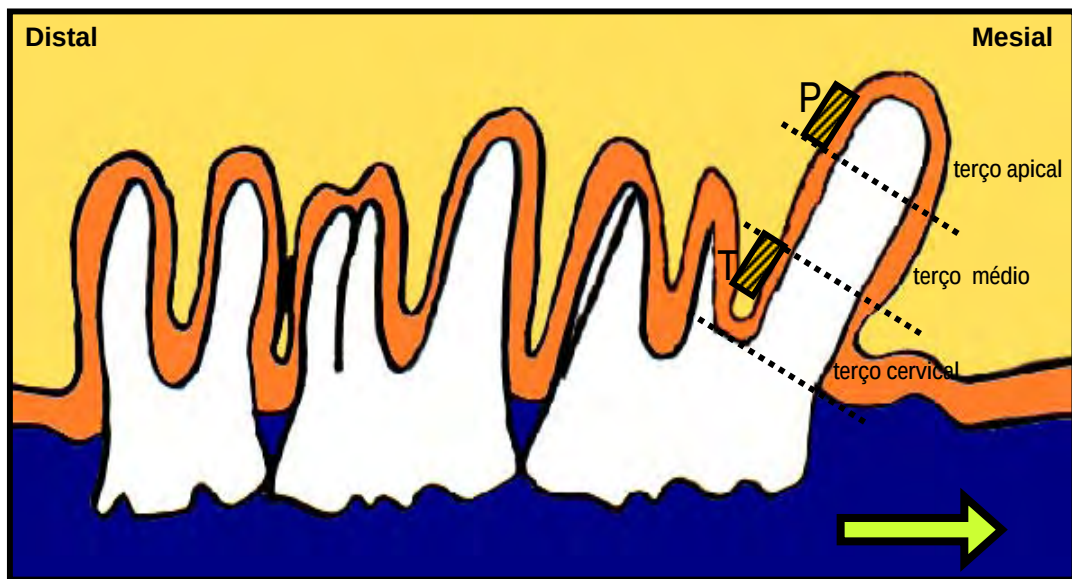


Figura 9 - Representação esquemática da área anatômica analisada utilizando o sistema de análise de imagem, nos hemiarcos com e sem movimentação ortodôntica. **Seta:** sentido da movimentação ortodôntica. **P:** área de análise correspondente à superfície de pressão no lado com aparelho ortodôntico. **T:** área de análise correspondente à superfície de tensão no lado com aparelho ortodôntico.

Foram confeccionadas em média 10 lâminas a partir de cada peça, cada uma contendo em média 4 cortes, das quais foram separadas as 5 melhores lâminas, utilizando como critério de escolha a qualidade de coloração e a incidência do corte. A partir destas 5 lâminas, foram selecionadas 3 aleatoriamente, onde o melhor corte de cada uma delas foi utilizado para análise. A partir dos valores observados na análise dos 3 cortes de cada animal, foi realizada a média aritmética desses valores, obtendo desta forma o dado a ser submetido à análise estatística.

A histomorfometria do osso alveolar foi realizada por meio da avaliação das áreas de tecido mineralizado previamente determinadas

em todos os grupos e os dados obtidos foram expressos em mm². Foi utilizado um Sistema de Análise de Imagem, que consiste de um microscópio de luz* com uma câmera digital acoplada,** sendo todo este sistema conectado a um computador.*** A imagem do corte, focalizada no microscópio com aumento de 25x e capturada pela câmera digital, foi transmitida ao computador empregando-se o programa IM50.**** A análise das áreas foi feita utilizando o programa QWIN.*****

Após obtenção da imagem, foram realizados os ajustes da escala de medida, objetiva e parâmetro a ser analisado. Em seguida, foram selecionadas as áreas para análise, que consistiram de dois retângulos com 0,10 mm² de área (103 pp de altura e 53 pp de largura). Visando a padronização da região anatômica a ser analisada (Figura 10), a raiz mesial foi posicionada paralela ao eixo y. A seguir, foram confeccionadas duas linhas de referência, uma tangenciando o limite amelo-cementário (L1) e outra tangenciando o ápice radicular (L2), ambas paralelas ao eixo x. Uma terceira linha foi confeccionada perpendicular às duas anteriores (L3), fornecendo deste modo o comprimento radicular. O comprimento radicular foi dividido em três terços, os quais foram demarcados com linhas paralelas ao eixo x. Assim, os retângulos foram confeccionados tangenciando as linhas horizontais e a superfície óssea alveolar, sendo um no terço cervical (área de tensão) e outro no terço apical (área de pressão) como mostra a figura 10. Os dados obtidos das

* Leica DMLB, Inglaterra

** Leica DC 300F, Inglaterra

*** Pentium 4, 1.8 GHz, Asus

**** Leica Microsystems, Inglaterra

***** Leica Microsystems, Inglaterra

áreas foram automaticamente transferidos para uma planilha do programa Excell* e submetidos à análise estatística

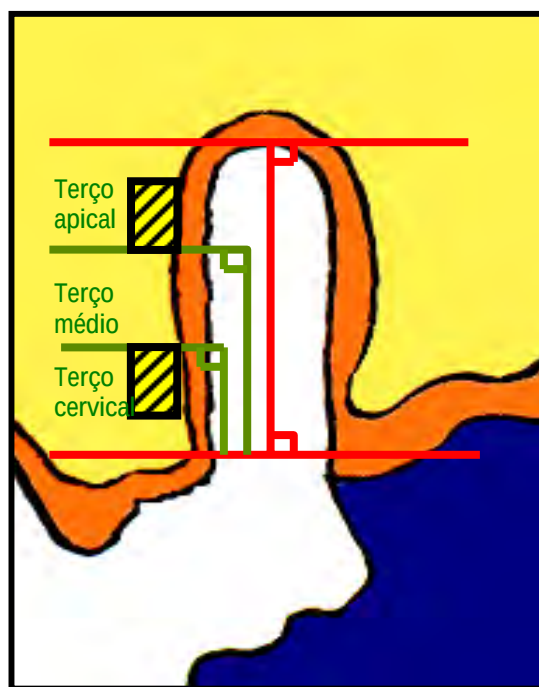


Figura 10 - Representação esquemática da padronização das regiões anatômicas analisadas. L1: linha de referência tangente ao limite amelo-cementário e paralela ao eixo x. L2: linha de referência tangente ao ápice radicular e paralela ao eixo x. L3: comprimento radicular.

4.16 Planejamento estatístico

4.16.1 Análise da população de ratas

Com objetivo de verificar se os animais pertencentes aos 3 grupos constituídos para o estudo eram semelhantes em tamanho, foram comparadas as médias de peso das ratas de cada grupo no início do estudo. O teste da hipótese de igualdade das médias de peso foi realizado por meio da análise de variância.

* Microsoft, EUA

4.16.2 Análise da efetividade da reposição hormonal

Visando analisar a efetividade da reposição hormonal, foram examinadas as dosagens de 17β – estradiol em 12 ratas pertencentes ao grupo OVXE₂ em T1 (1º dia de experimento) e T4 (21º dia de experimento). Para comparação das médias dos dados pareados obtidos das dosagens de hormônio em T1 e T4, foi empregado o teste t de *Student*. O teste de Levene foi utilizado para comparar a variância dos dados nos dois momentos distintos.

4.16.3 Análise da magnitude da movimentação dentária

Com a análise preliminar dos dados, foi possível observar que as variâncias da magnitude da movimentação dentária medida não era igual nos três grupos, o que inviabilizaria o uso da análise de variância para teste de igualdade das médias. Esta diferença na variância possivelmente foi decorrente das diferenças na distância entre os pontos de referência confeccionados nos incisivos e 1ºs molares das ratas em estudo. Visando evitar que esta diferença introduzisse um viés na avaliação da magnitude da movimentação dentária, foi necessário realizar uma transformação matemática nas medidas das distâncias entre estes dentes. Foram utilizadas então as transformações apresentadas a seguir, para cada uma das medidas de movimentação dentária, antes e após remoção do aparelho ortodôntico.

A expressão para a magnitude da movimentação dentária observada entre T1 e T2 foi dada por:

$$M = [\text{sinal de}(D(T1) - D(T2))] \cdot \sqrt{100 \cdot \left| \frac{D(T1) - D(T2)}{D(T1)} \right|}$$

A expressão para a magnitude da movimentação dentária observada após remoção do aparelho ortodôntico entre T2 e T3 foi dada por:

$$R1 = [\text{sinal de}(D(T3) - D(T2))] \cdot \sqrt{100 \cdot \left| \frac{D(T3) - D(T2)}{D(T2)} \right|}$$

A expressão para a magnitude da movimentação dentária observada após remoção do aparelho ortodôntico entre T2 e T4 foi dada por:

$$R2 = [\text{sinal de}(D(T4) - D(T2))] \cdot \sqrt{100 \cdot \left| \frac{D(T4) - D(T2)}{D(T2)} \right|} .$$

D(T1): distância entre os dentes no 1º dia de experimento

D(T2): distância entre os dentes no 14º dia de experimento

D(T3): distância entre os dentes no 17º dia de experimento

D(T4): distância entre os dentes no 21º dia de experimento

A comparação estatística da magnitude da movimentação dentária nos grupos constituídos para este estudo foi realizada por meio

da análise de variância aplicada às medidas transformadas que serão referidas como medidas ou dados relativos. Para a comparação múltipla de médias utilizou-se o teste de Scheffé, quando as variâncias dos grupos foram estatisticamente iguais e o teste de Dunnet, quando as variâncias dos grupos apresentaram-se diferentes.

4.16.4 Análise histomorfométrica

Para comparação das áreas de tecido mineralizado nas superfícies de tensão e pressão nos diferentes grupos, considerou-se que as medidas obtidas nos hemiarcos com movimentação ortodôntica (subgrupo 1) e sem movimentação ortodôntica (subgrupo 2) foram independentes.

Visando avaliar os grupos quanto às áreas selecionadas nas superfícies de tensão e pressão, empregou-se a análise de variância com um critério de classificação. O teste de Levene foi empregado para verificar a homogeneidade das variâncias tanto na superfície de tensão como de pressão. A comparação das médias foi realizada empregando-se o teste de Dunnet para comparação de múltiplas médias.

Em todas as análises realizadas neste estudo, o nível crítico foi fixado em $p < 0,05$, para se admitir diferença de valores como sendo estatisticamente significativa.

5. RESULTADO

Cinco ratas do grupo C e quatro do grupo OVX tiveram o aparelho ortodôntico deslocado durante o experimento, e por essa razão foram excluídas da amostra.

5.1 Análise da população de ratas

As medidas descritivas referentes à análise do peso das ratas dos grupos constituídos para este estudo, podem ser observadas na tabela 1. O resultado observado na tabela 2 indicou não haver evidência para rejeitar a hipótese de que as ratas foram provenientes da mesma população.

Tabela 1 - Medidas descritivas dos pesos das ratas, em gramas, no início do experimento por grupo.

Medidas	Grupos		
	C (n=10)	OVX (n=11)	OVXE ₂ (n=15)
Média	275,7	305,5	284,1
Desvio padrão	31,2	34,3	19,9
Mínimo	229	264	251
Máximo	308	360	316
Amplitude	79	96	65

Tabela 2 - Análise de variância para teste da hipótese de igualdade das médias de peso das ratas de cada grupo no início do experimento.

