

**BIBLIOTECA DIGITAL DE TESES E DISSERTAÇÕES  
UNESP**

**RESSALVA**

Alertamos para ausência de figuras  
não incluídas pelo autor no arquivo original.

**Cássio Rodrigo Panitz Selaimen**

**"Avaliação Histopatológica Comparativa do  
Periodonto de Sustentação de Ratos Jovens com  
Hipocacemia e Hipovitaminose D Experimentais,  
Frente ao Movimento Dentário"**

**Cássio Rodrigo Panitz Selaimen**

**"Avaliação Histopatológica Comparativa do  
Periodonto de Sustentação de Ratos Jovens com  
Hipocacemia e Hipovitaminose D Experimentais,  
Frente ao Movimento Dentário"**

**Tese apresentada à Faculdade de  
Odontologia de Araraquara, da Uni-  
versidade Estadual Paulista "Júlio  
de Mesquita Filho", para a obtenção  
do título de Doutor em Odontologia  
(Área de concentração: Ortodontia).**

**Orientador: Prof. Dr. Carlos Benatti Neto**

**Araraquara  
2001**

Selaimen, Cássio Rodrigo Panitz

"Avaliação Histopatológica Comparativa do Periodonto de Sustentação de Ratos Jovens com Hipocalcemia e Hipovitaminose D Experimentais, Frente ao Movimento Dentário ".

Cássio Rodrigo Panitz Selaimen. Araraquara, 2001.

147 f.;

Tese-Doutorado-Faculdade de Odontologia-Universidade Estadual Paulista.

1. Ortodontia
2. Movimentação Dentária
3. Nutrição.
4. Cálcio
5. Vitamina D.

DADOS CURRICULARES  
Cássio Rodrigo Panitz Selaimen

Nascimento: 15. 1. 1969- Porto Alegre/RS

Filiação: Osmar Selaimen  
Mari Panitz Selaimen

1987/1991 Curso de Graduação  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)  
Porto Alegre

1992 Curso de Ortodontia Preventiva-UFRGS/POA

1993 Estágio no Departamento de Clínica Infantil,  
Faculdade de Odontologia de Araraquara  
Universidade Estadual Paulista (UNESP).

1994/1996 Curso de Pós-Graduação em Ortodontia, nível de  
Mestrado, na Faculdade de Odontologia de  
Araraquara-UNESP

1998/2001 Curso de Pós-Graduação em Ortodontia, nível de  
Doutorado, na Faculdade de Odontologia de  
Araraquara-UNESP

A felicidade do dia-a-dia me estimula e torna mais fácil as tarefas que devo desempenhar. Divido aqui todas as glórias desse trabalho com a minha esposa **Danda** e meu filho **Rodrigo**.

Se, neste trabalho, existir algum mérito, deve-se ao esforço e ao apoio obstinado de meus pais, **Osmar e Mari**. Dedico a eles esta obra.

## AGRADECIMENTOS

A Deus que me dá forças, saúde física e mental, que me permite levantar todos os dias, viver com dignidade ao redor daqueles que amo, que me dá consciência e humildade para esses agradecimentos.

Em especial:

À família “**Martins**”, **Lídia, Isabela e Renato**, pelas relações de carinho e amor durante todos esses anos, por lapidar minha educação e forjar minha conduta familiar através de seu exemplo.

Em memória do meu amigo, **Prof. Dr. Joel Claudio da Rosa Martins**, pela acolhida em Araraquara, por acreditar na minha capacidade, pela formação da minha *Crítica Ortodôntica*, pela orientação acadêmica e pessoal, pela divisão do tempo e do espaço físico, pelos momentos em família, pelo exemplo profissional e de garra pela vida, pela alegria de me ver vencer. Sempre existirá, em qualquer dimensão, a minha gratidão, reconhecimento e admiração. Seus ensinamentos vivem em mim e serão divididos, continuamente, com aqueles que me rodeiam. Seu convívio me tornou mais digno e forte. Sou grato a Deus por essa aproximação do acaso.

Gostaria de registrar aqui o nome de todos os que me ajudaram e torceram por mim, entretanto desculpem-me pelas eventuais omissões.

À minha família, **Omar, Larissa, Victória, Maria Carolina e Caio**, pelo apoio e retaguarda.

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

Ao **Prof. Dr. Carlos Benatti Neto**, orientador desse trabalho, por sua amizade, orientação e colaboração, pelas sugestões, crítica construtiva e auxílio, por sua conduta tranqüila e segura na realização desse trabalho, por sua paciência em entender minhas limitações.

À **Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Thais Borges César**, pela orientação na obtenção do modelo experimental, pela paciência e incentivo.

Aos **funcionários do laboratório de Nutrição do Campus de Araraquara**, pela disponibilidade e auxílio.

Ao **Prof. Dr. Luiz G. Gandini**, por sua amizade e companherismo, pelos ensinamentos, sinceridade e dedicação, pelos momentos alegres que vivemos mundo à fora. A acolhida de sua família foi muito importante em Araraquara. Muito obrigado.

Ao **Prof. Dr. Dirceu Barnabé Raveli**, pelo entusiasmo e auxílio na metodologia desse trabalho, pela convivência, amizade e dedicação durante todos esses anos em Araraquara.

Ao **Prof. Dr. Ary dos Santos Pinto**, por sua paciência e colaboração, por sua disposição e dedicação prestada a essa turma de Doutorado e também por sua coordenação precisa, amiga e coerente.

Ao **Prof. Dr. Tatsuko Sakima**, pelo seu dinamismo e dedicação ao curso de pós-graduação dessa Faculdade, por seus conselhos e preocupação com os alunos desse curso.

Ao **Prof. Dr. Maurício Sakima**, por sua colaboração e dedicação durante os anos de curso, por sua amizade, humildade e simplicidade.

Ao **Prof. Dr. Raphael Carlos Comelli Lia**, por entender as minhas limitações, pela orientação, paciência e auxílio na análise das lâminas histológicas.

Ao **Prof. Ary Dias Mendes**, pela valiosa contribuição na análise estatística desse trabalho.

Ao **Prof. Dr. Sady Selaimen da Costa**, do Departamento de Otorrinolaringologia e Oftalmologia, da Faculdade de Medicina (UFRGS), por seu exemplo, colaboração e incentivo.

Ao **Prof. Dr. Fernando Borba de Araújo**, professor da Faculdade de Odontologia de Porto Alegre (UFRGS), por sua amizade e incentivo constantes, pelo estímulo e ajuda no início dessa caminhada.

Aos **funcionários do Departamento de Clínica Infantil**, pela convivência e ajuda durante todos esses anos.



Aos **funcionários do laboratório do Departamento de Clínica Infantil, Arnaldo (*in memorian*), Toninho e Edison**, pela amizade, companherismo e outras tantas.

Aos colegas do curso de Pós-Graduação, em especial, **Adilson, Adriano, Luiz Sérgio e Haroldo**, por me fazerem amadurecer durante esses anos, pelo companherismo e amizade sincera.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)** pelo suporte financeiro.

Às **famílias que me acolheram em Araraquara**, pois, sem esse suporte, tudo seria bem mais difícil.

A todos os **Meus Amigos** que vibram com as minhas vitórias como se fossem suas e souberam entender os meus momentos de ausência.

## SUMÁRIO

|    |                            |     |
|----|----------------------------|-----|
| 1  | INTRODUÇÃO.....            | 8   |
| 2  | REVISÃO DA LITERATURA..... | 12  |
| 3  | PROPOSIÇÃO.....            | 40  |
| 4  | MATERIAL E MÉTODOS.....    | 41  |
| 5  | RESULTADOS.....            | 52  |
| 6  | DISCUSSÃO.....             | 115 |
| 7  | CONCLUSÃO.....             | 129 |
| 8  | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 130 |
| 9  | APÊNDICE.....              | 139 |
| 10 | RESUMO.....                | 145 |
| 11 | ABSTRACT.....              | 146 |

## 1 INTRODUÇÃO

Em dias de globalização e dinâmicas trocas de informações, a odontologia toma seu lugar perante a sociedade, independente de suas divisões científicas. Hoje, é comum encontrar instituições que ofereçam tratamentos complexos que, há poucos anos, eram economicamente elitizados. O universo de pessoas que freqüentam esses serviços é imenso e abrangente o que individualiza, cada vez mais, qualquer protocolo de tratamento. Pessoas diferentes, em condições heterogêneas de educação, desenvolvimento físico e psicológico e condição sócio-econômica implicam uma abordagem mais ampla de anamnese como também de execução de tratamentos.

Fatores ambientais e sócio-culturais podem contribuir para aumentar as necessidades nutricionais dos indivíduos nesses períodos. A tendência contemporânea de se exigir um bom desempenho escolar dos adolescentes, associado a uma intensa atividade física, característica dessa faixa etária, contribui para a emergência de um comportamento alimentar inadequado com vícios dietéticos bastante conhecidos nos dias atuais<sup>32</sup>. A intensa atividade das crianças e dos adolescentes, no dia-a-dia, pressiona-os à alimentação fora de casa. Algumas pesquisas<sup>12,15,18,31,32,38,39,42,59,62,66</sup> demonstram que essa condição aumenta o risco de uma ingestão deficiente em nutrientes como cálcio, vitamina A, vitamina B6 e vitamina C. É interessante notar que essas deficiências nutricionais não se restringem às classes sociais mais carentes, sendo comum encontrá-las, também, nas classes sociais mais privilegiadas, com alimentação suficiente em termos de quantidade, mas deficientes quanto aos nutrientes citados.

Até a primeira metade do século XX, as pesquisas, na área de nutrição humana, se concentravam, primariamente, nos macronutrientes, como as proteínas e carboidra-

tos. Após a II Grande Guerra, as doenças crônicas, como câncer e as doenças cardíacas começaram a ser relacionadas com a dieta. Houve, assim, a necessidade de desenvolverem estudos epidemiológicos, a fim de complementar as pesquisas laboratoriais já realizadas. A aplicação dos resultados dessas investigações visam à redução do risco de doenças crônicas. Atualmente, sabe-se que fatores ambientais e genéticos determinam a gravidade do risco de deficiência a um determinado nutriente, devendo-se considerar, também, que as pessoas respondem de forma diferente às mesmas situações de oferta nutricional. Os perfis de saúde pública são muito amplos, baseando-se em médias de risco para a determinação das recomendações nutricionais, o que torna difícil a individualização do problema. É importante observar que, entre os indivíduos de um modo geral, os mais beneficiados são aqueles que adotam medidas preventivas<sup>18</sup>.

A dinâmica do metabolismo ósseo é a base da movimentação dentária. O tratamento ortodôntico envolve um processo contínuo de remodelação óssea, o qual exige do organismo um equilíbrio metabólico preciso<sup>22</sup>. Uma vez que o indivíduo em tratamento atravessa períodos específicos de demandas nutricionais como, por exemplo, durante todo o processo de crescimento, doenças e principalmente na puberdade, manter a homeostase metabólica é um verdadeiro desafio ao organismo.<sup>15,18,39,43,62,64,66</sup>

O tratamento ortodôntico envolve, primariamente, a movimentação dentária nos ossos maxilares. A fim de se obter sucesso no tratamento, isto é, o restabelecimento da normalidade funcional com integridade dos tecidos envolvidos, é necessário que o or-

ganismo esteja em boas condições de saúde geral, sendo a dieta balanceada muito importante, pois dela dependem os níveis séricos de cálcio e vitamina D (calciferol), entre outros nutrientes<sup>4,48</sup>.

Os sais de cálcio são constantemente depositados e reabsorvidos nas áreas trabeculares e extremidades dos ossos longos, nos indivíduos com dieta balanceada. O cálcio é também essencial às importantes funções de coagulação sangüínea, contração muscular, ação do miocárdio, excitabilidade neuromuscular e integridade de várias membranas celulares<sup>28</sup>. Da mesma forma, o cálcio é muito importante nas movimentações dentárias com finalidades ortodônticas.

Importa aos ortodontistas evidências de que, durante o tratamento ortodôntico, os pacientes tenham um suprimento adequado de cálcio, a fim de cobrir a sua demanda no processo contínuo de remodelação óssea. Assim, pode-se considerar a fase do tratamento ortodôntico, como uma condição circunstancial de intensas trocas metabólicas que poderão estar ocorrendo simultaneamente às deficiências temporárias de nutrientes como o cálcio e a vitamina D. O grau de desenvolvimento do osso trabecular, onde o tecido osteóide é formado, e a quantidade de cálcio depositado estão diretamente relacionados com o cálcio disponível na dieta, o qual é transportado aos ossos pelo sangue.

Para se obter um bom balanço de cálcio na remodelação óssea, é necessária uma adequada integração do sistema ósseo, intestinal, renal e hormonal que responde pela manutenção dos níveis séricos de cálcio. O principal mediador de transporte de cálcio é a vitamina D. Em situações de baixa concentração de cálcio no organismo,

ocorre a secreção de paratormônio pela paratireóide. Esse hormônio estimula a síntese do metabólito da vitamina D e, conseqüentemente, aumenta a absorção intestinal de cálcio. Essa vitamina, que previne o raquitismo e a osteomalácia, é encontrada, em sua forma natural (vitamina D<sub>3</sub> ou calciferol), principalmente, no óleo de fígado de bacalhau, na gordura do leite e nos peixes oleosos. Ela é o mais importante fator de retenção dos íons cálcio e fósforo no organismo. Por isso, julgou-se importante avaliar a movimentação ortodôntica durante a restrição de cálcio e vitamina D, simultaneamente, considerando-se que a saúde geral do paciente e o seu efeito nutricional são primordiais em qualquer tratamento ortodôntico<sup>2, 13, 19, 43</sup>. Nesse sentido, estudos que avaliam a disponibilidade de cálcio e vitamina D na dieta, bem como as consequências das suas deficiências são fundamentais para a prática ortodôntica.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Em 1904, Sandstead<sup>56</sup> desenvolveu um dos primeiros trabalhos experimentais sobre as respostas teciduais às forças ortodônticas. O autor aplicou um dispositivo ortodôntico em cães, observando a formação óssea nas áreas de tensão e a reabsorção nas áreas de pressão.