Fonte de variação	SQ	gl	QM	F	P
Entre grupos	5127,878	2	2563,939	3,24	0,052
Dentro dos grupos	26115,761	33	791,387		
Total	31243,649	35			

Obs. Teste da homogeneidade das variâncias: $F_{\text{calc}} = 1,21$; gl = 2 e 33; p = 0,311

5.2 Análise do ciclo estral

A avaliação da regularidade do ciclo estral das ratas após instalação do aparelho ortodôntico, mostrou não haver qualquer alteração significativa devido ao *stress* crônico provocado pelo aparelho ortodôntico. Todas as ratas continuaram a ciclar regularmente durante a fase experimental, tendo sido observado prolongamento de 1 dia na fase de diestro no 1º ciclo em 2 das 10 ratas pertencentes a este grupo, o que pode ser considerado uma ocorrência normal.

5.3 Análise da efetividade da reposição hormonal

Os resultados obtidos pelo teste t de *Student* para comparação das médias dos dados pareados, mostrou que não houve diferença significativa nas médias das dosagens de 17β – estradiol entre as ratas do grupo OVXE₂ nos dois momentos estudados, como pode ser verificado na tabela 3. Isto implica dizer que pode-se considerar que a reposição hormonal realizada garantiu a manutenção das taxas médias de 17β – estradiol nos tempos estudados.

Tabela 3 - Medidas descritivas das dosagens de 17β – estradiol, em pg/mL, nas ratas do grupo OVXE₂ em T1 e T4.

Medidas	T1	T4
Média	56,37	52,21
Desvio padrão	24,62	12,96
Coeficiente de variação (CV)	43,67	24,83
Mínimo (a)	29,28	33,68
Maxímo (b)	106,84	74,4
Amplitude total (b-a)	77,56	40,72

Obs: $t_{\text{calc}} = 0,652$; gl = 11; p = 0,528

5.4 Análise da magnitude da movimentação dentária

Na tabela 4 são apresentadas medidas descritivas da magnitude da movimentação dentária em valores absolutos, em mm, e em valores relativos nos períodos de tempo avaliados.

Tabela 4 - Medidas descritivas da magnitude da movimentação dentária em valores absolutos, em mm, e relativos dos grupos estudados, nos hemiarcos com e sem movimentação ortodôntica.

Grupos	Movimentação Dentária					
	Entre T1 e T2		Entre T2 e T3		Entre T2 e T4	
Valores absolutos	Média	D P	Média	D P	Média	D P
C/1 (n=10)	0,88	0,27	0,09	0,06	0,30	0,12
OVX/1 (n=11)	2,04	0,54	1,37	0,52	1,75	0,47
OVXE ₂ /1(n=15)	1,13	0,29	0,29	0,21	0,49	0,28
C/2 (n=10)	0,02	0,04	0,03	0,07	0,07	0,07
OVX/2 (n=11)	0,00	0,00	0,00	0,06	0,04	0,07
OVXE ₂ /2(n=15)	0,01	0,04	0,03	0,05	0,06	0,06
Valores relativos						
C/1 (n=10)	2,59	0,50	0,77	0,43	1,57	0,33
OVX/1 (n=11)	3,79	0,50	3,35	0,70	3,81	0,63
OVXE ₂ /1(n=15)	2,98	0,40	1,53	0,55	1,98	0,67
C/2 (n=10)	0,17	0,37	0,21	0,46	0,57	0,50
OVX/2 (n=11)	0,00	0,00	0,00	0,53	0,31	0,58
OVXE ₂ /2(n=15)	0,12	0,32	0,30	0,44	0,50	0,50

Como pode ser observado na tabela 4, as medidas realizadas nos grupos sem movimentação ortodôntica (subgrupo 2) não foram significantes (média máxima de 0,07 mm). Foi observado também, grande número de ausências de movimentação, o que implicou na impossibilidade de comparação por meio de análise de variância.

A comparação estatística da magnitude da movimentação dentária nos três grupos com movimentação ortodôntica (subgrupo 1) foi realizada por meio da análise de variância aplicada às medidas relativas.

Na análise da movimentação dentária entre T1 e T2, e T2 e T3, a transformação dos dados resultou em medidas tais que as variâncias dos três grupos foram consideradas estatisticamente iguais. Entretanto, na análise da movimentação dentária entre T2 e T4, as variâncias foram consideradas diferentes. Em 1969, Dixon e Massey¹¹ mencionaram que, se as diferenças entre as variâncias não forem excessivamente grandes, os resultados da análise de variância são muito pouco alterados. Como pode ser visto na tabela 4, com a transformação dos dados houve uma redução significativa na diferença entre as variâncias nos três grupos. Assim, para efeito de comparação das médias por meio de análise de variância da movimentação entre T2 e T4 dos três grupos, a diferença entre as variâncias foi desconsiderada. Para a comparação múltipla das médias entre T1 e T2 e T2 e T3 utilizou-se o teste de Scheffé e entre T2 e T4 o teste de Dunnet.

Os resultados da análise de variância aplicada às medidas de movimentação dentária entre T1 e T2, apresentados na tabela 5 mostraram haver evidência estatística de que pelo menos a média de movimentação de um dos grupos foi diferente das demais. A comparação múltipla de médias, cujos resultados são expressos na tabela 6, mostra que o grupo OVX/1 apresenta média de movimentação estatisticamente diferente das dos outros dois grupos e que não houve diferença significativa nas médias dos grupos C/1 e OVXE₂/1. Assim, a magnitude da movimentação dentária nas ratas do grupo OVX/1 foi maior, em média,

que a observada nas ratas dos grupos C/1 e OVXE₂/1, como pode ser observado no gráfico 2.

Tabela 5 - Análise de variância para teste da hipótese de igualdade das médias de movimentação dentária entre T1 e T2 de cada grupo.

Fonte de variação	SQ	gl	QM	F	P
Entre grupos	8,030	2	4,015	18,862	<0,001
Dentro dos grupos	7,025	33	0,213		
Total	15,055	35			

Obs. Teste da homogeneidade das variâncias: $F_{\text{calc}} = 0,684$; gl = 2 e 33; p = 0,512

Tabela 6 - Resultados do teste de Scheffé para comparação múltipla das médias da magnitude da movimentação dentária entre T1 e T2 de cada grupo.

Grupos	Diferença entre médias	Erro padrão	p
C/1 – OVX/1	-1,199	0,202	<0,001
C/1 – OVXE ₂ /1	-0,389	0,188	0,135
OVX/1 – OVXE ₂ /1	0,810	0,183	<0,001

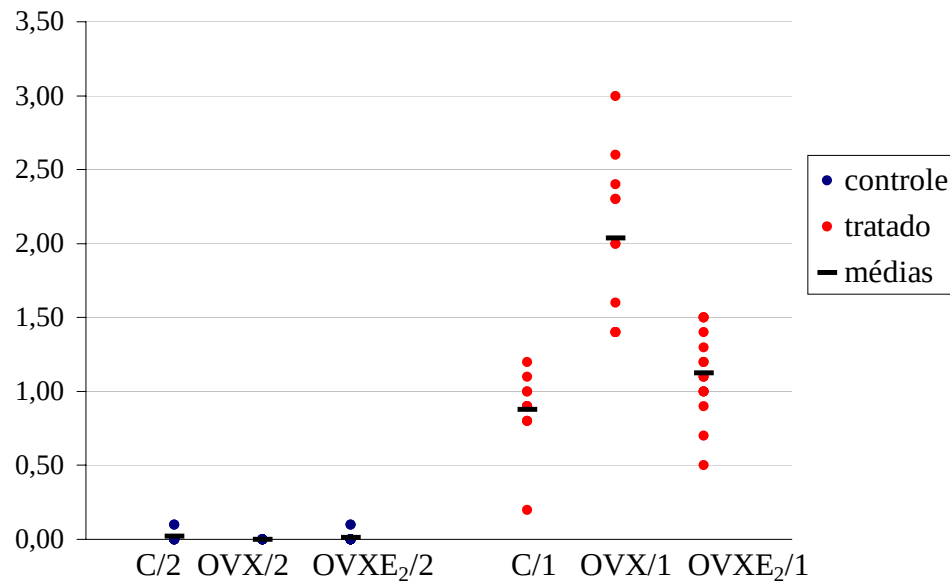


Gráfico 2 – Magnitude da movimentação dentária em mm, entre T1 e T2, e média por grupo.

A análise realizada entre T2 e T3 permitiu observar evidência estatística de que a magnitude da movimentação dentária foi, em média, diferente em pelo menos um dos grupos, como pode ser observado na tabela 7. Neste caso, a comparação múltipla de médias mostrou que as movimentações dentárias neste período foram diferentes entre si, como pode ser visto na tabela 8 e gráfico 3.

Tabela 7 - Análise de variância para teste da hipótese de igualdade das médias da magnitude da movimentação dentária entre T2 e T3 de cada grupo.

Fonte de variação	SQ	GI	QM	F	P
Entre grupos	37,951	2	18,975	58,338	<0,001
Dentro dos grupos	10,734	33	0,325		
Total	48,685	35			

Obs. Teste da homogeneidade das variâncias: $F_{\text{calc}} = 1,208$; $gl = 2$ e 33 ; $p = 0,312$

Tabela 8 – Resultados do teste de Sheffé para comparação múltipla das médias da magnitude da movimentação dentária entre T2 e T3 de cada grupo.

Grupos	Diferenças entre médias	Erro padrão	P
C/1 – OVX/1	-2,580	0,249	<0,001
C/1 – OVXE ₂ /1	0,759	0,233	0,010
OVX/1 – OVXE ₂ /1	1,822	0,226	<0,001

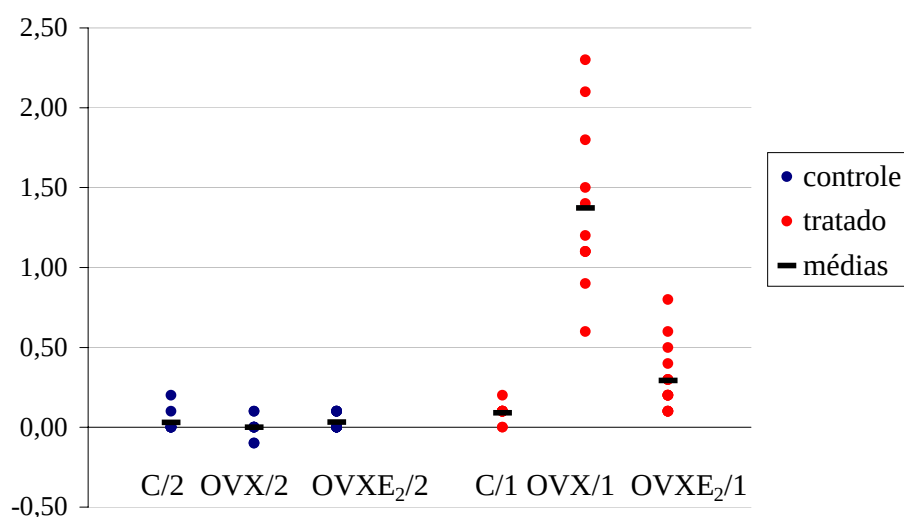


Gráfico 3 – Magnitude da movimentação dentária em mm, entre T2 e T3, e média da movimentação por grupo.