Oppenheim<sup>33</sup>, no ano de 1911, realizou um trabalho usando macacos como modelo experimental, relatando a alta capacidade de readaptação das estruturas periodontais às forças ortodônticas. O autor destacou a importância da utilização de forças apropriadas para a movimentação dentária, bem como ressaltou que a exarcebação dessas forças faz com que o periodonto atue de forma a restringir essa movimentação e apresente uma reação de proteção que pode inibi-la temporariamente.

Clarck & Collip<sup>5</sup> propuseram, em 1923, a determinação do cálcio ósseo por precipitação com oxalato de amônio, seguida de permangametria. Dessa forma, o cálcio foi mensurado pela titulometria, aproveitando-se a sua propriedade de ser precipitado quantitativamente pelo oxalato de amônio. O precipitado foi dissolvido pelo uso do ácido sulfúrico, titulando-se, em seguida, o ácido oxálico formado com o auxílio do permanganato de potássio.

Schwarz<sup>58</sup>, em 1932, teceu considerações sobre a duração e magnitude das forças ortodônticas, afirmando que, para a obtenção de uma força fisiológica, não se deve exceder à pressão capilar sanguínea de 15 a 20 mm Hg ou de 20 a 26 g/cm<sup>2</sup>.

Oppenheim<sup>34</sup>, em 1944, voltou a publicar os resultados de seus estudos de movimentação ortodôntica em macacos. Usou molas espirais para produzir a variação das forças sobre os incisivos, concluindo que o uso de forças leves era preferível para a movimentação desses dentes. Para o autor, a ação dos aparelhos, durante o período noturno, apresentava vantagens fisiológicas. Era necessário tempo para que a natureza compensasse e reorganizasse as estruturas que participavam desse evento. Somente as forças leves eram capazes de induzir a formação abundante de osteoclastos primários, os quais promoveriam uma reabsorção óssea superficial e uniforme. As forças mais pesadas induziriam o aparecimento de osteoclastos secundários ou até terciários, tudo dependente da natureza da força aplicada.

Moyers & Bauer<sup>30</sup>, em 1950, estudaram os diferentes movimentos ortodônticos e as correspondentes reações periodontais. Verificaram que deveriam dar atenção especial à intensidade da força, distância sobre a qual ela é ativada e o período em que é aplicada. Afirmaram ser praticamente impossível um movimento totalmente fisiológico durante o tratamento ortodôntico em função de tantas variáveis. A força deveria ser intermitente para possibilitar momentos de recuperação do periodonto, e sugerindo que ela deveria ficar entre 15 a 25g para cada dente.

Ainda em 1950, Moyers<sup>29</sup> publicou um outro artigo sobre as limitações fisiológicas e respostas teciduais frente aos aparelhos ortodônticos. Enfatizou que o ortodontista deveria se preocupar com a membrana periodontal, uma vez que dela gerar-se-iam as células que tornavam possível a movimentação dentária. A manutenção da capilari-



dade era de fundamental importância, pois um suprimento adequado de sangue era necessário para a gênese dos osteoclastos e osteoblastos. Para o autor, quando ocorria compressão capilar por forças ortodônticas excessivas, uma porção da membrana periodontal estava sob “estrangulamento”, ocasionando necrose e regeneração, antes que o movimento dentário fosse iniciado. Em outras palavras, a isquemia da membrana periodontal seria a primeira indicação de mudança patológica que até poderia impossibilitar um movimento dentário.

No ano de 1952, Lura<sup>23</sup> afirmou que os ossos não somente se adaptariam de forma grosseira, mas o detalhamento das estruturas dependeria diretamente das forças aplicadas. Afirmou, ainda, que as extremidades ósseas, normalmente expostas à constante pressão, eram recobertas por uma camada de cartilagem hialina avascular ou tecido conjuntivo fibroso, ao passo que, em áreas neutras ou sob tensão, as superfícies ósseas eram recobertas por tecidos vascularizados. A estimulação ou inibição do remodelamento ósseo, bem como o ritmo das reações teciduais só poderiam ser alterados pelo equilíbrio das funções fisiológicas.

Macapanpan et al.<sup>24</sup>, no ano de 1954, realizaram um trabalho usando como modelo experimental ratos Sprague-Dawley, com aproximadamente 234g. O estudo foi baseado em observações histológicas do tecido de suporte dos molares superiores. Foi provocada a movimentação dentária por meio de um segmento de borracha de isolamento absoluto (dique de borracha) entre o 1º e 2º molares superiores direitos. Notaram modificações histológicas celulares após 12 horas na área de pressão, a partir

da colocação da borracha. Nas áreas de tensão, as modificações ocorreram entre 24 e 36 horas. Reabsorções de cimento foram notadas nos três molares, sendo mais acentuadas nas faces distais. Os autores concluíram que osteoblastos, osteoclastos e fibroblastos desempenham papéis importantes de reparo durante o movimento dentário. O aumento da atividade mitótica dos fibroblastos da membrana periodontal repara e readapta o ligamento entre o dente e o osso.

No mesmo ano, Waldo & Rothblatt<sup>63</sup> desenvolveram um método para produzir movimentação no molar de ratos. Utilizaram ratos machos Wistar, pesando entre 90-100 g, escolhendo o quadrante superior direito como área experimental e o esquerdo como controle. Entre o 1º e 2º molares, foram inseridos segmentos de borracha, causando uma força recíproca entre os dentes. A técnica foi considerada simples e reprodutível, favorecendo a observação das reações teciduais fundamentais, semelhantes às encontradas em cães, macacos e humanos.

Baumrind<sup>3</sup>, em 1969, reestudou a hipótese “pressão-tensão”, utilizando 33 ratos Sprague-Dawley, pesando entre 65-90g em uma primeira fase e 90g em outra. Analisou vários parâmetros de atividade celular referentes à movimentação dentária em um período de 72 horas. A movimentação foi obtida através de um elástico colocado entre o 1º e o 2º molares como preconizado por Waldo<sup>49</sup>. Não encontrou diferenças de atividades metabólicas entre os lados de pressão e de tensão. A celularidade aumentou em ambos os lados, assim como a síntese colágena decresceu de maneira uniforme. A alteração dimensional do ligamento periodontal ocorreu de forma constante e dinâmica.

Koumas & Matthews<sup>21</sup>, em 1969, estudaram o ligamento periodontal de cobaias frente à movimentação dentária, notando que as fibras colágenas tendiam a se separar em largos feixes, quando se aproximavam da superfície óssea e cementária e que a direção dos feixes variavam de um segmento para outro. A superfície do osso alveolar era recoberta por uma fileira de osteoblastos. A superfície cementária era regular, apresentando, da mesma forma, uma única camada de cementoblastos. Após cinco dias de movimentação, observou-se uma marcada remodelação do osso alveolar, sendo a reorganização mais aparente próxima a esse local. Após treze dias, o ligamento periodontal parecia apresentar um bom grau de organização e equilíbrio.

No ano de 1970, a Organização Mundial de Saúde<sup>66</sup> divulgou os requerimentos dietéticos estimados de vitaminas e de cálcio, para os indivíduos jovens, entre 4 e 6 anos, recomendando 10,0 microgramas/dia de vitamina “D”. Às crianças entre 7 e 9 anos, a recomendação exigia só 2,5 microgramas/dia. O requerimento dietético estimado para a mesma idade (de 1 a 9 anos), em relação ao cálcio, é 400-500 mg/dia.

No ano de 1971, Reitan & Kvam<sup>46</sup> realizaram um estudo comparativo sobre o comportamento dos tecidos periodontais do homem, macaco, cão e rato, durante a movimentação dentária. Concluíram que o processo de remodelação óssea frente à movimentação dentária é ativo em todas as espécies comparadas.

Hermanson<sup>17</sup>, em 1972, estudou a movimentação dentária em gatos de 18 a 36 meses de idade, que equivaleria, segundo o autor, a uma idade de 14 a 18 anos em humanos. Aplicou, durante 33 dias, uma força de aproximadamente 40g ao canino

permanente em um grupo controle e, do outro lado, servindo como grupo experimental, também administrou oxitetraciclina a fim de marcar as aposições ósseas. Os resultados desse estudo mostraram que houve poucas diferenças, entre os lados, nos primeiros 12 dias, sendo que, nas primeiras 36 horas, encontrou-se igual número de células marcadas. Após três dias, o lado de controle apresentou mais marcação de tetraciclina, superada ao final de seis dias. O maior número de células marcadas foi no lado experimental entre 15 e 27 dias. As diferenças do 15º dia foram menores que as do 27º dia. Os picos, no lado de tensão, foram observados no 6º, 15º, 27º e 33º dias, enquanto os picos de pressão não apresentaram um padrão consistente de regularidade.

Rygh<sup>54</sup>, em 1972, estudou, em ratos, as áreas de pressão frente a uma força ortodôntica. O autor associou ao movimento dentário hialinização tecidual, injúrias aos fibroblastos e a células do tecido conjuntivo, resultando em morte celular limitadas à região do ligamento periodontal. O quadro histológico também evidenciou compressão excessiva dos vasos sangüíneos

Listergarten,<sup>22</sup> em 1973, estudou a estrutura do osso alveolar, ligamento periodontal e estruturas dentárias adjacentes, aos primeiros e segundos molares de ratos, cobaias, hamsters e coelhos. Concluiu que o ligamento periodontal de todas as espécies exibiu células de tecido conjuntivo com fibras colágenas intracelulares. Bissada & De Marco<sup>4</sup>, em 1974, estudaram a resposta periodontal em ratos adultos hipocalcêmicos. Utilizaram como modelo experimental cinquenta ratos Sprague-Dawley divididos em dois grupos de igual número. Um grupo foi alimentado com uma dieta controle e o ou-

tro com uma dieta experimental deficiente em cálcio. Ambas dietas foram suplementadas com uma mistura de sais e vitaminas. A vitamina D (calciferol) foi acrescentada em quantidade suficiente aos requerimentos básicos diários. Os ratos foram sacrificados nos períodos de 4, 8, 12, 16, e 20 semanas após a instalação de um fio de aço inoxidável para movimentar os molares maxilares. Nesse trabalho, não se observaram diferenças significativas entre os ratos com relação ao peso e nível de cálcio sérico. A análise histológica não revelou diferenças entre o nível de osso alveolar marginal interdentário na junção amelo-cementária. No entanto, diferentes graus de osteoporose estavam presentes nos ratos hipocalcêmicos, caracterizados por grandes espaços endostais, uma completa perda de osso interior (endóstio), deixando uma fina camada de osso cortical, mais freqüente na região inter-radicular. A condição do cimento, o número e o tamanho das fibras colágenas do ligamento periodontal e de fibroblastos não apresentaram diferenças significativas entre os grupos.

Roberts<sup>48</sup>, em 1975, estudou a dinâmica das células do ligamento periodontal estimuladas com extrato hormonal da paratireóide. Observou, em seu experimento, um aumento significativo na celularidade do ligamento periodontal, seja pelo rápido fluxo das células migratórias através dos canais vasculares, seja pela proliferação celular local.

Rygh<sup>55</sup>, em 1976, estudou as mudanças ultra-estruturais em relação a tensão do ligamento periodontal produzidas por uma força ortodôntica em molares de ratos. O autor observou a prevalência de fibras elásticas no terço médio da raiz e próxima a

vasos sanguíneos e reação de fibras colágenas. O estudo evidenciou a formação de plexos constituídos de fibras distintas a fim de reparação.

Rasmussen<sup>42</sup>, em 1977, estudou o efeito da hipocalcemia em ratas gestantes e lactantes. Concluiu que o mecanismo de homeostase de cálcio representa um grande desafio às ratas nessas condições. Esse tipo de dieta provocou uma perda representativa no peso corporal, bem como redução no crescimento dos ossos longos. O estudo também demonstrou uma considerável diminuição no peso dos ossos úmidos, secos e das cinzas. O grau de redução foi diretamente proporcional à restrição de cálcio. A depreciação esquelética depende da espécie animal e de sua idade. Em ratos, a deficiência de cálcio leva à osteoporose, independente da idade, mesmo tendo recebido uma suplementação de vitamina D na dieta.

Ainda em 1977, Rasmussen<sup>43</sup>, utilizando a mesma amostra do trabalho anterior, analisou os ossos através de observações de microscopia microrradiografias. Concluiu que a quantidade de cálcio, na dieta, influenciaria diretamente a quantidade de depósitos minerais nos ossos, sendo essas mudanças imprevisíveis provavelmente, mediadas pela ação do hormônio da paratireóide (PTH), por reabsorção osteoclástica ou por osteólise. As observações da estrutura óssea são típicas de um quadro de osteoporose. O tecido ósseo remanescente não mudou estruturalmente. Nos ossos longos, a principal perda óssea se deu na seguinte ordem: endóstio, osso trabecular de metáfise e parte da diáfise. O tecido ósseo formado durante o experimento foi esparso, mas o processo de mineralização pareceu ser normal.