A análise realizada entre T2 e T4 permitiu observar evidência estatística de que a magnitude da movimentação dentária foi, em média, diferente em pelo menos um dos grupos, como mostra a tabela 9. Neste caso, como pode ser observado na tabela 10, a comparação múltipla de médias mostra que, a movimentação dentária observada no grupo OVX/1 neste período foi, em média, maior que a observada nos grupos C/1 e

OVXE₂/1 e que não houve diferença significativa nas médias dos grupos C/1 e OVXE₂/1, dados evidenciados no gráfico 4.

Tabela 9 - Análise de variância para teste da hipótese de igualdade das médias da magnitude da movimentação dentária entre T2 e T4 de cada grupo.

Fonte de variação	SQ	Gl	QM	F	p
Entre grupos	31,388	2	15,694	45,399	<0,001
Dentro dos grupos	11,408	33	0,346		
Total	42,796	35			

Obs. Teste da homogeneidade das variâncias: $F_{\text{calc}} = 4,121$; gl = 2 e 33; p = 0,025

Tabela 10 - Resultados do teste de Dunnet para comparação múltipla da médias da magnitude da movimentação dentária entre T2 e T4 de cada grupo.

Grupos	Diferenças entre médias	Erro padrão	P
C/1 – OVX/1	-2,243	0,257	<0,001
C/1 – OVXE ₂ /1	-0,416	0,240	0,148
OVX/1 – OVXE ₂ /1	-1,827	0,233	<0,001

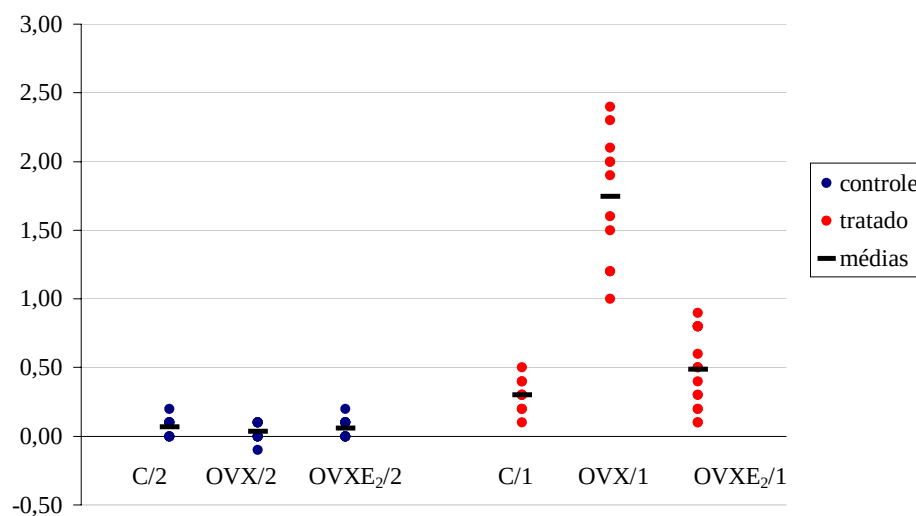


Gráfico 4 – Magnitude da movimentação dentária, em mm, entre T2 e T4 e média da movimentação por grupo.

5.5 Análise histomorfométrica

As medidas descritivas referentes às áreas de tecido mineralizado, em mm², nas superfícies de tensão e pressão dos grupos constituídos para este estudo são apresentadas na tabela 11.

Tabela 11 - Medidas descritivas das áreas de tecido mineralizado, em mm², nas superfícies de tensão e pressão por grupo de ratas.

Grupos	Variáveis			
	tensão		pressão	
	Média	DP	Média	DP
C/1 (n=11)	0,085900	0,002558	0,083500	0,003951
C/2 (n=9)	0,089222	0,003598	0,086780	0,004265
OVX/1 (n=9)	0,068556	0,006483	0,068110	0,006566
OVX/2 (n=8)	0,073750	0,002659	0,072620	0,001923
OVXE ₂ /1 (n=8)	0,080875	0,003907	0,078250	0,005258
OVXE ₂ /2 (n=9)	0,084889	0,005600	0,084110	0,003551

O resultado da análise de variância da área de tecido mineralizado na superfície de tensão mostrou existir pelo menos um grupo diferente, em média, dos demais, o que pode ser observado na tabela 12. O resultado da comparação múltipla de médias mostrou haver diferença de área de tecido mineralizado na superfície de tensão, em média, entre o grupo C/1 e os grupos OVX/1 e OVX/2; entre o grupo C/2 e os grupos OVX/1, OVX/2 e OVXE₂/1; entre o grupo OVXE₂/1 e os grupos OVX/1 e OVX/2; e entre o grupo OVXE₂/2 e os grupos OVX/1 e OVX/2. Dados expressos na tabela 13. No gráfico 5, foram apresentados os valores de área observados e as respectivas médias de tecido mineralizado, na superfície de tensão por grupo.

Tabela 12 - Análise de variância para teste da hipótese de igualdade das médias de área de tecido mineral na superfície de tensão de cada grupo.

Fonte de variação	SQ	gl	QM	F	p
Entre grupos	0,002796	5	0,000559	29,01	<0,001
Dentro dos grupos	0,000906	47	0,000019		
Total	0,003702	52			

Obs. Teste da homogeneidade das variância: $F_{\text{calc}} = 4,272$; gl = 5 e 47; p = 0,003

Tabela 13 - Resultados do teste de Dunnett para comparação múltipla das médias de área de tecido mineral na superfície de tensão de cada grupo.

Grupos comparados			Diferenças entre médias	p
C/1	x	C/2	-0,003322	0,364
	x	OVX/1	0,017344	<0,001
	x	OVX/2	0,012150	<0,001
	x	OVXE ₂ /1	0,005025	0,100
	x	OVXE ₂ /2	0,001011	0,999
C/2	x	OVX/1	0,020667	<0,001
	x	OVX/2	0,015472	<0,001
	x	OVXE ₂ /1	0,008347	0,006
	x	OVXE ₂ /2	0,004333	0,572
OVX/1	x	OVX/2	-0,005194	0,429
	x	OVXE ₂ /1	-0,012319	0,005
	x	OVXE ₂ /2	-0,016333	<0,001
OVX/2	x	OVXE ₂ /1	-0,007125	0,014
	x	OVXE ₂ /2	-0,011139	0,002
OVXE ₂ /1	x	OVXE ₂ /2	-0,004014	0,720

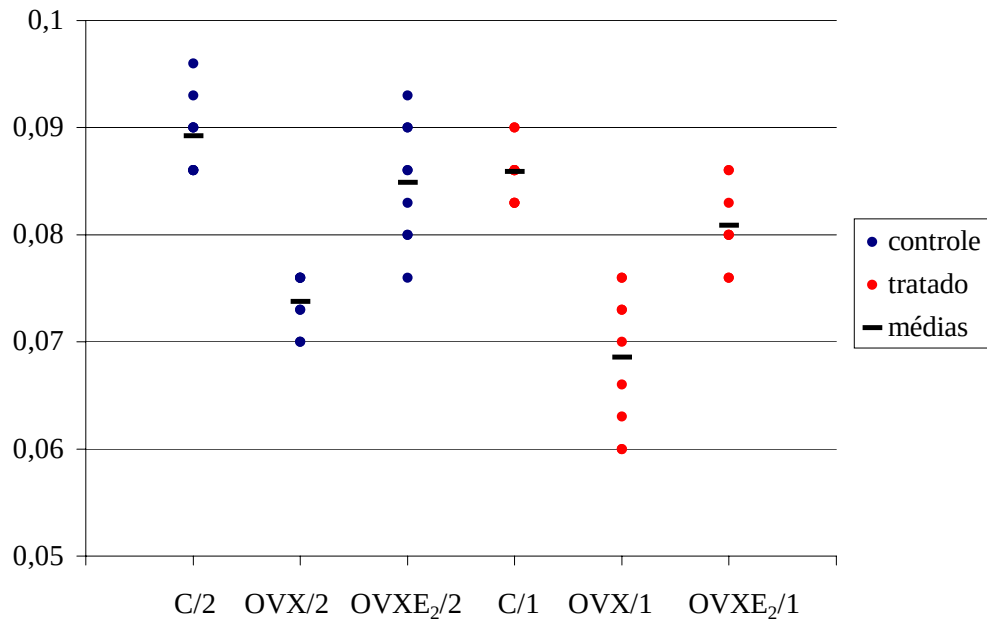


Gráfico 5 - Área de tecido mineralizado, em mm², e média da área na superfície de tensão por grupo.

O resultado da análise de variância da variável pressão mostra que existe pelo menos um grupo diferente, em média, dos demais, como pode ser observado na tabela 14. O resultado da comparação múltipla de médias mostrou que houve diferença estatística de área de tecido mineralizado na superfície de pressão, em média, entre grupo C/1 e os grupos OVX/1 e OVX/2; entre o grupo C/2 e os grupos OVX/1, OVX/2 e OVXE₂/1; entre o grupo OVXE₂/1 e o grupo OVX/1; e entre o grupo OVXE₂/2 e os grupos OVX/1 e OVX/2, dados expressos na tabela 15. No gráfico 6 foram apresentados os valores de área observados e as respectivas médias de tecido mineralizado, na superfície de pressão por grupo.

Tabela 14 - Análise de variância para teste da hipótese de igualdade das médias de área de tecido mineralizado na superfície de pressão de cada grupo.

Fonte de variação	SQ	GI	QM	F	p
Entre grupos	0,002378	5	0,000476	23,501	<0,001
Dentro dos grupos	0,000951	47	0,000020		
Total	0,003329	52			

Obs. Teste da homogeneidade das variância: $F_{\text{calc}} = 2,651$; $gl = 5$ e 47 ; $p < 0,001$

Tabela 15 - Resultados do teste de Dunnett para comparação múltipla das médias de área de tecido mineralizado na superfície de pressão de cada grupo.

Grupos comparados			diferenças entre médias	p
C1/1	x	C/2	-0,003278	0,719
	x	OVX/1	0,015390	0,001
	x	OVX/2	0,010870	<0,001
	x	OVXE ₂ /1	0,005250	0,344
	x	OVXE ₂ /2	-0,000611	1,000
C/2	x	OVX/1	0,018670	<0,001
	x	OVX/2	0,014150	<0,001
	x	OVXE ₂ /1	0,008528	0,034
	x	OVXE ₂ /2	0,002667	0,883
OVX/1	x	OVX/2	-0,004514	0,570
	x	OVXE ₂ /1	-0,010139	0,039
	x	OVXE ₂ /2	-0,016000	<0,001
OVX/1	x	OVXE ₂ /1	-0,005625	0,191
	x	OVXE ₂ /2	-0,011486	<0,001
OVXE ₂ /1	x	OVXE ₂ /2	-0,005861	0,218

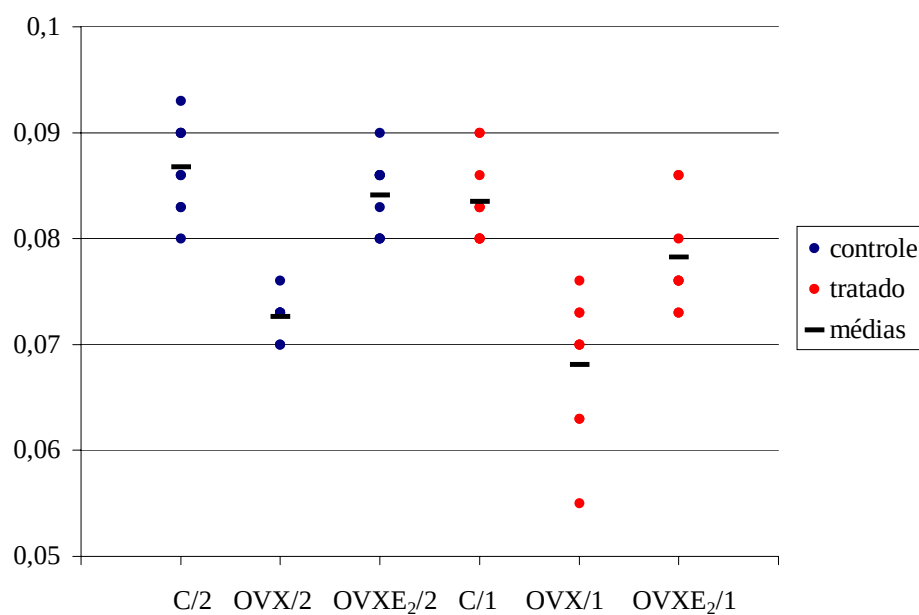


Gráfico 6 - Área de tecido mineralizado, em mm², e média da área na superfície de pressão por grupo.

A figura 11 ilustra as áreas analisadas neste trabalho e as figuras 12, 13 e 14 ilustram o aspecto morfológico do tecido ósseo alveolar nos grupos estudados.

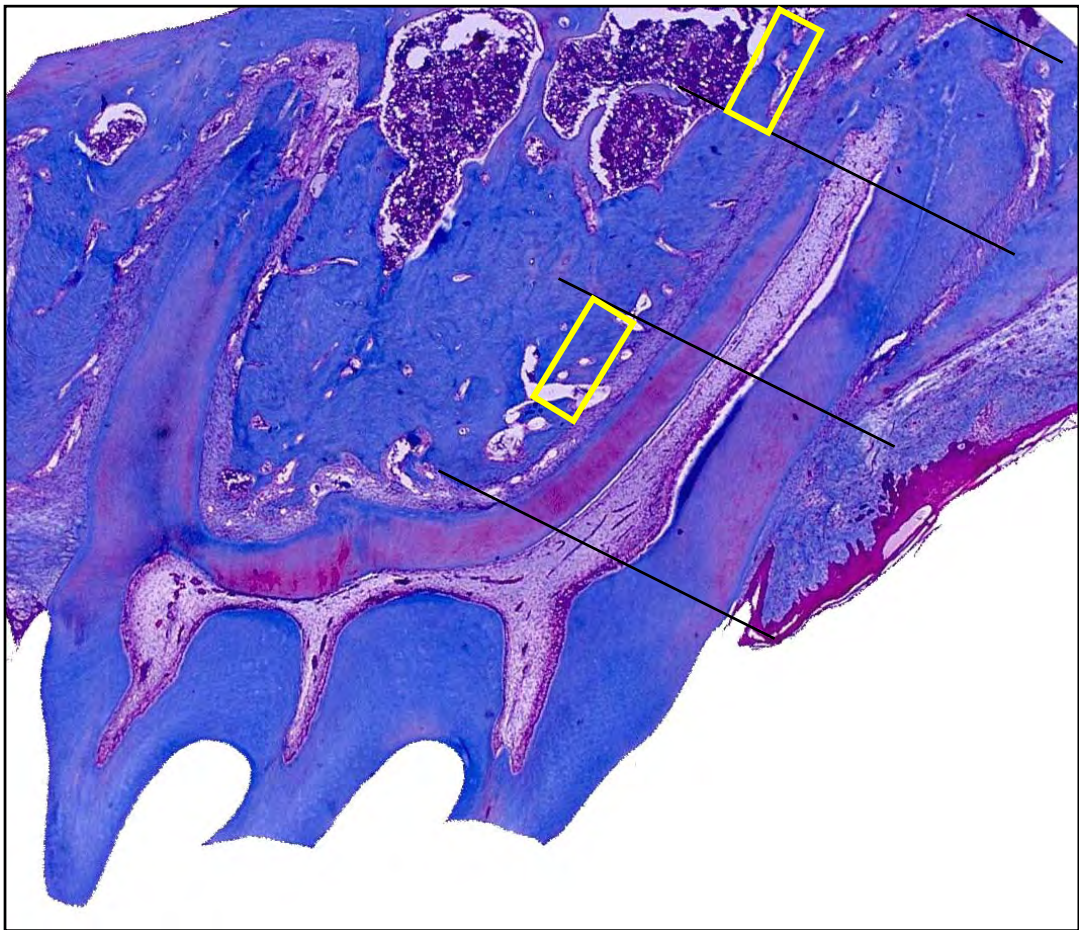


Figura 11 - Fotomicrografia do 1º molar superior e tecidos de suporte, e ilustração das áreas analisadas. 25x.

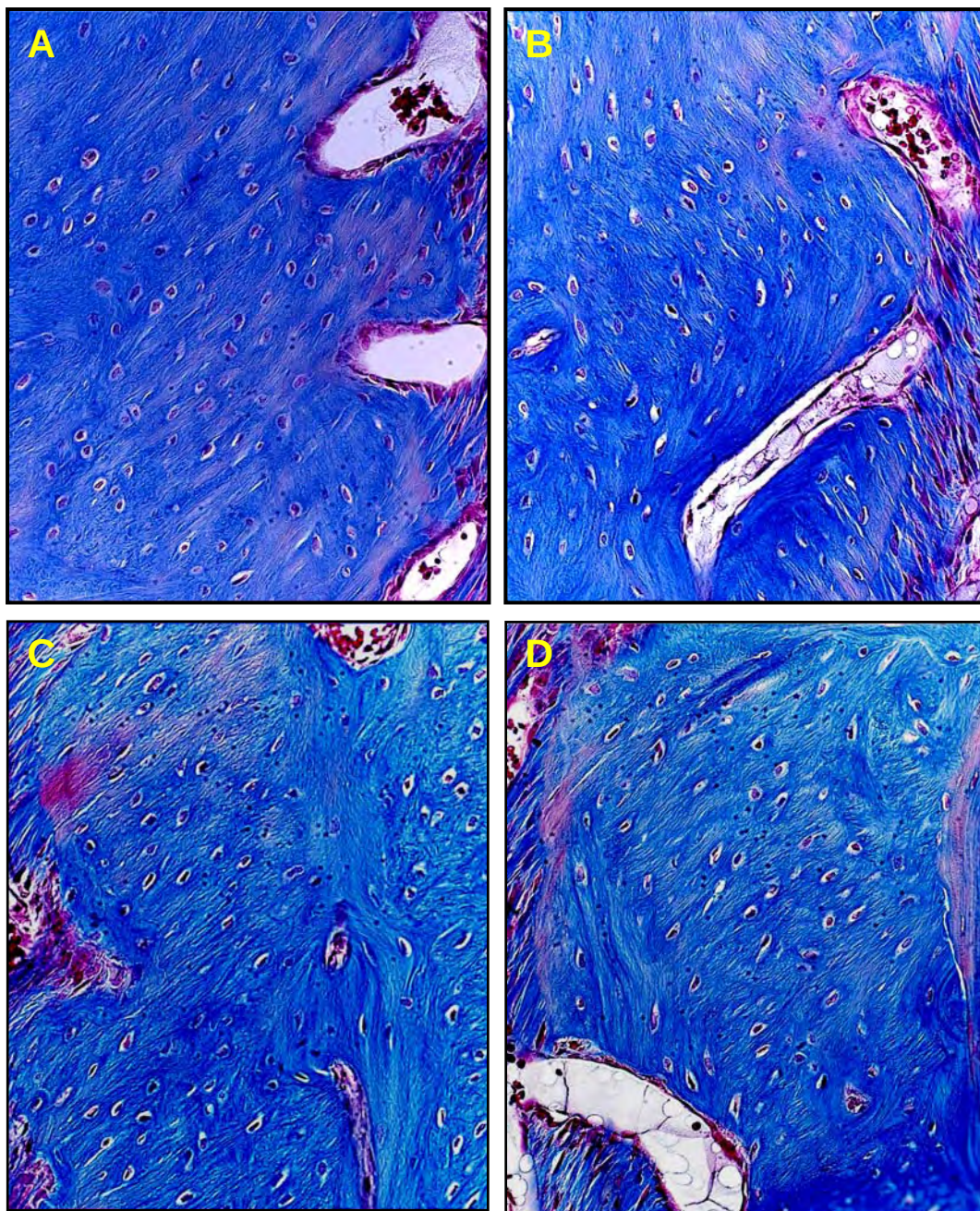


Figura 12 - Fotomicrografia do tecido ósseo alveolar do grupo C (ratas ciclando). **A:** área de tensão do subgrupo 1 (com movimentação ortodôntica). **B:** área de pressão do subgrupo 1 (com movimentação ortodôntica). **C:** área de tensão do subgrupo 2 (sem movimentação ortodôntica). **D:** área de pressão do subgrupo 2 (sem movimentação ortodôntica). 400x.