Heller & Nanda<sup>16</sup>, em 1979, estudaram as alterações metabólicas das fibras periodontais na movimentação dentária ortodôntica. Utilizaram, em seu estudo, 12 ratos Sprague-Dawley, pesando entre 190-200g. Administraram, na dieta, um componente químico (lathyrogen) que quebra o metabolismo normal das fibras colágenas e aplicaram uma força inicial de 50g iniciais no primeiro molar superior esquerdo. Concluíram que as respostas histológicas típicas às forças ortodônticas podem ocorrer na presença de certos agentes químicos em periodonto fisicamente alterado. Deduziram, ainda, que a distorção do osso alveolar relativa à aplicação da força é o fator mais importante no início da resposta óssea.

Wong et al.,<sup>65</sup> em 1980, estudaram os aspectos metabólicos ósseos relativos à deficiência de cálcio e lactação. O estudo restringiu-se à administração de uma dieta experimental durante 21 dias em ratas lactantes. Concluíram que, independentemente de ser lactante ou não, a deficiência de cálcio causa uma significativa perda de tecido ósseo.

Roberts et al.<sup>49</sup>, em 1981, escreveram sobre as respostas celulares frente à força ortodôntica. A movimentação dentária é fruto de eventos produzidos em seqüência: viscoelástica, biomecânica e biofísica sobre a membrana periodontal. Nesse artigo, descreveram a remodelação óssea dividida em três fases: 1<sup>a</sup>) ativação, 2<sup>a</sup>) reabsorção e 3<sup>a</sup>) formação. O deslocamento do ligamento periodontal resultou em uma perturbação celular associada a um influxo intracelular de íons de cálcio e sódio. Os íons de cálcio inibem a enzima adenolato ciclase o que diminuiu a produção do mensageiro secundário.

rio, adenosina monofosfato cíclica (AMPc). Baixos níveis intracelulares de AMPc estavam associados com a iniciação da proliferação de células progenitoras ósseas e cartilaginosas. Os osteoclastos eram recrutados primariamente das séries de macrófagos/monócitos, enquanto os osteoblastos eram produzidos pela proliferação e diferenciação local do ligamento periodontal.

Em 1981, Hickory & Nanda<sup>18</sup> salientaram a importância de uma revisão dos princípios básicos de nutrição, sendo aplicável em ortodontia em diversos níveis. Muitas vezes, o paciente encontra-se em fase de intensos desafios, ou seja, crescimento e desenvolvimento, estresse psicológico e fisiológico. A qualidade nutricional pode alterar as respostas biológicas do ligamento periodontal e do osso alveolar frente a uma força ortodôntica. Sendo a movimentação dentária baseada nessas respostas, análoga a uma cicatrização, representa um desafio ambiental ao organismo. Adicionalmente, o paciente ortodôntico é, normalmente, submetido ao tratamento durante o surto de crescimento, na adolescência, o que provoca um outro desafio nutricional. Durante períodos de crescimento ou de cicatrização, alguns nutrientes, que não eram essenciais, tornam-se agora, ou, pelo menos, são requeridos em níveis mais elevados. Acompanhando todos esses eventos, na adolescência, o indivíduo sofre um estresse maior, relacionado ao aumento da atividade física e mental, que é bastante característico da faixa etária, podendo concorrer para o desequilíbrio dietético. Os níveis de nutrientes envolvidos para obter respostas ótimas muitas vezes não é estabelecido. No entanto, estudos comprovam que uma dieta suplementada com vitaminas e micronutrientes melhoram as condi-



ções de saúde do paciente. Os autores referem-se, ainda, que os ortodontistas raramente observam nítidas manifestações das deficiências nutricionais, mas é importante a condição de saúde geral do paciente, crítica nesse período de alta demanda nutricional e baixa disciplina alimentar.

No mesmo ano, Midgett et al.<sup>26</sup> realizaram um trabalho sobre movimentação dentária em ossos com metabolismo alterado. Para isso, utilizaram 12 cães beagle com aproximadamente 1 ano de idade, divididos em dois grupos. Um foi alimentado com uma dieta padrão, e o outro com uma dieta experimental, contendo uma desproporção cálcio/fósforo (P) (1/10, respectivamente). Após 4 semanas, os terceiros pré-molares, direito e esquerdo, foram extraídos. Seguidas 10 semanas de dieta, uma força recíproca de 100g foi aplicada entre o segundo e quarto pré-molares direitos. O lado esquerdo serviu de controle. Os resultados mostraram que, após 10 semanas, houve uma elevação leve, mas significativa na concentração de PTH sérico no grupo experimental. Esse aumento de 20-25% persistiu até a 20ª semana. Nesse período, não foram encontradas diferenças entre os grupos para os níveis séricos de cálcio, fósforo ou fosfatase alcalina. O movimento dentário foi maior e mais rápido no grupo experimental. Os achados histológicos mostraram uma perda substancial de trabeculado ósseo (35% de perda óssea), comparado ao grupo controle (7,5% de perda óssea).

Em 1983, Mostafa et al.<sup>28</sup> revisaram os fatores envolvidos na movimentação ortodôntica. Explicaram que os primeiros mediadores que mudam a atividade celular, através de estímulos extracelulares via componentes intramembranosos, são o

cálcio e as enzimas intracelulares. Atuam elevando as moléculas de nucleotídeos cíclicos: adenosina monofosfato (AMPc) e guanosina monofosfato (GMPc), que convertem o efeito da despolarização da membrana em uma resposta celular. As respostas produzidas no ligamento periodontal frente a uma força ortodôntica provocam uma diminuição na sua espessura e aumento na celularidade. Verificaram, ainda, que existia uma aparente ruptura das fibras colágenas do ligamento, a presença de núcleos picnóticos e zonas acelulares de hialinização. Após 20 minutos, a permeabilidade capilar apresentou-se aumentada, evidenciando danos aos tecidos pela fase de remodelação óssea que se apresentava histologicamente aparente três dias após a aplicação da força.

Goldie & King<sup>15</sup>, em 1984, estudaram o ciclo da movimentação dentária e reabsorção radicular em ratas estressadas pela lactação e dieta deficiente em cálcio. O grupo controle foi constituído de 10 ratas *Sprague-Dawley*, não gestantes e não lactantes. O grupo experimental era composto de 25 ratas da mesma raça, lactantes, juntamente com seus filhotes. O aparelho ortodôntico foi instalado após 5 a 7 dias da administração da dieta deficiente, liberando uma força de 60g entre o incisivo superior e o primeiro molar maxilar. Os animais foram sacrificados nos períodos subsequentes de 1, 4, 7, 10, e 14 dias. Foi constatado o mesmo padrão de movimentação dentária em ambos os grupos, sendo que, no grupo experimental, esse efeito foi mais significativo em todos os períodos. Observou-se que o grupo experimental apresentou uma perda de, aproximadamente, 36% de massa óssea em relação ao grupo controle. Ainda

como resultado de seu trabalho, Goldie & King<sup>15</sup> relataram ter havido menor reabsorção radicular nas ratas tratadas com dieta deficiente e estressadas pela lactação.

Miura et al.<sup>27</sup>, no ano de 1986, desenvolveram um estudo sobre a propriedade superelástica da liga de níquel-titânio (NiTi) Japonês. Constataram que a liga metálica em questão, utilizada na confecção de molas ortodônticas, apresentava uma curva específica de tensão-deformação o que proporcionava uma força quase constante durante a desativação desse dispositivo. Essa propriedade da liga de NiTi resulta níveis de força muito próximos ao “ótimo” para a movimentação dentária. A mola fechada, constituída de liga de NiTi, pode ser ativada quase 500% do seu tamanho original, sem sofrer deformação permanente, mantendo a tensão quase constante.

Roberts et al.<sup>50</sup>, em 1987, estudaram a histogênese do osteoblasto, determinando que as células estimuladas ortodonticamente longe da superfície óssea se dividem e migram em direção aos vasos sanguíneos maiores, concluindo que estão em um raio mais próximo sofrem diferenciação osteogênica.

Em 1988, Engstrom<sup>11</sup> relatou sua pesquisa feita com ratos Sprague-Dawley que foram alimentados com uma dieta deficiente em cálcio e em vitamina D. Após 21 dias de dieta, um aparelho liberando 50 g foi instalado. O período total em que os animais permaneceram com o aparelho foi de uma semana. A análise sérica mostrou alta quantidade de hormônio ativo da paratireóide. A análise do movimento dentário não mostrou diferenças até a metade do experimento, mas, ao final, a quantidade de movimentação pareceu ser maior no grupo experimental. O osso alveolar mostrou reações simi-

lares, com alterações estruturais e atividade de remodelamento mais marcantes no grupo experimental.

No mesmo ano, Myrick Jr.<sup>10</sup> desenvolveu uma pesquisa feita com mamíferos, para os quais o cálcio é criticamente importante no processo fisiológico. Relatou que os dentes são uma rica fonte de cálcio, com as mesmas porcentagens de fosfato de cálcio que os ossos. Presumivelmente, os dentes são afetados pelos mesmos hormônios e células, e suas superfícies estão expostas ao mesmo sistema circulatório que libera ao osso hormônios calciostáticos.

Holick<sup>19</sup>, em 1988, enfatizou que não só a luz solar proporciona a energia para produzir a vitamina D3 na pele, como também é responsável pela regulação da quantidade total que pode ser produzida, a fim de prevenir uma intoxicação pela vitamina durante uma excessiva exposição solar. A forma hormonal da vitamina D é responsável pela manutenção dos níveis de cálcio sérico, mediante aumento da eficiência da absorção intestinal de cálcio, mobilizando, em certas ocasiões, o cálcio dos ossos quando a dieta não é capaz de cobrir as necessidades corporais.

Fraser<sup>13</sup>, em 1988, relata que, no metabolismo da vitamina D, a 25-hidroxivitamina D e 1,25- hidroxivitamina D, transformam um precursor inativo em um hormônio esteróide, que é um agente chave no controle de toda homeostase cálcica do organismo. Provavelmente, também torna possível que muitas células transportem cálcio na forma mais adequada a suas diferentes funções. Segundo o autor, vários fatos têm sido confirmados recentemente sobre a fisiologia da vitamina D, entre eles: 1) a vitamina

D não é um nutriente natural; 2) o nível de vitamina D é dado principalmente pela exposição à luz solar; 3) a proteína ligante, específica da vitamina D no plasma, desempenha um papel importante nos níveis dessa vitamina. A homeostase cálcica consiste em manter uma concentração extracelular constante de  $\text{Ca}^{+2}$ . Isso se consegue graças à regulação do transporte de cálcio ao longo da mucosa intestinal e dentro e fora dos ossos. Quando existe falta de cálcio, o fígado elimina a forma precursora hormonal. Se também ocorre deficiência de vitamina D, ou baixa biodisponibilidade desse nutriente, isso pode resultar em raquitismo ou osteomalácia.

Arnaud<sup>2</sup> (1988) relacionou a fisiologia do hormônio da paratireóide com a regulação de cálcio iônico no fluido extracelular. O hormônio é liberado rapidamente como resposta a um decréscimo de cálcio iônico no plasma. Atua sobre o rim, o intestino e os ossos para restabelecer a normalidade que, por sua vez, inibe a produção do hormônio. Sua principal função é agir contra a hipocalcemia. Para esse objetivo, mobiliza várias áreas (liberação de cálcio dos ossos), conservação de cálcio pelo rim, intensa absorção no intestino e redução de fosfato no plasma.

David<sup>8</sup>, (1988) fazendo um paralelo entre raquitismo e deficiência de vitamina D, afirmou que a hipocalcemia é a patologia mais importante do raquitismo comum. Durante o diagnóstico, apenas a metade dos pacientes apresenta baixos níveis de cálcio. Geralmente, a hipocalcemia é bem observada em exames radiográficos, o que indica defeitos graves na calcificação. Frequentemente, os níveis de cálcio sérico estão normais ou ligeiramente baixos no raquitismo grave. Por outro lado, a hipocalcemia

pode ser uma manifestação precoce de um caso clinicamente assintomático, com leves sinais radiológicos. A deficiência de vitamina D é observada, na maioria das vezes, por apresentar baixas concentrações plasmáticas. Podem, também, estar em níveis normais na presença de raquitismo característico. A presença de normalidade concomitante com a doença, provavelmente seja por uma recente exposição a uma fonte dessa vitamina. Apesar de estarem em níveis aceitáveis em certas ocasiões, falham na ativação vitamínica, mineralização óssea, hipertireoidismo, hipofosfatemia e hipocalcemia.

Pettifor<sup>38</sup>, ainda em 1988, reiterou que, durante os últimos 10 a 15 anos, evidenciou-se que a deficiência de cálcio na dieta pode conduzir a um quadro de raquitismo e à osteomalácia. No passado, não se acreditava que baixos níveis de cálcio, por si só, poderiam causar essas enfermidades. Estudos em ratas e babuínos com níveis adequados de vitamina D têm evidenciado que a carência de cálcio pode conduzir à falta de mineralização, compatível com os quadros de raquitismo ou osteomalácia.

Paunier<sup>35</sup>, em 1988, estudou a prevenção do raquitismo, afirmando que a vitamina D é essencial ao metabolismo normal do cálcio e do fósforo. É muito importante para o recém-nascido o aporte vitamínico da mãe desde a vida intra-uterina ao final da amamentação. A exposição à luz solar natural é responsável por manter o correto nível de vitamina D na maioria da população mundial. O raquitismo, segundo o autor, segue prevalecendo em muitos países e não é fácil estabelecer uma estratégia para erradicá-lo.

Em 1990, a Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição (SBAN) adaptou as recomendações nutricionais à população brasileira publicadas por Vannucchi et al.<sup>62</sup> Segundo essa entidade, o cálcio recomendado a uma criança de 7,1 a 10 anos de idade é de 975mg/dia.

Devgun<sup>10</sup>, em 1991, estudou o efeito da irradiação ultravioleta e da temperatura sobre a concentração sérica de vitamina D. Utilizou, em seu trabalho, ratos Wistar jovens, divididos em dois grupos de quatro animais. Um grupo foi alimentado com uma dieta suplementada com vitamina D e o outro com restrição. Dois animais de cada grupo foram colocados em ambientes separados com temperatura ambiente à 23°C e 10°C, recebendo ciclos alternados de exposição à irradiação ultravioleta. Afirmou que a deficiência de vitamina D pode provocar raquitismo em crianças e osteomalácia em adultos, especialmente em altas latitudes durante os meses de inverno pelo menor tempo de exposição solar. Concluiu que ocorre diferença nos níveis de 25-OHD (25-hidroxivitamina D), quando existe deficiência na dieta e restrição à exposição aos raios ultravioletas, mas não quando o rato era exposto aos raios. Ainda, mesmo quando a dieta era suplementada, sem exposição aos raios ultravioletas, o nível sérico de 25-OHD foi baixo. O estudo confirma que, em humanos, especialmente os idosos que moram em quartos mal aquecidos durante os meses de inverno, em altas latitudes, há um maior risco de desenvolver osteomalácia em função da deficiência de vitamina D, acompanhada de baixa exposição solar.

Roberts et al.<sup>51</sup>, no ano de 1991, publicaram um artigo sobre os fatores de risco à osteoporose. Reportam que o conhecimento sobre a saúde óssea é essencial para a prática odontológica. O sistema estomatognático deve adaptar-se como um todo, incluindo a Articulação Temporomandibular (ATM). Os pacientes, que apresentam deficiência em cálcio ou balanço negativo, estão metabolicamente comprometidos e falham nessas adaptações durante o tratamento. A fisiologia óssea é de particular importância ao dentista, uma vez que ele manipula tecido ósseo a todo momento. Excessivo remodelamento, desuso ou balanço negativo de cálcio podem resultar em porosidade óssea. Doenças no fígado resultam, freqüentemente, em um hiperparatireoidismo secundário, o que impede o metabolismo da vitamina D, causando uma formação óssea de pobre qualidade. Ainda, distúrbios intestinais, velhice, deficiência de estrógeno e de vitamina D também podem ser apontados como causa dessa doença. Osteoporose é uma das doenças mais comuns da sociedade industrializada, dependendo da idade, padrão endócrino e estilo de vida. É uma doença fácil de prevenir, mas de difícil tratamento. Nos Estados Unidos, essa doença é a causa direta de 1.2 milhões de fraturas e custa US\$ 7 a 10 bilhões ao ano.

Ainda Roberts<sup>52</sup>, em 1992, relatou que mesmo os grupos de baixo risco (negros e sexo masculino), possuem uma incidência de osteoporose de 4 a 6%. Uma constante remodelação óssea ocorre a fim de manter os níveis de cálcio sérico em torno de 10 mg/dl. Esse contínuo fluxo de osso mineral responde a uma complexa hierarquia de fatores endócrinos, biomecânicos e controladores dos níveis celulares. A homeosta-



se do cálcio é o processo pelo qual o equilíbrio mineral é mantido e, para isso, a massa óssea é sacrificada. O osso basal dos maxilares e o alveolar estão sujeitos a uma atrofia metabólica. Uma regulação precisa dos níveis de cálcio sérico é essencial para a condutividade dos nervos e atividade muscular; o balanço negativo desse íon pode causar a tetania e a morte. O osso alveolar é a maior fonte de cálcio metabólico, possuindo um padrão de remodelação de 20 a 30% ao ano. Uma dieta rica em cálcio é essencial durante a adolescência, pois proporciona um bom padrão estrutural sem comprometer as reservas metabólicas. Da mesma forma, deve existir uma preocupação especial no que se refere à vitamina D, sendo ela mediadora da absorção de cálcio. Deve-se preferir a exposição solar para a suplementação dessa vitamina, pois um tratamento suplementar longo pode ser tóxico com o nutriente.

Sintes<sup>59</sup>, em 1992, questionou se somente os alimentos doces deveriam interessar à classe odontológica. Existe uma relação complexa entre nutrição e saúde bucal, quase sempre confusa, induzindo a muitos erros. A recomendação quanto à dieta tem sido, na maioria das vezes, simplesmente a restrição de açúcares. Deve-se ter um maior conhecimento sobre a nutrição a fim de serem obtidos melhores resultados ao longo de todo o tratamento. Relata, ainda, que os constituintes inorgânicos primários dos dentes e ossos são os mesmos e se constituem de pequenos cristais de fosfato de cálcio sob a forma de hidroxiapatita. São encontrados nos ossos e nos dentes, 99% do cálcio e 75% do fósforo presentes no organismo, sendo essa proporção, em níveis disponíveis, muito importante. Os ossos e os dentes apresentam um comportamento metabólico

diferente. Experimentos mostram que o tecido ósseo é capaz de regenerar-se, ao contrário do tecido dentário. Por outro lado, em animais normalmente desenvolvidos, uma dieta com baixos níveis de cálcio ou de fósforo pode causar a desmineralização óssea, mas não afeta o dente já formado.

Também no ano de 1992, Johnston Jr. et al.<sup>20</sup> trabalharam com 45 pares de gêmeos adolescentes, sendo um do grupo experimental e o outro do grupo controle. Compararam a densidade mineral do osso ao final de três anos, após administrar suplementação de cálcio a um grupo e placebo ao outro. Os resultados desse estudo mostraram um aumento significativo na densidade mineral dos jovens que receberam suplementação. Concluíram que, em crianças na idade pré-puberal, a suplementação de cálcio aumenta o pico de massa óssea e diminui o risco de fraturas, uma vez que esses jovens ingerem somente a taxa mínima recomendada para essa idade.

Gandini Jr.<sup>14</sup>. no ano de 1993 realizou um estudo histológico da movimentação ortodôntica em molares de ratos sob a ação do ultra-som. Utilizou para isso trinta ratos da raça Holtzman os quais receberam uma força padronizada entre o primeiro e o segundo molares inferiores do lado esquerdo. Quinze deles constituíram um grupo controle e, quinze outros receberam estimulação ultrassônica. O autor observou que existiu diferenças significantes entre os grupos. Os animais estimulados por ultra-som demonstraram uma intensa neoformação celular e vascular no ligamento periodontal e osso alveolar adjacente. Uma reorganização mais efetiva das fibras colágenas e menor reab-

sorção de cimento também foi observado. Uma menor injúria, associada a uma resposta de reparação mais rápida foi evidente.

Em 1993, Sandy et al.<sup>57</sup> concluíram que os osteoblastos atuam como reguladores das fases de formação e reabsorção do ciclo de remodelação, em resposta ao estímulo mecânico e hormonal.

Reeves et al.<sup>45</sup>, em 1993, publicaram uma revisão do “American Institute of Nutrition-76A” (AIN-76A), sendo chamado de “AIN-93G”, como um modelo para dietas puras de roedores de laboratório. Sugeriram o uso dessas novas formulações durante estudos com roedores em fase de crescimento, gestação e lactação.

No mesmo ano ainda, Reeves et al.<sup>44</sup> publicaram duas novas formulações com respeito a dietas experimentais: o “AIN 93G” para experimentos durante o crescimento e a lactação e o “AIN 93M” para experimentos de manutenção não adulta.

Persson et al.<sup>37</sup>, em 1993, utilizando ratos jovens como modelo experimental, alimentados com diferentes concentrações de cálcio, observaram uma diminuição no ganho de peso quando a dieta era deficiente em cálcio. A redução de cálcio no osso foi marcante, mas o tamanho dos ossos não foi afetado.

Em 1994, Farfan<sup>12</sup> publicou um artigo sobre os fatores nutricionais que influenciavam na formação e manutenção do osso. Concluiu que era na remodelação óssea que se refletiam as anormalidades metabólicas do organismo e que exemplos dessas anormalidades podiam ser os desequilíbrios entre os processos de formação e reabsorção óssea associados a uma dieta desbalanceada.

Roberts<sup>53</sup> (1994) discorreu sobre o metabolismo da movimentação dentária. A homeostase do cálcio foi um dos temas mais abordados. O autor relatou que a manutenção dos níveis séricos de cálcio é elementar para manter funções essenciais ao organismo. Quando a demanda de cálcio se eleva, a estrutura óssea é sacrificada a fim de manter um nível mínimo no sangue. O processo alveolar e o osso basilar dos maxilares também são objetos de perda óssea metabólica. O autor relatou ainda que, mesmo em situações extremas, a lâmina dura, ao redor do dente, é preservada. O osso cortical se remodela de 2 a 10% no período de um ano, enquanto que o trabecular é muito mais ativo, remodelando-se entre 20 a 30% no mesmo período. Por ser muito mais lábil, o osso trabecular é muito mais susceptível à debilidade frente a um balanço negativo de cálcio. O autor correlacionou ainda a importância da vitamina D com o metabolismo do cálcio, já que essa vitamina é a principal mediadora do íon cálcio. Por causa da alta complexidade de sua síntese, a absorção de cálcio pode ser inibida de várias maneiras: 1- baixa exposição da pele ao sol; 2- baixa ingestão de vitamina D; 3- defeito genético de pele; 4- doença no fígado ou nos rins. Uma boa anamnese deve ser adotada a esse respeito. Pacientes que apresentam tratamentos longos com glucocorticóides, pequena estatura, tabagismo, menopausa, baixa atividade física, baixa ingestão de cálcio, alcoolismo, deficiência de vitamina D, doença de fígado ou rins e história de fraturas frequentes são indivíduos que indicam altos riscos ao metabolismo do cálcio.

Wehrbein et al.<sup>64</sup>, em 1995, questionaram sobre a validade de certos resultados experimentais, realizando um estudo que abordando as reações histológicas em tecido

humano. Para isso, usaram a maxila de um cadáver feminino de 19 anos, de idade, bem como os modelos iniciais, dados iniciais da radiografia panorâmica, planejamento do tratamento, documentação do calibre e seqüência de fios ortodônticos. O tratamento ortodôntico tinha se desenvolvido por 19 meses quando a paciente morreu. A maxila foi segmentada, e os segmentos bucais foram preparados no plano horizontal e corados com azul de toluidina. Essa preparação permitiu acesso qualitativo das áreas radiculares (apical, mediana e seção coronária). As mudanças peri-radiculares ósseas e de tecidos moles foram observadas em todos os planos. Os resultados desse trabalho ilustraram as respostas dos tecidos periodontais que podem ser induzidas pela terapia ortodôntica. As mudanças histológicas dependem fortemente do tipo de movimento e da estrutura óssea.

Ainda em 1995, Olson<sup>32</sup> relatou a posição da SNE (Society for Nutrition Education), da ADA (American Dietetic Association) e da ASFSA (American School Food Service Association) em relação aos programas e serviços de nutrição nas escolas básicas. O autor reiterou que a maior justificativa para esse tipo de programa está no desempenho escolar dos alunos. O objetivo maior é que os estudantes tenham a alimentação visando à promoção de saúde. Ainda alerta que o tipo de alimentação de uma criança depende de três fatores básicos: 1-individual (preferência); 2-ambiental (clima) e; 3-comportamental (costume).

Matsuo et al.,<sup>25</sup> em 1996, avaliaram o comportamento dos fibroblastos frente às forças ortodônticas. Observaram a transferência do estímulo mecânico e bioquímico,

gerado pela força, aos tecidos adjacentes. Desenvolveram um sistema que exercia uma pressão hidráulica dentro de parâmetros fisiológicos aos fibroblastos do ligamento periodontal humano (modelo experimental *in vitro*). O sistema tentou simular a superfície de compressão do ligamento periodontal durante a movimentação dentária ortodôntica. Um dos objetivos desse estudo era determinar as forças ótimas aplicadas na clínica ortodôntica. Os autores concluíram que a resposta variou entre as células num intervalo de 20-50mm Hg (27-68g/cm<sup>2</sup>). Essa pressão mínima (27g/cm<sup>2</sup>) foi maior do que a pressão de perfusão capilar (20-26g/cm<sup>2</sup>) e a máxima (68 g/cm<sup>2</sup>) foi menor do que a pressão que atenua a circulação sangüínea (80g/cm<sup>2</sup>) no ligamento periodontal.

Pilon et al.,<sup>39</sup> ainda em 1996, estudaram a magnitude das forças ortodônticas para a movimentação dentária (translação). A proposta desse experimento era relacionar a quantidade de translação dentária com a utilização de uma força constante (elásticos). O modelo experimental constituiu-se de vinte e cinco cães beagles adultos jovens. Diferentes níveis de força foram usados (50gm, 100gm e 200g), durante um período máximo de 16 semanas. Os autores concluíram que muitos outros fatores estão envolvidos para se determinar a quantidade de movimentação dentária além da magnitude e da duração da força. Densidade, metabolismo ósseo e o ligamento periodontal são fatores responsáveis por essa variação.