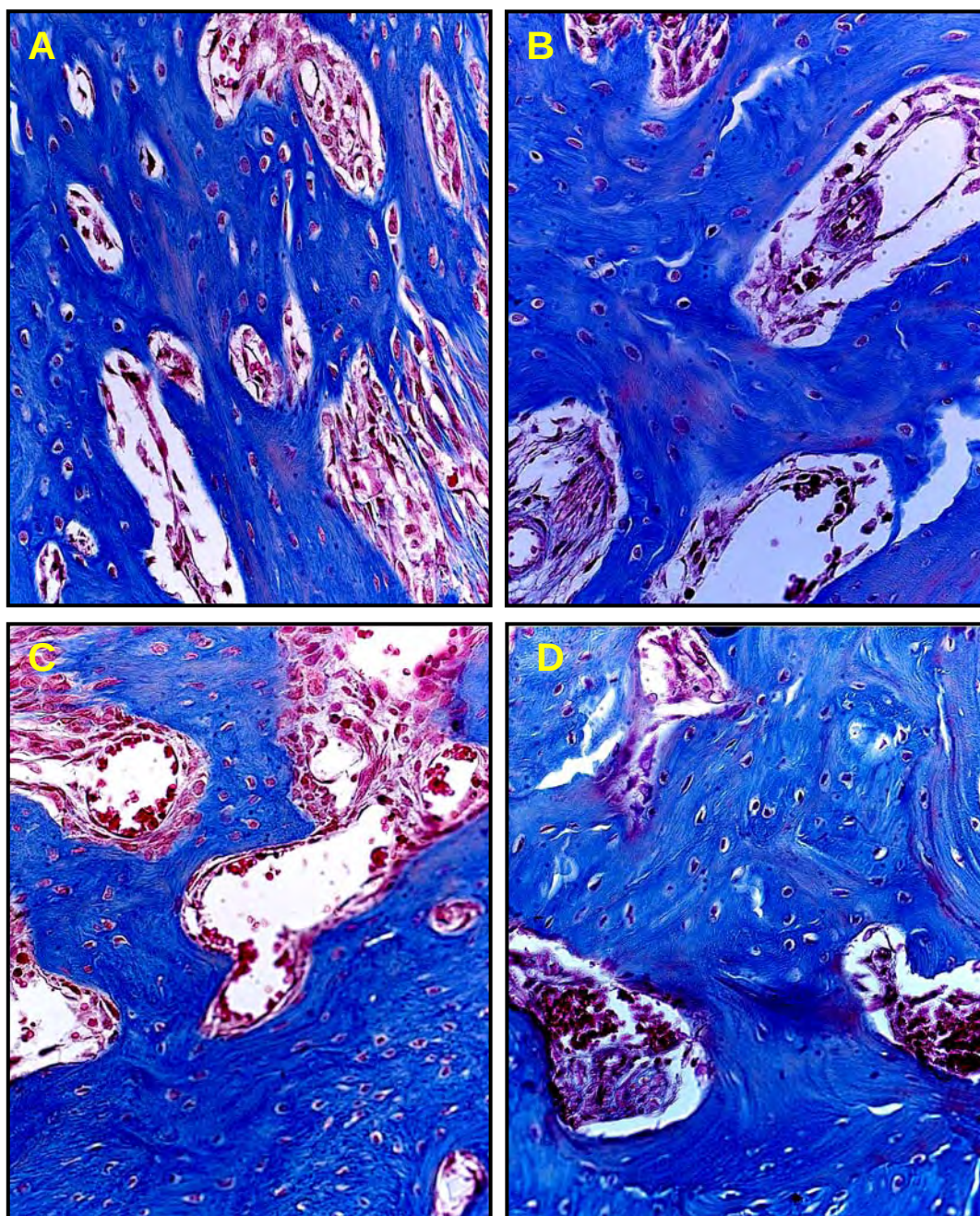


Figura 13 - Fotomicrografia do tecido ósseo alveolar do grupo OVX (ratas ovariectomizadas). **A:** área de tensão do subgrupo 1 (com movimentação ortodôntica). **B:** área de pressão do subgrupo 1 (com movimentação ortodôntica). **C:** área de tensão do subgrupo 2 (sem movimentação ortodôntica). **D:** área de pressão do subgrupo 2 (sem movimentação ortodôntica). 400x.

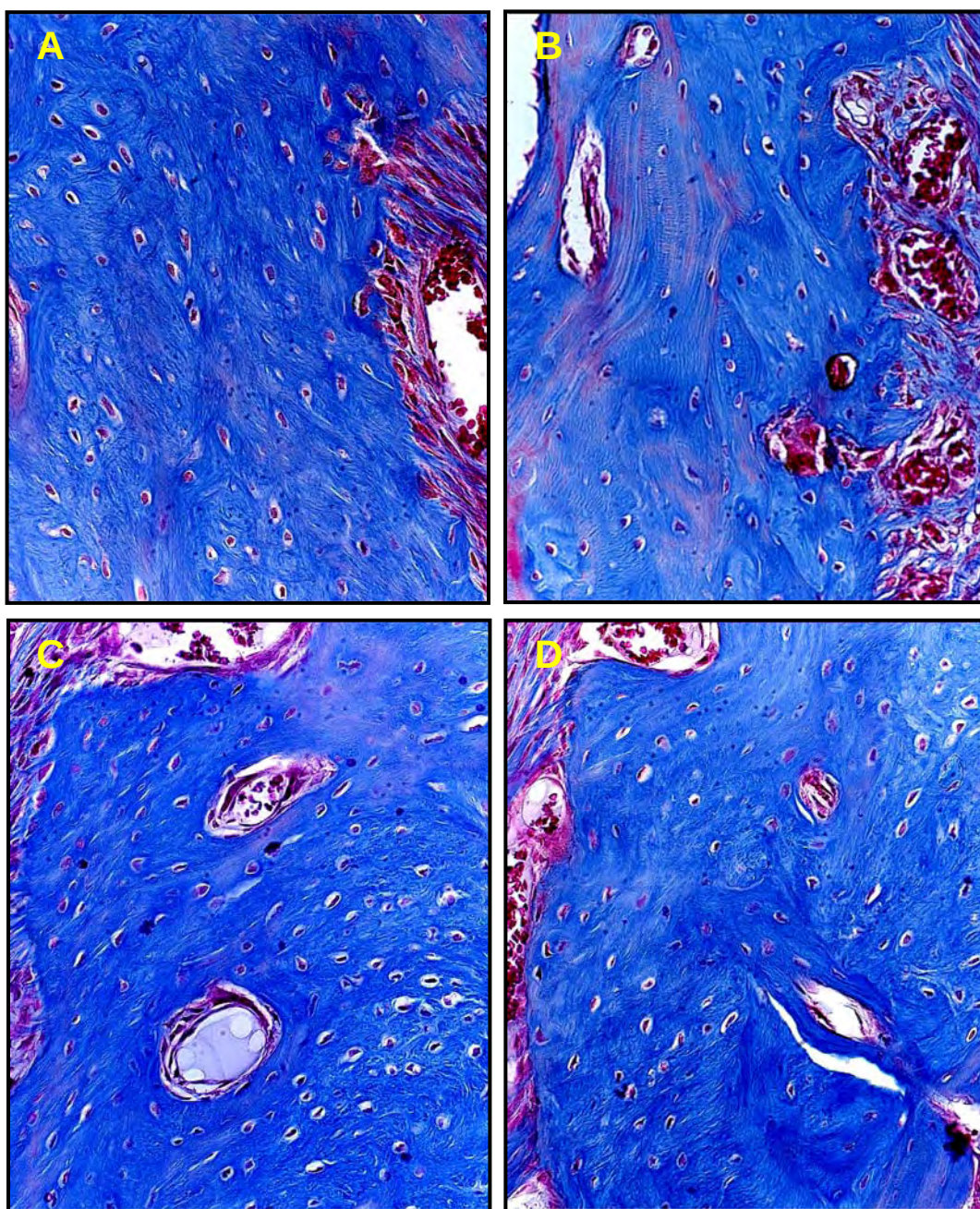


Figura 14 - Fotomicrografia do tecido ósseo alveolar do grupo OVXE₂ (ratas ovariectomizadas tratadas com 17 β - estradiol). **A:** área de tensão do subgrupo 1 (com movimentação ortodôntica). **B:** área de pressão do subgrupo 1 (com movimentação ortodôntica). **C:** área de tensão do subgrupo 2 (sem movimentação ortodôntica). **D:** área de pressão do subgrupo 2 (sem movimentação ortodôntica). 400x.

6. DISCUSSÃO

O modelo experimental empregado neste trabalho tem sido utilizado em diversos estudos anteriores.^{18, 33, 36, 54} Os resultados observados confirmam que este modelo é adequado para o estudo realizado. O rato é considerado um animal experimental que pode ser utilizado com sucesso para estudos cujos resultados são extrapolados para o osso humano.^{51, 56} O osso alveolar destes animais tem sido freqüentemente empregado como modelo ideal de tecido para se estudar a remodelação óssea sob diversas condições experimentais,^{15, 44, 53} em razão de apresentar adequado balanço entre reabsorção e formação óssea, constante orientação espacial dessas atividades e alto índice de remodelação óssea.⁵⁶

Além dos fatores acima descritos, as ratas apresentam padrão de ovulação espontâneo e regular com o mesmo perfil hormonal da mulher, porém o ciclo completo nesses animais dura 4 ou 5 dias, ao invés de 28 como ocorre na mulher.⁰¹ Pode-se afirmar que os eventos biológicos no rato diferem daqueles observados em humanos na proporção em que eles ocorrem.²

Ratos têm se mostrado adequados também para estudos de adaptações esqueléticas frente à estímulos mecânicos, o que pode ser constatado pelos diversos trabalhos utilizando o modelo de movimentação mesial de molares de ratos.^{16, 18, 33, 36, 53, 54, 55, 59, 60}

A avaliação do ciclo estral das ratas após a instalação do aparelho ortodôntico, evidenciou que o *stress* crônico provocado pelo aparelho ortodôntico não interferiu nos resultados observados, uma vez que não ocorreu qualquer alteração significativa no ciclo estral durante todo período de observação. Considerando que a magnitude da movimentação dentária ortodôntica varia de acordo com a fase do ciclo estral das ratas,¹⁶ neste trabalho as ratas ciclando tiveram o aparelho ortodôntico instalado sempre na fase de diestro. Procurou-se com isso uniformizar a amostra evitando assim a influência desta variável nos resultados.

A análise estatística realizada visando avaliar a efetividade do modelo experimental empregando a cápsula de *silastic* para a reposição hormonal, permite afirmar tratar-se de um modelo confiável, pois garantiu a manutenção de níveis plasmáticos médios de estradiol nas ratas do grupo OVXE₂ nos tempos considerados no experimento (T1- 56,37 pg/mL; T4 – 52,21 pg/mL). Esses valores são ligeiramente superiores aos relatados por Smith et al.,⁴⁵ que foram de 40 a 50 pg/mL durante o pico pré-ovulatório da tarde de proestro, que representam as maiores concentrações encontradas durante o ciclo estral em ratas.

O período de experimento para se avaliar a movimentação ortodôntica neste trabalho foi fixado em 14 dias, pois, diversos autores demonstraram que este é o tempo que dura o ciclo de movimentação dentária induzida ortodonticamente em ratos quando se emprega força

inicial de 60 gramas.^{5, 23} King & Fischlschweiger,²³ utilizando força inicial de 40 gramas para movimentar o 1º molar de ratos, constataram que a aplicação desta força promove maior magnitude de movimentação dentária, enquanto forças substancialmente maiores produzem movimentação significativamente menores. No entanto, a utilização por estes autores de força inicial de 60 gramas não provocou diminuição significativa na movimentação dentária.

A análise estatística empregada demonstrou que a movimentação dentária observada decorreu realmente da colocação do aparelho ortodôntico, pois nos hemiarcos nos quais não foi instalado aparelho, ela não ocorreu.

Embora a proposição do presente trabalho tenha sido o estudo da movimentação dentária após a remoção do aparelho ortodôntico, considerando a relação existente entre a movimentação dentária induzida ortodonticamente e a possível influência da ovariectomia, foram apresentados os resultados observados nessas duas fases.