Davidovitch<sup>9</sup> et al., em 1997, descreveram as respostas teciduais frente à aplicação de uma força ortodôntica. Relataram que existe uma resposta imediata dos tecidos de suporte submetidos à força ortodôntica. Os tecidos de suporte são compreen-

didos pelo ligamento periodontal, osso alveolar e pela gengiva que são distorcidos pela aplicação de força ortodôntica. A primeira resistência encontrada ao movimento ortodôntico é obtida pelos fluidos teciduais que migram para as áreas de tensão a partir das áreas de pressão. A estimulação dos sensores nervosos do ligamento periodontal e osso alveolar ocasiona a liberação de neurotransmissores que interagem aumentando o diâmetro da parede das veias sanguíneas permitindo a migração celular. Citocinas, pró-inflamatórias, fatores de crescimento, células moleculares de adesão e fatores de colonização são sintetizados e secretados nessa região. Algumas dessas moléculas são outras citocinas, ou hormônios calcitrópicos, ou drogas tomadas pelo indivíduo, ou moléculas derivadas da dieta. Relataram, ainda, que a força que deforma o ligamento periodontal e o osso alveolar altera o potencial elétrico desses tecidos. Isso modifica o potencial elétrico de muitas células locais, alterando a polaridade celular, o que mantém um canal aberto para trocas iônicas. A força ortodôntica é um efeito físico e químico. Em todas as observações desses autores, a inflamação é um fator preponderante ao estímulo ortodôntico.

Radunovic <sup>40</sup> et al., no ano de 1997, estudaram o efeito da movimentação dentária sobre as fibras nervosas imunoreativas ao peptídeo gênico da calcitonina e ao produto 9,5 de proteína genética e distribuição de vasos sanguíneos em ratos. O estudo utilizou ratos Wistar que foram sacrificados nos períodos de 3, 7, 14 e 21 dias. As fibras nervosas estavam presentes em grande volume adjacentes ao tecido hialinizado, no entanto ausentes próximas às áreas de reabsorção radicular. O aumento do volume de

nervos e vasos sanguíneos eram diretamente proporcionais, e ainda desorganizados no 14º dia do experimento comparando-se os dois grupos, controle e experimental. Os autores concluíram que o movimento ortodôntico induz alterações em densidade e na distribuição das fibras nervosas pulpare e periodontais.

Riordan <sup>47</sup>, em 1997, estudou o efeito do tratamento ortodôntico na ingestão de alimentos dos pacientes. Um grupo de dez pacientes adolescentes entre 12 e 16 anos de idade, foi utilizado como modelo experimental. A autora concluiu que houve uma diminuição na ingestão dos nutrientes cobre e magnésio após o reajuste do aparelho ortodôntico. Uma maior quantidade de ingestão de calorias também foi observada nesse período, bem como baixa ingestão de fibras e um aumento da proporção cálcio / fósforo. A autora prescreve que um guia nutricional seja indicado ao paciente a fim de obter melhores resultados em relação ao tratamento ortodôntico.

Tsukamoto<sup>61</sup> et al., em 1998, escreveram sobre as alterações histológicas durante as movimentações dentárias. Nesse estudo de revisão bibliográfica, os autores concluíram que é importante o conhecimento da anatomia das estruturas envolvidas e de como as mesmas interagem durante o processo de movimentação ortodôntica. Ao serem aplicadas forças ortodônticas leves, as primeiras alterações se dão no ligamento periodontal. São modificações vasculares importantes, pois delas provêm o suprimento nutricional e de oxigênio necessários à proliferação de osteoclastos e osteoblastos, responsáveis pela movimentação ortodôntica. As forças pesadas interrompem a sequência



anteriormente descrita, criando um tecido hialinizado, estéril e necrótico que só será eliminado por reabsorção à distância.

Em 1999, Consolaro <sup>6</sup> discorreu sobre a biologia da movimentação dentária. O autor relatou que, após a aplicação de uma força ortodôntica, ocorre uma liberação de substâncias que atravessavam as paredes dos vasos da microcirculação da região agredida, o infiltrado inflamatório. Que a inflamação gerada pode ser, na realidade, um estímulo biológico. O estímulo mecânico, gerado pelo aparelho ortodôntico, e a hipóxia ou anóxia do ligamento periodontal pela pressão exercida, reflete-se como a liberação de proteínas livres. Afirmar que ocorre, então, a liberação de histamina e de neuropeptídeos pelas terminações nervosas. Os neutrófilos são as primeiras células a serem observadas na área de inflamação, substituídas por macrófagos em seguida, por não haver um agente agressor, assim como a presença de microrganismos. O autor relatou, também, que a permeabilidade da membrana celular é alterada, aumentando a entrada de cálcio no citoplasma. O resultado desse aumento de permeabilidade é a mobilização do ácido araquidônico que, no citoplasma, gera prostaglandinas e leuconutrientes. Esses produtos atuam como mediadores locais da reabsorção óssea.

Tsay <sup>60</sup> et al., em 1999, estudaram a origem do recrutamento dos osteoclastos após a aplicação de uma força ortodôntica. Anterior à colocação de uma mola de aço fechada como dispositivo ortodôntico, utilizaram irradiação com cobalto 60 durante 12 dias. Foram utilizados períodos de sacrifício de 1, 2, 3, 4, e 5 semanas após o início da movimentação dentária. Cortes maxilares foram observados e contados o número de

osteoclástos. O estudo concluiu que, durante o remodelamento ósseo os precursores dos osteoclastos provêm da membrana periodontal, ao passo que, durante longos períodos de estimulação ortodôntica, a reposição dessas células é originada da medular óssea.

Ainda em 1999, Cope <sup>7</sup> et al. realizaram um estudo experimental em cães, movimentando dentes através de tecido ósseo regenerado. A movimentação foi induzida durante a fase de consolidação após uma distração osteogênica mandibular bilateral entre o quarto pré-molar e o primeiro molar. A análise da retração dos pré-molares foi realizada por meio radiográfico, histológico e de modelos de gesso. Nenhuma alteração foi encontrada frente a esse experimento, concluindo que a movimentação ortodôntica, através de tecido ósseo recém regenerado, é possível e pode ser iniciada no princípio do processo de consolidação cirúrgica.

Payne <sup>36</sup>, no ano de 1999, estudou as propriedades biofísicas do cálcio. O autor relatou, em seu estudo, que os sensores mecânicos ativam os canais que permitem que o íon cálcio flua ao citoplasma dos osteoblastos para iniciar o processo biológico, assim como a mitose celular. A mobilidade do cálcio frente aos sensores mecânicos é o processo responsável pela transformação de um estímulo mecânico em ativação biológica.

Alhashimi <sup>1</sup> et al., em 2001, estudaram o efeito das citocinas em relação ao movimento ortodôntico. Os autores relataram que existe uma ligação direta entre o movimento dentário e o sistema imunológico. As citocinas são proteínas que agiriam como

uma ligação entre as células e o sistema imunológico. As citocinas estudadas são a *interleuquina – 1*; *interleuquina – 6*; e a *fator necrose tumor*. A primeira atua como mediadora de atividades inflamatórias agudas, e as duas últimas estão relacionadas com o processo de remodelação óssea. Nesse estudo, foram utilizados 15 ratos Wistar alimentados com dieta padrão tipo *pellet*. Uma mola de liga *elgiloy* foi utilizada como dispositivo ortodôntico. Os períodos experimentais foram de 3, 7 e 10 dias. O trabalho apresentou como conclusão a nova formação de citocinas pró-inflamatórias, relacionando-as com o movimento dentário e a remodelação óssea.

Rana <sup>41</sup> et al., no ano de 2001, estudaram a detecção de apoptose durante o movimento dentário em ratos. Os autores diferenciam no estudo, a morte celular em dois tipos: necrose e apoptose. A necrose celular ou morte acidental da célula é, normalmente, resultado de trauma ou doença. As células são expostas a condições não fisiológicas, e geram inflamação durante o processo. A apoptose é caracterizada por uma programação da morte celular. Essas células são geralmente removidas por macrófagos e não geram inflamação durante o processo. A apoptose é essencial para o processo de remodelação óssea em resposta ao estresse tecidual ou injúria. O estudo foi realizado utilizando-se ratos Sprague-Dawley e mola de aço como dispositivo ortodôntico. Os períodos utilizados foram de 3, 7 e 14 dias. As observações foram feitas através de um microscópio óptico e um *kit* para detecção de apoptose (ApopTag Intergen, Purchase, NY). O estudo concluiu uma atividade de apoptose maior durante o terceiro dia após a aplicação da força ortodôntica.

### **3 PROPOSIÇÃO**

O presente estudo tem por objetivo testar a hipótese de que a deficiência experimental de cálcio e vitamina D concorrem para o comprometimento da integridade do ligamento periodontal, do dente e do osso alveolar, independente do processo de movimentação ortodôntica em ratos jovens.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

Na presente investigação, foram utilizados 30 ratos jovens, machos, da raça Wistar (*Ratus Norvegicus*), divididos em dois grupos distintos, experimental e controle (50%). Os dois hemi-arcos da mandíbula foram utilizados nesse estudo sendo que, no lado direito, foi utilizado um dispositivo ortodôntico e, no lado esquerdo, não. Em ambos os grupos houve movimentação ortodôntica de um lado e do outro lado não. Os animais pesavam 121,5g em média, oriundos do biotério da Faculdade de Botucatu-UNESP, e foram escolhidos pelo método de randomização de um grupo maior, original de 150 ratos, tendo, em média, 26 dias de idade. Os animais foram alocados, casualmente, em gaiolas metabólicas individuais, e alimentados, diariamente, com 40g de dieta controle ou experimental (com restrição dietética de Cálcio e Vitamina D3).

Os animais permaneceram em ambiente apropriado, tranquilo, com ciclo de luz de 12/12 horas e temperatura constante de 25°C. A alimentação, em forma de pó, foi oferecida diariamente, respeitando-se um horário preestabelecido(18 horas). Todos os animais receberam água à vontade. Determinou-se a composição centesimal da dieta, a fim de avaliar a eficiência alimentar, ou seja, se a dieta realmente possuía os nutrientes planejados na sua composição.

A composição da dieta controle seguiu o padrão estabelecido pelo AIN-93 (American Institute of Nutrition-USA)<sup>42,43</sup> (Tabela 1, página 41). A dieta experimental difere da dieta controle por apresentar restrição total do componente "Carbonato de

Cálcio Anidro" na mistura mineral, de onde provém a principal fonte de cálcio, e, ainda, restrição total do componente "Vitamina D3" da mistura vitamínica. Os componentes sólidos das dietas foram unidos em um misturador em "V", durante trinta minutos, e homogeneizados em um misturador de "pás" por mais quinze minutos, momento em que foi acrescentado o lípide à mistura. Da mesma forma que a oferta de ração, controlaram-se, diariamente, o peso dos animais e a quantidade de ingestão alimentar.

Tabela 1- Quantidade proporcional de nutrientes e respectivas fontes nutricionais

| NUTRIENTES        | FONTES<br>ALIMENTARES |
|-------------------|-----------------------|
| 14,0% de proteína | Caseína               |
| 4,0% de lípides   | Óleo de Soja          |
| 72,5% de glícides | Amido de Milho        |
| 5,0% de fibras    | Celulose              |
| 3,5% de minerais  | Vide Tabela 2         |
| 1,0% de vitaminas | Vide Tabela 3         |

As Tabelas 2 e 3 descrevem a composição da mistura mineral e vitamínica, respectivamente, utilizada na confecção da dieta controle.

Tabela 2- Mistura Mineral (1000g)

|                                   |          |
|-----------------------------------|----------|
| Carbonato de Cálcio Anidro        | 357,00g  |
| Fosfato de Potássio Monobásico    | 250,00g  |
| Cloreto de Sódio                  | 74,00g   |
| Sulfato de Potássio               | 46,60g   |
| Citrato de Potássio Monohidratado | 28,00g   |
| Óxido de Magnésio                 | 24,00g   |
| Citrato Férrico                   | 6,06g    |
| Carbonato de Zinco                | 1,65g    |
| Carbonato de Manganês             | 0,63g    |
| Carbonato Cúprico                 | 0,30g    |
| Iodeto de Potássio                | 0,01g    |
| Selenito de Sódio Anidro          | 0,01025g |
| Paramolibdato de Amônia           | 0,00795g |
| Meta-Silicato de Sódio            | 1,45g    |
| Sulfato Potássio de Cromo         | 0,275g   |
| Ácido Bórico                      | 0,0815g  |
| Fluoreto de Sódio                 | 0,0635g  |
| Carbonato de Níquel               | 0,0318g  |
| Cloreto de Lítio                  | 0,0174g  |
| Vanato de Amônia                  | 0,0066g  |
| Sacarose q.s.p                    | 209,806g |

Tabela 3 - Mistura Vitamínica (1000g)

|                       |          |
|-----------------------|----------|
| Ácido Nicotínico      | 3,000g   |
| Pantotenato de Cálcio | 1,600g   |
| Piridoxina-HCL        | 0,700g   |
| Tiamina-HCL           | 0,600g   |
| Riboflavina           | 0,600g   |
| Ácido Fólico          | 0,200g   |
| Biotina               | 0,020g   |
| Vitamina B-12         | 2,500g   |
| Vitamina E            | 15,000g  |
| Vitamina A            | 0,800g   |
| Vitamina D3           | 0,250g   |
| Vitamina K            | 0,075g   |
| Sacarose q.s.p        | 974,655g |

A dieta foi administrada durante trinta dias, antecedentes à colocação de um aparelho (dispositivo ortodôntico) para movimentação do primeiro molar inferior direito. No trigésimo primeiro dia, os ratos foram anestesiados com hidrato de cloral à 10%, via intraperitoneal, na dose de 0,4ml/100g de peso corporal. Com os animais devidamente imobilizados na mesa cirúrgica, foram instaladas as molas, com o auxílio de pinças do tipo "mosquito", fios para amarrilho, da marca "morelli", de 0,020mm, previamente conectados às molas espirais fechadas.