Os resultados obtidos no presente estudo no tocante à movimentação dentária ortodôntica, confirmam resultados anteriormente relatados por Park,³³ que mostraram maior movimentação dentária nas ratas ovariectomizadas sem reposição estrogênica quando comparada àquelas ciclando normalmente. Estes resultados estão de acordo com Yamashiro & Takano-Yamamoto,⁶⁰ os quais constataram que a

deficiência estrogênica provoca aceleração na movimentação dentária em decorrência da maior ativação do metabolismo ósseo alveolar. Nas duas ocasiões avaliadas neste trabalho, ou seja, movimentação dentária antes e após remoção do aparelho ortodôntico, foi possível observar maior magnitude de movimentação nas ratas ovariectomizadas. Estes resultados permitem inferir que essa resposta está relacionada à falta de estrógeno, uma vez que a reposição hormonal reverteu o efeito da ovariectomia e induziu movimentação dentária similar à constatada nas ratas ciclando regularmente. Os resultados encontrados neste trabalho estão de acordo com os observados por Yamashiro et al.,⁵⁹ que evidenciaram diminuição na magnitude da movimentação dentária ortodôntica para níveis semelhantes aos observados nas ratas controle em relação àquelas com 14 dias de ovariectomia e submetidas à injeção local de estradiol. Estes dados sugerem que a reposição estrogênica pode ter estimulado a formação óssea pelo aumento de osteoblastos e tecido osteóide, restaurando dessa forma a perda óssea produzida pela ovariectomia, conforme foi observado por Takano-Yamamoto & Rodan.⁴⁶

A afirmação de que maior movimentação dentária ocorreu devido à falta de estrógeno está de acordo com Wronski et al.,⁵⁸ que afirmaram que a ausência de estrógenos provoca desequilíbrio na remodelação óssea, prevalecendo nesses casos a reabsorção sobre a formação óssea. Essa movimentação dentária, de acordo com Peng et al.,³⁵ estaria favorecida também pela maior perda de osso trabecular em

relação ao osso cortical nas ratas ovariectomizadas. Provavelmente, a reposição estrogênica promoveu inibição da reabsorção óssea, o que está de acordo com Kameda et al.,²² à semelhança do que foi observado por Takano – Yamamoto & Rodan.⁴⁶

A magnitude da movimentação dentária após remoção do aparelho ortodôntico no presente trabalho seguiu a mesma tendência observada na movimentação ortodôntica, isto é, a maior magnitude ocorreu no grupo de ratas ovariectomizadas sem reposição hormonal. Os dentes dos animais do grupo C submetidos à movimentação ortodôntica recidivaram 34,1%, enquanto no grupo OVX esse índice foi de 85,8% e no OVXE₂ foi de 43,4%. Embora diversos fatores locais e sistêmicos possam interferir na ocorrência de recidiva, no presente trabalho, os resultados sugerem que a ausência de estrógenos influenciou a ocorrência de recidiva dentária, uma vez que a reposição hormonal reverteu de forma significativa a sua magnitude. Provavelmente, a estrutura óssea alveolar parece ter favorecido também a movimentação dentária pós-tratamento. Os resultados observados neste trabalho estão de acordo com o relato de King et al.,²⁴ que afirmaram que a movimentação dentária, bem como a remodelação óssea continuam por vários dias após a remoção do aparelho ortodôntico. De acordo com estes autores, os dentes tendem a retornar à posição original em um prazo de 14 dias após a remoção do aparelho. Esta afirmação difere do relato de Reitan,³⁸ cujo trabalho mostra

que os molares de ratos movimentados ortodonticamente retornam à posição original dentro de 8 dias.

A análise histomorfométrica evidenciou que as áreas de tecido ósseo avaliadas, tanto no lado de tensão como no de pressão no grupo OVX mostraram evidência estatística de menor quantidade de tecido mineralizado. Esta observação concorda com as afirmações anteriores de que nas ratas ovariectomizadas ocorre uma alteração na remodelação óssea com predomínio da reabsorção, que resulta em menor quantidade de tecido mineralizado.^{35, 58} De acordo com Dempster & Lindsay¹⁰ esse aumento da remodelação óssea na ausência de estrógeno está associado à excessiva atividade osteoclástica. Os resultados aqui relatados sugerem que a ausência de estrógeno provoca aumento da perda óssea alveolar em rata, conforme afirma Gilles et al.¹⁴

A análise do tecido ósseo no grupo OVXE₂ mostra maior área de tecido ósseo mineralizado em comparação com a observada no grupo OVX, sugerindo que a reposição hormonal influenciou a remodelação óssea promovendo menor grau de reabsorção óssea, o que está de acordo com Ousler et al.,³² revertendo a ação da ovariectomia.

Os resultados observados no presente trabalho apresentam grande importância clínica, pois de acordo com Peng et al.,³⁵ há muita semelhança entre a perda óssea induzida pela ovariectomia em ratas e em mulheres na menopausa ou submetidas à remoção dos ovários. Além disso, permitem estabelecer estratégias para o tratamento ortodôntico em

mulheres com distúrbios hormonais envolvendo estrógenos. A fim de realizar um tratamento ortodôntico efetivo, torna-se necessário ser considerada no diagnóstico bem como no planejamento ortodôntico em pacientes com distúrbios hormonais relacionados ao estrógenos, a obtenção da informações acerca do estado geral de saúde desses pacientes.

7. CONCLUSÃO

Baseado nos resultados observados foi possível concluir que:

1. A ausência de estrógenos influenciou a movimentação dentária ocorrida após a remoção do aparelho ortodôntico, favorecendo desta forma, a ocorrência de maior magnitude de movimentação. A reposição hormonal com 17β – estradiol reverteu este efeito.
2. A ausência de estrógenos influenciou a estrutura óssea alveolar favorecendo maior reabsorção nas superfícies ósseas analisadas, sendo este efeito revertido pela reposição do 17β – estradiol.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. ANSELMO-FRANCI, J. A. **O locus coeruleus no controle da reprodução e das respostas ao estresse**. Ribeirão Preto: Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto / USP, 1998. 153p. (Tese, Livre Docência).
02. BARON, R., TROSS, R., VIGNERY, A. Evidence of sequential remodeling in rat trabecular bone: Morphology, dynamic histomorphometry, and changes during skeletal maturation. **Anat Rec**, New York, v.208, p.137-145, 1984.
03. BAUMRIND, S. A reconsideration of the propriety of the "pressure - tension" hypothesis. **Am J Orthod**, Saint Louis, v.55, p.12-22, 1969.
04. BORD, S., HORNER, A., BEAVAN, S., COMPSTON, J. Estrogen receptors α and β are differentially expressed in developing human bone. **J Clin Endocrinol Metab**, Baltimore, v.86, p.2309-2314, 2001.
05. BRIDGES, T., KING, G., MOHAMMED, A. The effect of age on tooth movement and mineral density in the alveolar tissues of the rat. **Am J Orthod Dentofac Orthop**, Saint Louis, v.93, p.245-250, 1988.
06. BURSTONE, C. J. Perspectivas da estabilidade ortodôntica. In: NANDA, R., BURSTONE, C. J. **Contenção e estabilidade em orthodontia**. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana S.A., 1995. p.36-48.

07. BUTCHER, R. L., COLLINS, W. E., FUGO, N. W. Plasma concentration of LH, FSH, prolactin, progesterone and estradiol-17 β throughout the 4-day estrous cycle of the rat. **Endocrinology**, Baltimore, v.94, p.1704-1708, 1974.
08. CHAMBERS, T. J., MCSHEEHY, P. M. J., THOMSON, B. M., FULLER, K. The effect of calcium – regulating hormones and prostaglandins on bone resorption by osteoclasts disaggregated from neonatal rabbits bones. **Endocrinology**, Baltimore, v.60, p.234-239, 1985.
09. DAVIDOVITCH, Z. Tooth movement. **Critical Reviews in Oral Biology and Medicine**, Boca Raton, v.2, p.411-450, 1991.
10. DEMPSTER, D. W., LINDSAY, R. Pathogenesis of osteoporosis. **The Lancet**, London, v.341, p.797-801, 1993.
11. DIXON, J. D., MASSEY, F. J. **Introduction to statistical analysis**. Tokio: Ed. McGraw-Hill, 1969. p.161.
12. FREEMMAN, M. E. The ovarian cycle of the rat. In: NEILL *et al.* **The Physiology of Reproduction**. New York: Ed. E. Knobil and J. Raven Press, 1994. v.45, p.613-657.
13. FUKAYAMA, S., TASHJIAN JR., A. H. Direct modulation by estradiol of the response of human bone cells (SaOS-2) to human parathyroid hormone (PTH) and PTH-related protein. **Endocrinology**, Baltimore, v.124, p.397-401, 1989.

14. GILLES, J. A., CARNES, D. L., DALLAS, M. R., HOLT, S. C., BONEWALD, L. F. Oral bone loss is increased in ovariectomized rats. **J Endod**, Chicago, v.23, p.419-422, 1997.
15. HARDT, A. B. Inhibition of alveolar bone loss during maturation of the rat. **Gerodontology**, Oxford, v.5, p.177-181, 1986.
16. HARUYAMA, N., IGARASHI, K., SAEKI, S., OTSUKA-Isoya, M., SHINODA, H., MITANI, H. Estrous-cycle-dependent variation in orthodontic tooth movement. **J Dent Res**, Washington, v.81, p.406-410, 2002.
17. HEAPE, W. The "sexual season" of mammals and relation of the "proestrus" to menstruation. **Q J Microsc Sci**, London, v.44, p.1-70, 1922.
18. HELLER, I. J., NANDA, R. Effect of metabolic alteration of periodontal fibers on orthodontic tooth movement. **Am J Orthod**, Saint Louis, v.75, p.239-258, 1979.
19. JILKA, R. L. Cytokines, bone remodeling, and estrogen deficiency: A 1998 update. **Bone**, New York, v.23, p.75-81, 1998.
20. JILKA, R. L., HANGOC, G. GIRASOLE, G. P., PASSERI, G., WILLIAMS, D. C., ABRAMS, J. S., BOYCE, B., BROXMEYER, H., MANOLAGAS, S. C. Increased osteoclast development after estrogen loss: mediation by interleukin-6. **Science**, Washington, v.257, p.88-91, 1992.
21. KAHL-NIEKE, B. Retention and stability considerations for adults patients. **Dent Clin North Am**, Philadelphia, v.40, p.961-994, 1996.

22. KAMEDA, T., MANO, H., YUASA, T., MORI, Y., MIYAZAWA, K., SHIOKAWA, M., NAKAMARU, Y., HIROI, E., HIURA, K., KAMEDA, A., YANG, N. N., HAKEDA, Y., KUMEGAWA, M. Estrogen inhibits bone resorption by directly inducing apoptosis of the bone-resorbing osteoclasts. **J Exp Med**, New York, v.186, p.489-495, 1997.
23. KING, G. J., FISCHLSCHWEIGER, W. The effect of force magnitude on extractable bone resorptive activity and cemental cratering in orthodontic tooth movement. **J Dent Res**, Washington, v.61, p.775-779, 1982.
24. KING, G. J., LATTA, L., RUTENBERG, A., OSSII, A., KEELING, S. D. Alveolar bone turnover and tooth movement in male rats after removal of orthodontic appliances. **Am J Orthod Dentofac Orthop**, Saint Louis, v.111, p. 266-275, 1997.
25. KING, G. J., THIEMS, S. Chemical mediation of bone resorption induced by tooth movement in the rat. **Archs Oral Biol**, Elmsford, v.24, p.811-815, 1979.
26. LANE, N. E., THOMPSON, J. M., HAUPT, D., KIMMEL, D. B., MODIN, G., KINNEY, J. Acute changes in trabecular bone connectivity and osteoclast activity in the ovariectomized rat in vivo. **J Bone Miner Res**, New York, v.13, p.229-237, 1998.
27. LINDSAY, R., COSMAN, F., SHEN, V., NIEVES, J. Long-term estrogen therapy is associated with some loss of bone mass, not easily predicted by biochemical markers "**Proceedings of the international conference on calcium regulating hormones**", 1995.