As molas são constituídas de liga metálica de NiTi (marca "GAC"), com 4mm de comprimento e 0,030' de lúmem, conforme a Figura 1 <sup>27</sup>. Essa mola pré-fabricada,



por características de composição de sua liga, libera uma força constante de 50g, quando distendida 2mm, como no presente estudo. As extremidades foram amarradas ao primeiro molar direito e ao incisivo inferior do mesmo lado, o qual foi previamente preparado com sulcos vestibulares com um disco de carborundum. Não houve reativações.

Figura1: Fotografia do dispositivo ortodôntico em posição. Fios de amarrilhos unem a mola pela mesial do 1º molar e distal dos incisivos inferiores.

Os animais foram divididos em três grupos de 10 indivíduos, sendo cada grupo constituído de 50% da amostra controle e 50% da amostra experimental. O primeiro

grupo foi sacrificado 24h após a ativação da mola, e os outros dois, respectivamente, sete e 14 dias após. Imediatamente após o sacrifício dos animais, as hemimandíbulas foram separadas, por uma incisão no plano sagital mediano. As peças foram fixadas em solução de Bouin por 36 horas, lavadas por 24 horas em água corrente e descalcificadas em ácido tricloroacético à 5%, renovado diariamente, durante dez dias. A seguir, foram desidratadas em alcoóis de graduações crescentes, diafanizadas em xilol e embebidas em parafina, formando blocos que foram cortados em 6 micrômetros de espessura, para visualização méso distal dos alvéolos e das raízes dos molares. Os cortes obtidos foram corados com hematoxilina, eosina e tricrômico de masson. As lâminas foram analisadas histopatologicamente, padronizando-se as áreas de observação sob microscopia óptica. As raízes de ambos primeiros molares inferiores, direito e esquerdo, foram analisadas nas suas regiões apical, média e cervical, divididas em áreas de pressão e áreas de tensão, organizadas da seguinte maneira:

1. superfície mesial da raiz mesial ;
2. superfície apical da raiz mesial;
3. superfície distal da raiz mesial;
4. crista óssea inter-radicular;
5. superfície mesial da raiz distal;
6. superfície apical da raiz distal;
7. superfície distal da raiz distal (Figura 2).

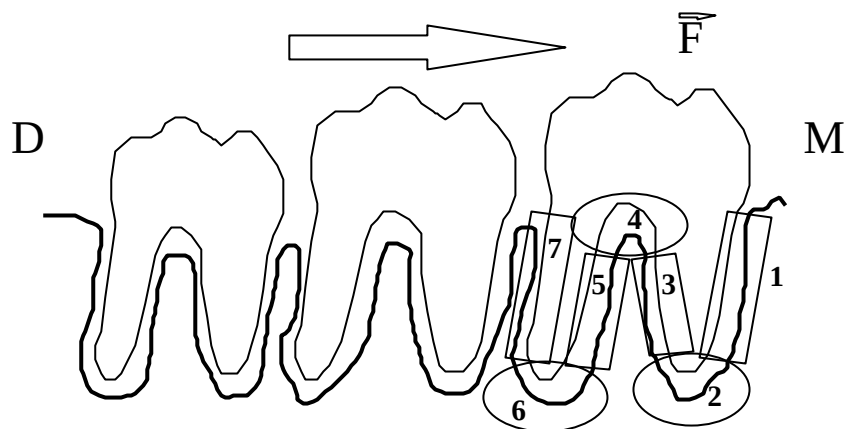


Figura 2: Desenho esquemático das áreas observadas.

Foram realizadas análises complementares do sangue e do osso do animal a fim de ratificar a confiabilidade do modelo experimental.

**Análise sangüínea:** Foi determinada a quantidade de cálcio no sangue dos animais, obtido por decaptação, utilizando-se, para isso, o plasma sangüíneo. **Fundamento:** O cálcio reage com a púrpura de ftaleína em meio alcalino, formando um complexo de cor violeta (LABTEST- cresolftaleína).

**Análise óssea:** A determinação de cálcio foi realizada por precipitação do íon à reação com oxalato de amônio, seguido de permaganimetria<sup>4</sup>. **Fundamento:** Nesse método, o cálcio é determinado titulometricamente, aproveitando sua propriedade de ser precipitado quantitativamente pelo oxalato de amônio. O precipitado é dissolvido pelo uso de ácido sulfúrico, titulando-se, em seguida, o ácido oxálico formado com o auxílio de permanganato de potássio.

O fêmur (direito) de cada animal foi removido, colocado em um recipiente hermético e armazenado a uma temperatura de 4°C até o final do dia. Eliminaram-se os

tecidos moles adjacentes, a peça foi etiquetada e armazenada a uma temperatura de -20°C até sua análise final. O fêmur foi utilizado para determinar o volume ósseo, a densidade óssea, o peso seco, o peso das cinzas, o peso orgânico e a quantidade de cálcio na peça óssea. Esses ossos foram descongelados, limpos e colocados em água destilada por seis horas. Foram, então, pesados; submersos em água destilada; ligeiramente secos e repesados. O peso úmido subtraído do peso submerso é igual ao peso de volume de água deslocado pelo osso, logo, igual ao volume ósseo (mL). O peso orgânico é derivado da subtração entre o peso das cinzas e o peso seco.

O teste “t de Student” foi aplicado aos dados oriundos da dieta, do peso do animal, do osso e do sangue, com o objetivo de confirmar se a condição experimental realmente induziu diferenças significantes quando comparada ao grupo controle.

Tabela 4 - Comparação dos parâmetros nutricionais no período de 24 horas após, e valores de to e p (g)

| Parâmetros Nutricionais | Controle |       | Experimental |       | To       | p     |
|-------------------------|----------|-------|--------------|-------|----------|-------|
|                         | Média    | D.P.  | Média        | D.P.  |          |       |
| Consumo inicial diário  | 14,10    | 0,82  | 14,10        | 1,24  | 0,00(n)  | 1,000 |
| Consumo total           | 293,10   | 7,61  | 258,90       | 7,83  | 4,00(*)  | 0,009 |
| Peso inicial            | 122,00   | 8,36  | 123,00       | 10,36 | -0,17(n) | 0,871 |
| Peso final              | 304,00   | 14,73 | 209,00       | 8,87  | 12,33(*) | 0,000 |
| Ganho peso total        | 182,00   | 12,22 | 86,20        | 12,85 | 12,08(*) | 0,000 |

n = valor não significante ; \* valor significante

Tabela 5 - Comparação dos valores quantitativos de cálcio no sangue no período de 24 horas após, e valores de to e p

|               | Controle |      | Experimental |      | to      | p     |
|---------------|----------|------|--------------|------|---------|-------|
|               | Média    | D.P. | Média        | D.P. |         |       |
| Sangue/Cálcio | 8,05     | 0,43 | 5,28         | 0,49 | 8,90(*) | 0,000 |

n = valor não significante ; \* valor significante

Tabela 6 - Comparação dos valores referentes ao fêmur esquerdo no período de 24 horas após, e valores de  $t_0$  e  $p$

| Medidas do Fêmur | Controle |      | Experimental |      | $t_0$    | $p$   |
|------------------|----------|------|--------------|------|----------|-------|
|                  | Média    | D.P. | Média        | D.P. |          |       |
| Densidade        | 1,23     | 0,22 | 1,12         | 0,42 | 0,50(n)  | 0,636 |
| Massa de Cinza   | 0,23     | 0,02 | 0,08         | 0,00 | 11,83(*) | 0,000 |
| Peso do osso     | 0,39     | 0,05 | 0,16         | 0,02 | 8,30(*)  | 0,000 |
| Peso seco        | 0,39     | 0,09 | 0,15         | 0,02 | 5,64(*)  | 0,003 |
| Peso úmido       | 0,77     | 0,15 | 0,34         | 0,07 | 5,56(*)  | 0,002 |
| Teor de cálcio   | 3,86     | 0,24 | 3,33         | 0,34 | 2,78(*)  | 0,026 |
| Volume do osso   | 0,33     | 0,08 | 0,16         | 0,07 | 3,28(*)  | 0,012 |

n = Valor não significante ; \* Valor significante

Tabela 7- Comparação dos parâmetros nutricionais 7 dias após, e valores de  $t_0$  e  $p$

| Parâmetros Nutricionais | Controle |       | Experimental |       | $T_0$    | $p$   |
|-------------------------|----------|-------|--------------|-------|----------|-------|
|                         | Média    | D.P.  | Média        | D.P.  |          |       |
| Consumo inicial diário  | 14,70    | 0,67  | 14,10        | 0,65  | 1,43(n)  | 0,189 |
| Consumo total           | 350,20   | 23,04 | 300,40       | 46,85 | 2,13(ns) | 0,078 |
| Peso inicial            | 126,00   | 2,23  | 122,00       | 7,58  | 1,13(n)  | 0,312 |
| Peso final              | 289,20   | 27,71 | 205,80       | 26,35 | 4,70(*)  | 0,002 |
| Ganho peso total        | 163,20   | 31,35 | 83,80        | 21,35 | 4,68(*)  | 0,002 |

n = valor não significante ; \* valor significante

Tabela 8 - Comparação dos valores quantitativos de cálcio no sangue 7 dias após, e valores de  $t_0$  e  $p$

|               | Controle |      | Experimental |      | $t_0$   | $p$   |
|---------------|----------|------|--------------|------|---------|-------|
|               | Média    | D.P. | Média        | D.P. |         |       |
| Sangue/Cálcio | 10,20    | 1,07 | 6,74         | 0,66 | 6,10(*) | 0,001 |

n = valor não significante ; \* valor significante

Tabela 9 - Comparação dos valores referentes ao fêmur esquerdo 7 dias após, e valores de  $t_0$  e  $p$ 

| Medidas do fêmur | Controle |      | Experimental |      | $t_0$    | $p$   |
|------------------|----------|------|--------------|------|----------|-------|
|                  | Média    | D.P. | Média        | D.P. |          |       |
| Densidade        | 1,38     | 0,11 | 1,05         | 0,19 | 3,27(*)  | 0,016 |
| Massa de Cinza   | 0,21     | 0,02 | 0,08         | 0,08 | 12,13(*) | 0,000 |
| Peso do osso     | 0,35     | 0,03 | 0,16         | 0,01 | 10,52(*) | 0,000 |
| Peso seco        | 0,32     | 0,02 | 0,12         | 0,01 | 14,61(*) | 0,000 |
| Peso úmido       | 0,51     | 0,03 | 0,29         | 0,04 | 8,12(*)  | 0,000 |
| Teor de cálcio   | 4,31     | 0,18 | 3,67         | 0,19 | 5,41(*)  | 0,001 |
| Volume do osso   | 0,25     | 0,03 | 0,15         | 0,03 | 4,62(*)  | 0,002 |

n = valor não significante ; \* valor significante

Tabela 10 - Comparação dos parâmetros nutricionais 14 dias após, e valores de  $t_0$  e  $p$ 

| Parâmetros Nutricionais | Controle |       | Experimental |       | $t_0$    | $p$   |
|-------------------------|----------|-------|--------------|-------|----------|-------|
|                         | Média    | D.P.  | Média        | D.P.  |          |       |
| Consumo inicial diário  | 14,80    | 0,44  | 14,30        | 1,09  | 0,94(n)  | 0,386 |
| Consumo total           | 379,60   | 14,05 | 303,80       | 23,87 | 6,12(*)  | 0,001 |
| Peso inicial            | 125,00   | 6,12  | 130,00       | 6,12  | -1,29(n) | 0,233 |
| Peso final              | 317,20   | 20,21 | 220,20       | 14,14 | 8,79(*)  | 0,000 |
| Ganho peso total        | 192,20   | 25,85 | 90,20        | 15,41 | 7,58(*)  | 0,000 |

n = valor não significante ; \* valor significante

Tabela 11- Comparação dos valores quantitativos de cálcio no sangue 14 dias após, e valores de  $t_0$  e  $p$ 

|               | Controle |      | Experimental |      | $t_0$   | $p$   |
|---------------|----------|------|--------------|------|---------|-------|
|               | Média    | D.P. | Média        | D.P. |         |       |
| Sangue/Cálcio | 7,40     | 0,86 | 5,07         | 0,17 | 5,90(*) | 0,003 |

n = valor não significante ; \* valor significante

Tabela 12 - Comparação dos valores referentes ao fêmur esquerdo 14 dias após, e valores de  $t_0$  e  $p$

| Medidas do Fêmur | Controle |      | Experimental |      | $t_0$    | $p$   |
|------------------|----------|------|--------------|------|----------|-------|
|                  | Média    | D.P. | Média        | D.P. |          |       |
| Densidade        | 1,38     | 0,14 | 0,95         | 0,31 | 2,75(*)  | 0,035 |
| Massa de Cinza   | 0,23     | 0,11 | 0,11         | 0,34 | 7,78(*)  | 0,001 |
| Peso do osso     | 0,39     | 0,01 | 0,18         | 0,02 | 15,19(*) | 0,000 |
| Peso seco        | 0,38     | 0,02 | 0,18         | 0,02 | 11,51(*) | 0,000 |
| Peso úmido       | 0,63     | 0,10 | 0,36         | 0,04 | 5,07(*)  | 0,003 |
| Teor de cálcio   | 3,97     | 0,68 | 3,34         | 0,43 | 1,76(ns) | 0,124 |
| Volume do osso   | 0,28     | 0,03 | 0,11         | 0,08 | 1,54(ns) | 0,178 |

n = valor não significante ; \* valor significante

Tabela 13- Composição centesimal das dietas controle e experimental

|              | Média    | Desvio padrão | Média        | Desvio padrão |
|--------------|----------|---------------|--------------|---------------|
|              | Controle | Controle      | Experimental | Experimental  |
| Umidade      | 4,57%    | 0,3752        | 4,95%        | 0,1880        |
| Cinzas       | 2,43%    | 0,1160        | 1,38%        | 0,0722        |
| Gordura      | 7,02%    | 0,25          | 7,24%        | 0,5460        |
| Fibra        | 10,20%   | 0,4116        | 12,80%       | 0,5804        |
| Proteínas    | 19,05%   | 1,40          | 19,20%       | 0,6003        |
| Carboidratos | 56,73%   | -----         | 54,42%       | -----         |