28. LONG, J. A., EVANS, H. M. The oestrus cycle in the rat and its related-phenomna. **Mem Univer Calif**, v.6, p.1-148, 1922.
29. MAJESKA, R. J., RYABY, J. T., EINHORN, T. A. Direct modulation of osteoblastic activity with estrogen. **J Bone Joint Surg**, Boston, v.76-A, p.713-721, 1994.
30. MANOLAGAS, S. C., KOUSTENI, S., JILKA, R. L. Sex steroids and bone. **Recent Prog Horm Res**, New York, v.57, p.385-409, 2002.
31. MARQUES, K. P. **Avaliação microscópica das estruturas periodontais e morfologia óssea alveolar em ratas ovariectomizadas**. Bauru: Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, 1998. (Dissertação, Mestrado)
32. OUSLER, M. J., OSDOBY, P., PYFFEROEN, J., RIGGS, B. L., SPELSBERG, T. C. Avian osteoclasts as estrogen target cells. **Proc Nat Acad Sci**, Dublin, v.88, p.6613-6617, 1991.
33. PARK, D. M. **Influência do estrógeno (17 β -estradiol) na movimentação dentária induzida ortodonticamente em ratas**. Alfenas: Escola de Farmácia e Odontologia de Alfenas, 2000. 114p. (Monografia, Especialização).
34. PAYNE, J. B., ZACHS, N. R., REINHARDT, R. A., NUMMIKOSKI, P. V., PATIL, K. The association between estrogen status and alveolar bone density changes in postmenopausal women with a history of periodontitis. **J Periodontol**, Chicago, v.68, p.24-31, 1997.

35. PENG, Z. Q., VÄÄNÄNEN, H. K., ZHANG, H. X., TUUKKANEN, J. Long-term effects of ovariectomy on the mechanical properties and chemical composition of rat bone. **Bone**, New York, v.20, p.207-212, 1997.
36. PEREIRA, A. A. C. **Influência da ovariectomia na movimentação dentária induzida: avaliação microscópica**. Bauru: Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, 2000. 127p. (Tese, Doutorado)
37. RAINBOW, T. C., DAVIS, P. G., MCEWEN, B. S. Anisomycin inhibits the activation of sexual behavior by estradiol and progesterone. **Brain Res**, Amsterdam, v.194, p.548-555, 1980.
38. REITAN, K. Tissue behavior during orthodontic tooth movement. **Am J Orthod**, Sant Louis, v.46, p.881-900, 1960.
39. REITAN, K., RYGH, P. Princípios e reações biomecânicas. In: GRABER, T. M., VANARSDALL JR., R. L., **Ortodontia – Princípios e técnicas atuais**. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan S.A. 1996. p.88-174.
40. REITAN, K., KVAM, E. Comparative behavior of human and animal tissue during experimental tooth movement. **Angle Orthod**, Appletom, v.41, p.1-13, 1971.
41. REN, Y., MALTHA, J. C., VAN'T HOF, M. A., KUIJPERS-JAGTMAN, A. M. Age effect on orthodontic tooth movement in rats. **J Dent Res**, Washington, v.82, p.38-42, 2003.

42. ROBERTS, W.E., GOODWIN JR., W.C., HEINER, S.R. Cellular response to orthodontic force. **Dent Clin North Am**, Philadelphia, v.25, p.3-17, 1981.
43. ROBERTS, W. E., GARETTO, L. P., KATONA, T. R. Principles of orthodontic biomechanics: metabolic and mechanical control mechanisms. In: CARLSON, D. S., GOLDSTEIN, S. A., **Bone Biodynamics in Orthodontic and Orthopedic Treatment**. Ann Arbor: Center of Human Growth and Development, 1992. p.189-255.
44. ROBINSON, J. A., SHNEIDER, B. J. Histological evaluation of the effect of transseptal fibre resection on the rate of physiological migration of rat molar teeth. **Arch Oral Biol**, Elmsford, v.37, p.371-375, 1992.
45. SMITH, M. S., FREEMAN, M. E., NEILL, J. D. The control of progesterone secretion during the estrous cycle and early pseudopregnancy in the rat: prolactin, gonadotropin and steroid levels associated with rescue of the corpus luteum of pseudopregnancy. **Endocrinology**, Baltimore, v.96, p.219-226, 1975.
46. TAKANO-YAMAMOTO, T., RODAN, G. A. Direct effects of 17β - estradiol on trabecular bone in ovariectomized rats. **Proc Natl Acad Sci**, Dublin, v.87, p.2172-2176, 1990.
47. TANAKA, M., EJIRI, S., TOYOOKA, E., KOHNO, S., OZAWA, H. Effects of ovariectomy on trabecular structures of rat alveolar bone. **J Periodontal Res**, Chicago, v.37, p.161-165, 2002.

48. TOBIAS, J. H., CHAMBERS, T. J. Bidirectional response of rat osteoclasts to 17β -estradiol. (Abstract n.97) 180TH Meeting of the Society for Endocrinology. **J Endocrinol**, Bristol, v.123, 1989.
49. TOBIAS, J. H., CHOW, J., COLSTON, K. W., CHAMBERS, T. J. High concentrations of 17β -estradiol stimulate trabecular bone formation in adult female rats. **Endocrinology**, Baltimore, v.128, p.408-412, 1991.
50. TOBIAS, J. H., COMPSTON, J. E. Does estrogen stimulate osteoblast function in postmenopausal women? **Bone**, New York, v.24, p.121-124, 1999.
51. TRAN VAN, P. T., VIGNERY, A., BARON, R. Cellular kinetics of bone remodeling sequence in rat. **Anat Rec**, New York, v.202, p.445-451, 1982.
52. TSAY, T. P., CHEN, M-H., OYEN, O. J. Osteoclast activation and recruitment after application of orthodontic force. **Am J Orthod Dentofac Orthop**, Saint Louis, v.115, p.323-330, 1999.
53. VERNA C., MELSEN, B. Tissue reaction to orthodontic tooth movement in different bone turnover conditions, **Orthod Craniofac Res**, Oxford, v.6, p.155-163, 2003.
54. VERNA, C., DALSTRA, M., MELSEN, B. The rate and the type of tooth movement is influenced by bone turnover in a rat model. **Eur J Orthod**, Oxford, v.22, p.343-352, 2000.
55. VERNA, C., ZAFFE, D., SICILIANI, G. Histomorphometric study of bone reactions during orthodontic tooth movement in rats, **Bone**, New York, v.24, p.371-379, 1999.

56. VIGNERY, A., BARON, R. Dynamic histomorphometry of alveolar bone remodeling in the adult rat. **Anat Rec**, New York, v.196, p.191-200, 1980.

57. WALDO, C. M., ROTHBLATT, J. M. Histologic response to tooth movement in the laboratory rat. **J Dent Res**, Washington, v.33, p.481-486, 1954.

58. WRONSKI, T. J., CINTRÓN, M., DOHERTY, A. L., DANN, L. M. Estrogen treatment prevents osteopenia and depresses bone turnover in ovariectomized rats. **Endocrinology**, Baltimore, v.123, p.681-686, 1988.

59. YAMASHIRO, T., SAKUDA, M., TAKANO-YAMAMOTO, T. Experimental tooth movement in ovariectomized rats. **J Dent Res (IADR Abstracts)**, Washington, v.73, p.148, 1994.

60. YAMASHIRO, T., TAKANO-YAMAMOTO, T. Influences of ovariectomy on experimental tooth movement in the rat. **J Dent Res**, Washington, v.80, p.1858-1861, 2001.

61. YOSHIDA, Y., SASAKI, T., YOKOYA, K., TAKATOSHI, H., SHIBASAKI, Y. Cellular roles in relapse processes of experimentally moved rat molars. **J Electron Microsc**, Tokyo, v.48, p.147-157, 1999.

62. ZITTERMANN, A., SCHWARZ, I., SCHELD, K., SUDHOP, T., BERTHOLD, H. K., VON BERGMANN, K., VAN DER VEN, H., STEHLE, P. Physiologic fluctuations of serum estradiol levels influence biochemical markers of bone resorption in young women. **J Clin Endocrinol Metab**, Baltimore, v.85, p.95-101, 2000.

Dados referentes ao peso das ratas dos diferentes grupos, em gramas, no início do experimento.

Nº rata	Grupo	Peso em T1
48	C	298
50	C	267
51	C	301
54	C	308
56	C	243
57	C	305
59	C	262
62	C	239
66	C	305
67	C	229
1	OVX	360
3	OVX	350
4	OVX	268
5	OVX	297
6	OVX	294
8	OVX	336
10	OVX	266
12	OVX	315
13	OVX	327
15	OVX	284
16	OVX	264
23	OVXE ₂	273
25	OVXE ₂	292
27	OVXE ₂	308
28	OVXE ₂	294
34	OVXE ₂	282
38	OVXE ₂	279
39	OVXE ₂	286
40	OVXE ₂	283
41	OVXE ₂	265
42	OVXE ₂	316
45	OVXE ₂	294
101	OVXE ₂	251
102	OVXE ₂	316
103	OVXE ₂	258
104	OVXE ₂	264

Dados referentes às dosagens de estradiol, em pg/mL, nas ratas do grupo OVXE₂, nos dois tempos estudados.

n° rata	T1	T4
23	39,48	48,32
25	106,84	74,4
45	36,55	45,72
34	59,7	55,38
40	39,48	36,08
39	29,28	71,06
42	36,78	33,68
23	79,38	46,52
28	55,79	50,78
27	88,47	50,78
38	37,61	45,71
104	67,12	68,07

Dados referentes à medida linear, em mm, da distância entre incisivo e molar por animal, nos hemiarcos com e sem movimentação dos grupos estudados.