## **5 RESULTADOS**

### **Referente às Áreas Observadas**

A descrição dos resultados dos grupos controle e experimental sem movimentação ortodôntica se restringirá à região de furca e região interdental, uma vez que não houve estimulação do periodonto de sustentação através do dispositivo ortodôntico. Logo, não foram geradas áreas de pressão e tensão ao longo das raízes dentárias o que tornou essas regiões indiferentes à nossa observação e estudo.

### **Período de 24 horas do Grupo Controle Sem Movimentação**

#### **Ortodôntica (Figuras 4, 5 e 6)**

Na região de furca, principal área de análise, pode-se observar que a região apresenta, em toda sua extensão, um tecido ósseo trabecular regular. Observam-se lacunas medulares bem vascularizadas e celularizadas, apresentando, por vezes, no terço médio e apical do campo de observação, infiltrado inflamatório com presença de linfócitos e neutrófilos.

O ligamento periodontal apresenta-se regular em toda sua extensão. Observa-se, ainda, boa celularidade e vascularidade com cemento íntegro em todas as regiões observadas.

A região interdental (distal do primeiro molar) apresenta-se regular, encontra-se fibras interdentais, crista óssea íntegra, com aspecto de normalidade. O espaço do ligamento periodontal, nessa região, é normal, regular, com características de funcionalidade.



Figura 4: Grupo Controle – 24 horas sem movimento ortodôntico. Aspecto panorâmico da região de furca do primeiro molar. Osso alveolar (TOD) presente na região 4, notando-se espaços medulares (EM). Espaço periodontal (EP) dentro dos parâmetros funcionais H. E. Zeiss 61 X.

Figura 5: Detalhe da Figura 4, região 5 e parte distal da região 4. Regularidade e funcionalidade do periodonto (EP). Espaços medulares (EM). H. E. Zeiss 63 X.

Figura 6: Grupo Controle – 24 horas sem movimento ortodôntico. Região interdental. Fibras interdetais (FI) e espaço periodontal (EP) íntegro. Crista alveolar (CA) normal. H. E. Zeiss 63 X.

### **Período de 24 horas do Grupo Experimental Sem Movimentação Ortodôntica (Figuras 7, 8 e 9)**

Na região de furca, principal área de análise, observa-se que a região apresenta tecido ósseo trabecular em quantidade reduzida. Grandes espaços são observados preenchidos por infiltrado inflamatório constituído de linfócitos e neutrófilos.

O ligamento periodontal apresenta-se com aspecto de normalidade. O cemento e remanescentes do tecido ósseo alveolar estão dispostos ao longo do ligamento periodontal.

A crista óssea apresenta-se com aspecto normal, com fibras interdentais e espaço periodontal com sinais de funcionabilidade.

Figura 7: Grupo Experimental – 24 horas sem movimentação ortodôntica. Aspecto panorâmico da região de furca do primeiro molar. Amplo espaço preenchido por infiltrado inflamatório (II). Remanescentes de osso alveolar (AO). Espaço periodontal (EP) normal. H. E. Zeiss 61 X.

Figura 8: Detalhe da Figura 7. Região 5. Espaço periodontal (EP) normal. Re-  
manescentes de tecido ósseo alveolar (TOA). Infiltrado inflamatório (II). H.  
E. Zeiss 63 X.

Figura 9: Grupo Experimental – 24 horas sem movimento ortodôntico. Região interdental. Fibras interdetais (FI) e espaço periodontal (EP) íntegro. Crista alveolar (CA) presente. H. E. Zeiss 63 X.

## **Período de 7 Dias do Grupo Controle Sem Movimentação**

### **Ortodôntica (Figuras 10, 11 e 12)**

Na região de furca, principal área de análise, observa-se que a região apresenta, em toda sua extensão, um tecido ósseo trabecular regular. Observam-se lacunas medulares bem vascularizadas e celularizadas, apresentando, por vezes, no terço médio e apical do campo de observação, infiltrado inflamatório com presença de linfócitos e neutrófilos.

O ligamento periodontal apresenta-se regular em toda sua extensão. Observa-se, ainda, boa celularidade e vascularidade com cemento íntegro em todas as regiões observadas.

A região interdental (distal do primeiro molar) apresenta-se regular, apresentando fibras interdentais, crista óssea íntegra, com aspecto de normalidade. O espaço do ligamento periodontal, nessa região, é normal, regular, com características de funcionabilidade.



Figura 10: Grupo Controle - 7 dias sem movimentação ortodôntica. Aspecto panorâmico da região de furca do primeiro molar. Osso alveolar (TOD) presente

na região 4, notando-se espaços medulares (EM). Espaço periodontal (EP) dentro dos parâmetros funcionais H. E. Zeiss 61 X.

Figura 11: Grupo Controle. 7 dias sem movimentação ortodôntica. Detalhe da região 3. Regularidade e funcionalidade do periodonto (EP). Espaços medulares (EM). H. E. Zeiss 63 X.

Figura 12: Grupo Controle - 7 dias sem movimento ortodôntico. Região interdental. Fibras inter-dentais (FI) e espaço periodontal (EP) íntegro. Crista alveolar (CA) normal. H. E. Zeiss 63 X.

## **Período de 7 Dias do Grupo Experimental Sem Movimentação**

### **Ortodôntica (Figuras 13, 14 e 15)**

Na região de furca, principal área de análise, pode-se observar a presença de tecido ósseo trabecular em quantidade reduzida. Grandes espaços são observados preenchidos por infiltrado inflamatório, constituído de linfócitos e neutrófilos.

O ligamento periodontal apresenta-se com aspecto de normalidade. O cemento e remanescentes do tecido ósseo alveolar estão dispostos ao longo do ligamento periodontal.

A crista óssea apresenta-se com aspecto normal, com fibras interdentais e espaço periodontal com sinais de funcionabilidade.

Figura 13: Grupo Experimental -7 dias sem movimentação ortodôntica. Aspecto panorâmico da região de furca do primeiro molar. Amplo espaço preenchido por infiltrado inflamatório (II). Remanescentes de osso alveolar (AO). Espaço periodontal (EP) normal. H. E. Zeiss 61 X.

Figura 14: Detalhe da Figura 13. Região 5. Espaço periodontal (EP) normal. Remanescentes de tecido ósseo alveolar (TOA). Infiltrado inflamatório (II). H. E. Zeiss 63 X.

Figura 15: Grupo Experimental - 7 dias sem movimento ortodôntico. Região interdental. Fibras interdetais (FI) e espaço periodontal (EP) íntegro. Crista alveolar (CA) presente. H. E. Zeiss 63 X.

## **Período de 14 Dias do Grupo Controle Sem Movimentação**

### **Ortodôntica (Figuras 16, 17 e 18)**

Na região de furca, principal área de análise, pode-se observar que a região apresenta, em toda sua extensão, um tecido ósseo trabecular regular. Observam-se lacunas medulares bem vascularizadas e celularizadas, apresentando, por vezes, no terço médio e apical do campo de observação, infiltrado inflamatório com presença de linfócitos e neutrófilos.

O ligamento periodontal apresenta-se regular em toda sua extensão. Observa-se, ainda, boa celularidade e vascularidade com cemento íntegro em todas as regiões observadas.

A região interdental (distal do primeiro molar) apresenta-se regular, encontra-se fibras interdentais, crista óssea íntegra, com aspecto de normalidade. O espaço do ligamento periodontal, nessa região, é normal, regular, com características de funcionabilidade.



Figura 16: Grupo Controle - 14 dias sem movimentação ortodôntica. Aspecto panorâmico da região de furca do primeiro molar. Osso alveolar (TOD) presente

na região 4, notando-se espaços medulares (EM). Espaço periodontal (EP) dentro dos parâmetros funcionais H. E. Zeiss 61 X.

Figura 17: Detalhe da figura 16, região 3. Regularidade e funcionalidade do periodonto (EP). H. E. Zeiss 63 X.

Figura 18: Grupo Controle - 14 dias sem movimento ortodôntico.  
Região interdental. Fibras interdentais (FI) e espaço periodontal (EP) íntegro. Crista alveolar (CA) normal. H. E. Zeiss 63 X.

### **Período de 14 Dias do Grupo Experimental Sem Movimentação Ortodôntica (Figuras 19, 20 e 21)**

Na região de furca, principal área de análise, pode-se observar a presença de tecido ósseo trabecular em quantidade reduzida. Grandes espaços são observados preenchidos por infiltrado inflamatório intenso, constituído de linfócitos e neutrófilos.

O ligamento periodontal apresenta-se com aspecto de normalidade. O cemento e remanescentes do tecido ósseo alveolar estão dispostos ao longo do ligamento periodontal.

A crista óssea apresenta-se com aspecto normal com fibras interdentais e espaço periodontal com sinais de funcionabilidade.

Figura 19: Grupo Experimental -14 dias sem movimentação ortodôntica. Aspecto panorâmico da região de furca do primeiro molar. Amplo espaço preenchido por infiltrado inflamatório (II). Remanescentes de osso alveolar (AO). Espaço periodontal (EP) normal. H. E. Zeiss 61 X.

Figura 20: Detalhe da Figura 19. Região 3, apical. Espaço periodontal (EP) normal. Remanescentes de tecido ósseo alveolar (TOA). Infiltrado inflamatório (II). H. E. Zeiss 63 X.

Figura 21: Grupo Experimental - 14 dias sem movimento ortodôntico. Região interdental. Fibras interdetais (FI) e espaço periodontal (EP) íntegro.

Crista alveolar (CA) presente. Infiltrado inflamatório (II). H. E. Zeiss 63 X.

## **Período de 24 horas do Grupo Controle Com Movimentação Ortodôntica (Figuras 22, 23, 24 e 25)**

A superfície distal da raiz distal mostra-se recoberta por cemento fibrilar e celular, apresentando irregularidades em alguns pontos, com discretas áreas de reabsorção no terço cervical. Algumas dessas reabsorções exibem linhas de reversão e aposição de cemento novo, com cementoblastos dispostos de forma regular. O periodonto apresenta-se distendido no nível cervico-distal, evidenciando alguma compressão na metade apical. A região apresenta alta celularidade com fibras do ligamento periodontal bem inseridas na superfície radicular, mas precárias do lado da cortical óssea, onde se nota extensa atividade clástica direta. Na metade onde se observam indícios de maior pressão, há discreta hialinização e, ainda, um reduzido número de células com núcleos picnóticos. Junto à crista óssea rebaixada, observa-se tecido conjuntivo fibroso denso, com fibras do ligamento periodontal e interradiculares espessas. O tecido subepitelial e osso alveolar da região entre o 1º e 2º molares, apresenta-se com espaços medulares de tamanhos variados, preenchidos por tecido medular, mostrando, em algumas lacunas, atividade clástica em focos, indicativos do fenômeno reabsortivo indireto. Linhas de reversão e incremento ósseo são constantemente encontradas nessa área, como também a disposição aleatória de osteoplastos contendo, em geral, osteócitos viáveis. A região apical dessa superfície distal radicular mostra um periodonto bastante



celularizado, com fibras do ligamento inseridas em feixes, em geral profundos, no osso alveolar e na superfície radicular.

A superfície mesial da raiz distal (Figura 23) apresenta as mesmas características da superfície oposta já descrita, com discretos pontos de reabsorção óssea. Uma pequena distensão nos dois terços apicais e compressão no terço cervical caracterizam o periodonto correspondente. Nota-se, ainda, uma discreta hialinização, com picnoses nucleares de mesmo grau. Na área de expansão, a celularidade é alta, com inserção contínua do ligamento periodontal, tanto na superfície radicular como na superfície óssea, a qual mostra raros pontos de reabsorção direta. Lacunas medulares amplas e atividade de reabsorção indireta são observadas no osso inter-radicular, caracterizado por células gigantes nas suas adjacências. Osteoblastos dispostos aleatoriamente ao longo das linhas de reversão, freqüentemente, contêm osteócitos viáveis. A superfície radicular da região de furca (Figura 24) apresenta-se com alguma irregularidade, evidenciada por raros pontos de reabsorção, presentes em alguns espécimes. O periodonto é amplo e bem celularizado, enquanto a superfície óssea tem contorno descontínuo, associado a intensa atividade clástica direta e indireta.