Nº rata	Grupo	Subgrupo	T1	T2	T3	T4
48	C	1	13,2	12,3	12,4	12,5
48	C	2	13,2	13,1	13,2	13,2
50	C	1	12,2	12	12,1	12,1
50	C	2	12,2	12,2	12,2	12,3
51	C	1	12,9	12	12,1	12,3
51	C	2	12,9	12,9	12,9	13
54	C	1	13	12	12,1	12,4
54	C	2	13	13	13	13
56	C	1	12,1	11,1	11,2	11,4
56	C	2	12,1	12,1	12,1	12,1
57	C	1	13,1	12,3	12,4	12,6
57	C	2	13,1	13	13	13
59	C	1	12,6	11,4	11,4	11,7
59	C	2	12,7	12,7	12,7	12,8
62	C	1	12,3	11,5	11,5	11,7
62	C	2	12,4	12,4	12,4	12,5
66	C	1	12,6	11,7	11,8	12,1
66	C	2	12,7	12,7	12,9	12,9
67	C	1	12,6	11,5	11,7	12
67	C	2	12,6	12,6	12,6	12,6
1	OVX	1	14,7	12,1	13,6	14,2
1	OVX	2	14,6	14,6	14,6	14,7
3	OVX	1	14,7	12,7	13,8	14,6
3	OVX	2	14,5	14,5	14,4	14,5
4	OVX	1	13,8	12,4	13,5	13,6
4	OVX	2	13,9	13,9	14	14
5	OVX	1	14,2	11,8	13,6	13,8
5	OVX	2	14,1	14,1	14,1	14,1
6	OVX	1	14,4	13	13,6	14
6	OVX	2	14	14	14	14
8	OVX	1	13,7	12,3	13,5	13,5
8	OVX	2	13,6	13,6	13,7	13,7
10	OVX	1	14,7	12,4	13,8	14
10	OVX	2	14,7	14,7	14,6	14,7
12	OVX	1	13,7	10,7	12,8	13,1
12	OVX	2	13,8	13,8	13,8	13,8
13	OVX	1	13,5	11,9	13	13,4

13	OVX	2	13,5	13,5	13,5	13,6
15	OVX	1	13,6	11,3	13,6	13,6
15	OVX	2	13,3	13,3	13,3	13,4
16	OVX	1	12,5	10,5	11,4	12,5
16	OVX	2	12,6	12,6	12,6	12,5
23	OVXE2	1	12,4	11,4	11,7	11,9
23	OVXE2	2	12,5	12,5	12,5	12,5
25	OVXE2	1	12,5	12	12,1	12,1
25	OVXE2	2	12,3	12,3	12,3	12,4
27	OVXE2	1	12,8	11,6	11,8	12
27	OVXE2	2	12,8	12,7	12,8	12,8
28	OVXE2	1	12,5	11,5	11,7	12,1
28	OVXE2	2	12,5	12,5	12,6	12,6
34	OVXE2	1	13	11,5	11,7	11,7
34	OVXE2	2	13	13	13	13,1
38	OVXE2	1	11,8	10,8	11,4	11,6
38	OVXE2	2	11,7	11,7	11,7	11,7
39	OVXE2	1	12,8	11,7	11,8	12
39	OVXE2	2	12,8	12,8	12,8	12,8
40	OVXE2	1	13	11,5	11,7	11,7
40	OVXE2	2	13	13	13,1	13,1
41	OVXE2	1	12,1	11,4	11,5	11,5
41	OVXE2	2	12,2	12,2	12,2	12,2
42	OVXE2	1	12,5	11	11,8	11,9
42	OVXE2	2	12,7	12,7	12,7	12,7
45	OVXE2	1	12,5	11,1	11,4	11,9
45	OVXE2	2	12,8	12,8	12,8	12,8
101	OVXE2	1	12,1	11	11,1	11,3
101	OVXE2	2	12	12	12	12,1
102	OVXE2	1	12,5	11,2	11,5	12
102	OVXE2	2	12,4	12,4	12,5	12,5
103	OVXE2	1	11,8	10,6	11	11,4
103	OVXE2	2	11,8	11,7	11,8	11,9
104	OVXE2	1	12,4	11,5	12	12
104	OVXE2	2	12,4	12,4	12,4	12,4

Dados referentes à magnitude de movimentação dentária no hemiarco com movimentação ortodôntica (subgrupo 1) por animal nos tempos estudados.

Nº rata	Grupo	T2 – T1	T3- T2	T4 – t2I
48	C/1	0,9	0,1	0,2
50	C/1	0,2	0,1	0,1
51	C/1	0,9	0,1	0,3
54	C/1	1	0,1	0,4
56	C/1	1	0,1	0,3
57	C/1	0,8	0,1	0,3
59	C/1	1,2	0	0,3
62	C/1	0,8	0	0,2
66	C/1	0,9	0,1	0,4
67	C/1	1,1	0,2	0,5
1	OVX/1	2,6	1,5	2,1
3	OVX/1	2	1,1	1,9
4	OVX/1	1,4	1,1	1,2
5	OVX/1	2,4	1,8	2
6	OVX/1	1,4	0,6	1
8	OVX/1	1,4	1,2	1,2
10	OVX/1	2,3	1,4	1,6
12	OVX/1	3	2,1	2,4
13	OVX/1	1,6	1,1	1,5
15	OVX/1	2,3	2,3	2,3
16	OVX/1	2	0,9	2
23	OVXE ₂ /1	1	0,3	0,5
25	OVXE ₂ /1	0,5	0,1	0,1
27	OVXE ₂ /1	1,2	0,2	0,4
28	OVXE ₂ /1	1	0,2	0,6
34	OVXE ₂ /1	1,5	0,2	0,2
38	OVXE ₂ /1	1	0,6	0,8
39	OVXE ₂ /1	1,1	0,1	0,3
40	OVXE ₂ /1	1,5	0,2	0,2
41	OVXE ₂ /1	0,7	0,1	0,1
42	OVXE ₂ /1	1,5	0,8	0,9
45	OVXE ₂ /1	1,4	0,3	0,8
101	OVXE ₂ /1	1,1	0,1	0,3
102	OVXE ₂ /1	1,3	0,3	0,8
103	OVXE ₂ /1	1,2	0,4	0,8
104	OVXE ₂ /1	0,9	0,5	0,5

Dados referentes às medidas de área de tecido mineralizado, em mm², obtidos de cada animal.

Nº rata	Grupo	Tensão	Pressão
50	C/1	0,086	0,08
48	C/1	0,086	0,08
51	C/1	0,086	0,09
54	C/1	0,09	0,083
56	C/1	0,083	0,09
57	C/1	0,086	0,086
59	C/1	0,09	0,083
62	C/1	0,086	0,083
66	C/1	0,083	0,08
67	C/1	0,083	0,08
54	C/2	0,086	0,09
56	C/2	0,086	0,09
57	C/2	0,086	0,083
59	C/2	0,096	0,08
62	C/2	0,09	0,083
66	C/2	0,09	0,086
67	C/2	0,093	0,086
56	C/2	0,086	0,09
50	C/2	0,09	0,093
1	OVX/1	0,07	0,073
3	OVX/1	0,076	0,063
4	OVX/1	0,063	0,07
5	OVX/1	0,073	0,076
6	OVX/1	0,066	0,063
8	OVX/1	0,073	0,07
12	OVX/1	0,076	0,073
13	OVX/1	0,06	0,07
15	OVX/1	0,06	0,055
1	OVX/2	0,076	0,076
3	OVX/2	0,076	0,073
4	OVX/2	0,073	0,07
12	OVX/2	0,07	0,073
13	OVX/2	0,076	0,073
16	OVX/2	0,073	0,073
6	OVX/2	0,07	0,07
8	OVX/2	0,076	0,073
23	OVXE ₂ /1	0,083	0,08

28	OVXE ₂ /1	0,08	0,076
34	OVXE ₂ /1	0,086	0,086
38	OVXE ₂ /1	0,086	0,086
40	OVXE ₂ /1	0,076	0,073
41	OVXE ₂ /1	0,076	0,073
45	OVXE ₂ /1	0,08	0,076
42	OVXE ₂ /1	0,08	0,076
23	OVXE ₂ /2	0,093	0,086
22	OVXE ₂ /2	0,08	0,08
27	OVXE ₂ /2	0,08	0,09
38	OVXE ₂ /2	0,09	0,086
39	OVXE ₂ /2	0,086	0,08
24	OVXE ₂ /2	0,076	0,08
42	OVXE ₂ /2	0,083	0,083
45	OVXE ₂ /2	0,086	0,086
34	OVXE ₂ /2	0,09	0,086

PARK, D. M. *Influência do estrógeno (17β – estradiol) no osso alveolar e na movimentação dentária em ratas, após remoção do aparelho ortodôntico*. Araraquara, 2004. 131p. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista.

A reabsorção óssea é um fator limitante que determina o grau de movimentação dentária induzida ortodonticamente. Vários hormônios, dentre os quais os estrógenos desempenham importante papel no equilíbrio entre formação e reabsorção óssea. Embora alguns trabalhos demonstrem relação direta entre os estrógenos e a movimentação ortodôntica, a influência destes hormônios na movimentação dentária após remoção do aparelho ortodôntico e na estrutura óssea alveolar durante esta fase ainda não foi esclarecida. Sendo a manutenção da estabilidade dental pós-tratamento ortodôntico essencial para o êxito do tratamento, o conhecimento e o controle dos fatores que interferem nesta estabilidade tornam-se imprescindível à Ortodontia. Assim, este trabalho teve por objetivo avaliar a influência do estrógeno (17β -estradiol) no osso alveolar e na movimentação dentária após remoção do aparelho ortodôntico em ratas ciclando normalmente (grupo C), ovariectomizadas (grupo OVX) e ovariectomizadas com terapia de reposição estrogênica (grupo OVXE₂), submetidas à movimentação ortodôntica por 14 dias. Um aparelho ortodôntico foi instalado no incisivo e primeiro molar superior esquerdo. O hemiarco direito serviu como controle, não recebendo qualquer tipo de aparelho ortodôntico.

A análise histomorfométrica do osso alveolar mostrou que as ratas ovariectomizadas apresentaram maior reabsorção óssea. Estas ratas apresentaram também maior magnitude de movimentação dentária em relação às ratas ciclando ou aquelas ovariectomizadas com reposição hormonal. Avaliados conjuntamente, estes resultados sugerem que, para realizar um tratamento ortodôntico efetivo é necessário ser considerada, no diagnóstico bem como no planejamento do tratamento ortodôntico em pacientes com distúrbios hormonais relacionados aos estrógenos a obtenção de informações acerca do estado geral de saúde desse pacientes.

Palavras-chave: estrógenos, movimentação dentária, ratas.

PARK, D. M. *Influence of estrogen (17β – estradiol) on alveolar bone and dental movement in rats following removal of orthodontic appliance*. Araraquara, 2004. 131p. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista.

Bone resorption is a limiting factor that determines the degree of orthodontically induced dental movement. Several hormones, including estrogens, play a key role in both bone formation and bone resorption processes. Even though many studies have shown a direct relationship between estrogens and orthodontically induced dental movement, their effect on dental movement after removing orthodontic appliance and on alveolar bone morphology during this phase remains to be clarified. Being the maintenance of dental stability following orthodontic treatment an important key for a successful treatment, the knowledge and control of factors that could affect this stability are essential for Orthodontics. Then, the aim of this study was to evaluate the influence of estrogen (17β - estradiol) on alveolar bone morphology and on dental movement following removal of orthodontic appliance in normally cycling rats, ovariectomized rats and ovariectomized rats with estrogen reposition therapy. The orthodontic appliance was installed in the left maxillary incisive and first maxillary molar, where remained for 14 days. The untreated right side was used as control. Histological analysis of alveolar bone revealed that ovariectomized rats presented more bone resorption than the others two groups. Also, ovariectomized rats presented larger

dental movement than that observed in normally cycling rats while estrogen reposition therapy in ovariectomized rats was capable of reversing that effect. Taken together, these results strongly suggest that in order to have a more effective orthodontic treatment, getting more information about the general healthy state of patients, mainly concerned with estrogen disturbs, is necessary during both the diagnostic and planning orthodontic treatment.

Key words: estrogen, dental movement, rats