A região distal da raiz mesial exibe uma superfície radicular normal com raros pontos de reabsorção óssea. O periodonto é bem celularizado, com evidências de discreta compressão no terço apical. A superfície óssea caracteriza-se por uma atividade osteoclástica intensa que se estende até a região apical. A região apical, bem celularizada, possui fibras do ligamento periodontal, inserindo-se de forma contínua junto à raiz

e esparsas, em forma de feixes, junto ao osso alveolar onde se percebem pontos de reabsorção direta (Figura 25).

A região mesial da raiz mesial, na sua metade superior, apresenta o periodonto comprimido, com hialinização de moderada a intensa, pouco celularizada, com poucos núcleos picnóticos. As superfícies óssea e radicular são regulares, porém com ausências de células blásticas de ambos os lados. A metade inferior dessa região exibe uma discreta distensão periodontal, ricamente celularizada, mostrando a superfície radicular com contornos irregulares. Os cementoblastos são dispostos regularmente, enquanto as fibras do ligamento periodontal se inserem numa disposição contínua. A superfície óssea exibe pontos de reabsorção com atividades clásticas focais. Pequenas lacunas esparsas são evidenciadas ao longo do osso alveolar que se mostrou predominantemente compacto.

Figura 22: Grupo Controle – 24 horas com movimentação ortodôntica. Aspecto panorâmico da região do primeiro molar. Polpa vital. Compressão nas regiões 1, 2 mesial (M), 5 e 6 distal (D). Distensão evidente em 3 cervical e 7 metade cervical. Osso alveolar presente na região 4, notando-se pontos de reabsorção. Espaço periodontal dentro dos parâmetros funcionais. Reabsorção óssea nas regiões 3, 4, 6 e 7. Evolução por hialinização em 1 cervical e 5 cervical. H. E. Zeiss 25 X.

Figura 23: Detalhe da Figura 22, região 5 e parte distal da região 4. Hialinização em 5 cervical. H. E. Zeiss 63 X.

Figura 24: Detalhe da Figura 22, região 4. Atividade clástica (AC) H. E.

Zeiss 63 X.

Figura 25: Detalhe Figura 22, da região 2, correspondente à raiz mesial do molar do rato 4. Pontos de reabsorção óssea na região 2 (R), parte distal. Rica celularidade. Linhas de reverbção e incremento (LR). H. E. Zeiss 63 X.

## **Período de 24 horas do Grupo Experimental Com Movimentação Ortodôntica**

A superfície radicular distal da raiz distal (Figura 28) apresenta-se, em geral, com contornos regulares, mostrando alguns pontos de reabsorção, sobretudo no terço cervical. Os terços médio e apical dessas superfícies mostram cementoblastos de superfícies contínuas, o que não foi encontrado no terço cervical. O periodonto, no nível do terço cervical, mostra-se em distensão, com colagenização densa e alguma hialinização progressiva. A população celular, comparativamente, é reduzida nessa área, com núcleos evolutivos à picnose. Nos terços médio e cervical, a celularidade é alta, com fibras do ligamento periodontal bem inseridas no cimento e precariamente inseridas no lado ósseo. No terço apical, notam-se discreta diminuição do espaço periodontal e alguma hialinização, com picnose nuclear evolutiva. A superfície óssea é irregular, com preponderância de áreas de reabsorção, onde diversos osteoclastos são intercalados por células blásticas, associadas ao fenômeno de aposição de osso novo. Nesses locais, observa-se inserção de novas fibras do ligamento periodontal. A crista óssea, entre o 1º e 2º molares, mostra amplos espaços medulares, sendo que alguns deles, em colagenização, exibem atividade clástica indireta. A celularidade tem disposição aleató-

ria constante, onde raros osteoplastos exibem-se vazios. Linhas intercementárias e de reabsorção são constantes e interpostas. O tecido conjuntivo fibroso, em processo de hialinização sobre a crista óssea rebaixada, liga-se em feixes densos às superfícies radiculares e ao epitélio, com pontos de fração onde há infiltrado inflamatório com concentração neutrofílica (Figura 26). A região apical exibe uma superfície radicular mais regular do que a superfície óssea alveolar, porque essa mostra alguns pontos de reabsorção, linhas de reversão e início de incremento ósseo. O periodonto é mais amplo do que as regiões cervical e média, bem celularizado e com discreto infiltrado inflamatório linfocitário (Figura 29).

A superfície mesial da raiz distal mostra pontos de regularidade discretos e um revestimento cementário fibrilar e celular. Na sua metade cervical, excluindo a área de furca, o espaço periodontal encontra-se reduzido e com hialinização, estando a população celular diminuída, com núcleos picnóticos. Nessa área, não se identificaram cementoblastos na metade apical, onde o espaço periodontal está reduzido, a celularidade é alta, com alguma distorção na orientação das fibras do ligamento. Nota-se, entretanto, uma disposição regular de osteoblastos e cementoblastos, embora alguns pontos de reabsorção óssea possam ser evidenciados.

O corpo ósseo inter-radicular mostra amplos espaços medulares, em geral interligados, contendo tecido de padrão medular em colagenização limitado às áreas próximas ao periodonto da furca. Observa-se, no contorno da superfície radicular, atividade clástica indireta. A celularidade é aleatória e constante, com linhas de reversão e

de incremento interpostas. Na região de furca, com menor densidade colágena, o periodonto é bem celularizado, evidenciando cementoblastos junto à superfície radicular normal, e na superfície óssea irregular, osteoblastos intercalados por células clásticas. Observam-se, ainda, áreas com disposição imprecisa das fibras do ligamento periodontal (Figura 27).

A superfície distal da raiz mesial é regular e revestida por cemento fibrilar e celular com cementoblastos dispostos regularmente. O periodonto tem densidade colágena no terço apical, estando discretamente expresso e bem celularizado em toda sua amplitude. As fibras do ligamento são bem inseridas no cemento e precariamente inseridas no osso alveolar, o qual tem superfície irregular e elevada atividade clástica. A região apical mostra superfície radicular com cementoblastos dispostos regularmente, periodonto com rica celularidade, sendo ainda bem colegendizado, com hialinização progressiva na parte superior do terço apical. A superfície óssea, também irregular, tem predomínio em pontos de atividade clástica.

A região mesial da raiz mesial mostra uma superfície radicular regular, revestida por cemento fibrilar e celular. Na parte superior do terço apical, em sentido cervical, notam-se descontinuidade progressiva e ausência de cementoblastos. O periodonto é denso em hialinização, com baixa celularidade e núcleos picnóticos. A superfície óssea apresenta alguma irregularidade e similar descontinuidade progressiva, com ausência de osteoblastos, à medida que se dirige para cervical. A crista óssea apresenta retração na porção superior e alta, além de uma densidade colágena alta. Há efração no epitélio



sulcular e juncional, com concentração subjacente, assim como sulco de células inflamatórias.

Figura 26: Grupo Experimental – 24 horas com movimentação ortodôntica. Aspecto panorâmico. Distensão em 3 e 4 mesial. Compressão na região 5. Espaço medular amplo no osso alveolar. Polpa vital. H. E. Zeiss 32 X.

Figura 27: Detalhe da Figura 26. Região 4. Rica celularidade e pontos de reabsorção em trabéculas ósseas (R). Áreas de hialinização em 4 distal (H) H.  
E. Zeiss 63 X.

Figura 28: Metade cervical correspondente ao grupo experimental de 24 horas. Áreas de diminuição do espaço periodontal (EP). Pontos de reabsorções ósseas diretas (RD) e indiretas (RI) e linhas de reverção (LR). H. E. Zeiss 160 X.

Figura 29: Detalhe da Figura 26, região 6. Pontos de reabsorção óssea (RO) e radicular (RR). Área de compressão periodontal mesial e distal. H. E. Zeiss 63 X.

## **Período de 7 Dias do Grupo Controle Com Movimentação Ortodôntica**

A superfície distal da raiz distal apresenta-se, em geral, regular, com raros pontos de reabsorção em reversão, por aposição de novo cemento. Os cementoblastos, dispostos em seqüência na superfície, mantêm maior regularidade quando se analisa a presente área no sentido apical. O periodonto correspondente é ricamente celularizado e com vascularização regular as fibras do ligamento se mostram fortemente inseridas no cemento, assim como nas áreas ósseas com aposição de osso novo. A crista óssea mostra-se rebaixada com várias áreas em atividade clástica. O septo ósseo alveolar apresenta espaços medulares irregulares e amplos, estando alguns deles em colagenização. A superfície óssea apresenta atividade clástica predominante em vários pontos. A região supra-óssea é larga, bem celularizada com feixes colágenos densos, dispostos, prevalentemente, de forma regular com o ligamento inter-radicular. O epitélio de revestimento da região exibe alguma descontinuidade associada a um discreto infiltrado inflamatório subjacente. O terço apical (Figura 32) apresenta superfície radicular regular, em atividade cementoblástica, periodonto bem celularizado com fibras do ligamento dispostas em várias direções, predominando as oblíquas e perpendiculares, entre a raiz e o osso alveolar. Essa área da raiz exibe uma superfície irregular, com linhas de rever-

são bem evidentes e predominância de atividade aposicional, embora se observem algumas áreas com atividade clástica.

A superfície radicular mesial da raiz distal mostra-se com contorno regular e cementoblastos dispostos irregularmente. O periodonto é bem celularizado, com vascularização do tipo regular. As fibras do ligamento periodontal mostram-se com alguma tortuosidade, bem inseridas no cimento e prejudicadas no osso alveolar, cuja superfície exibe prevalência de atividade clástica.

O osso alveolar inter-radicular (Figura 30) é denso, com espaços medulares reduzidos, alguns em colagenização e com irregularidade junto à região de furca. Essa área mostra uma superfície irregular, embora o espaço periodontal exiba parâmetros funcionais com o periodonto bem celularizado, ligamento disposto obliquamente e distensão recidual no sentido distal a mesial, onde se observa alguma atividade clástica indireta.

A superfície distal da raiz mesial apresenta-se, em geral, com uma superfície regular e com alguns pontos de reabsorção no terço cervical em reversão. O periodonto, nessa região, é bem celularizado, tem vascularização normal e exibe cementoblastos dispostos regularmente. Fibras do ligamento periodontal dispõem-se em feixes obliquamente na metade apical e perpendicularmente na metade cervical, estando bem inseridas no cimento e no osso alveolar em aposição, onde podem ser encontrados alguns pontos de atividade clástica.

O terço apical (Figura 31) mostra superfície radicular regular, com cementoblastos seqüenciais. O periodonto é bem celularizado e vascularizado, com feixes colágenos multidimensionais bem inseridos, no cimento e inseridos com menor regularidade, no osso alveolar. Esse apresenta atividade clástica predominante intercalada com áreas de aposição, com linhas de reversão e incrementares que se interpõem ao longo do ápice.

A superfície mesial da raiz mesial apresenta-se, em geral, regular, com cementoblastos seqüenciais na metade apical, exibindo vários pontos de reabsorção na sua metade cervical. O periodonto é bem celularizado, com vascularização regular, onde feixes de fibra do ligamento se encontram com alguma tortuosidade e bem inserido na superfície radicular. Em certos pontos da superfície alveolar, não se observam esses feixes envolvidos com a predominante atividade clástica do momento. Assim, o osso novo apostado e a reabsorção direta são observações constantes nesta área. O osso alveolar é compacto, com espaços regulares reduzidos e em processo de colagenização. A crista óssea, com retração, está sob o conjuntivo fibroso que, em geral, é do tipo denso e com degradação de colágeno em associação com infiltrado inflamatório. Nos casos de persistência da área de hialinização que ocorre na região cervical, identificam-se áreas de reabsorção direta e indireta adjacentes às linhas de incremento.

Figura 30: Grupo Controle - 7 dias com movimentação ortodôntica. Região 4. Discreta distensão (D) em 4 mesial e compressão em 4 distal (C). Trabeculado



ósseo denso (TO). Rica celularidade. Linhas de reversão e incremento. H. E. Zeiss 63 X.

Figura 31: Grupo Controle - 7 dias com movimentação ortodôntica. Região 2. Compressão em 2 mesial (C). Pontos de reabsorção esparsos (R). Rica celularidade. Polpa vital. H. E. Zeiss 63 X.

Figura 32: Grupo Controle - 7 dias com movimentação ortodôntica. Região 6. Compressão em 6 mesial (C) e distensão em 6 distal. Pontos de reabsorção esparsos (R). Evolução por hialinização na região 5 apical. Rica celularidade. Polpa vital (PV). H. E. Zeiss 63 X.

## **Período de 7 Dias do Grupo Experimental Com Movimentação Ortodôntica**

A superfície distal da raiz distal apresenta-se, em geral, regular, com algumas áreas de reabsorção em reversão, vistas sobretudo no terço cervical. Cementoblastos, dispostos em seqüência, mantêm maior regularidade no sentido apical. O periodonto correspondente é ricamente celularizado com vascularização regular, onde as fibras do ligamento se mostram fortemente inseridas no cimento e nas áreas de osso novo. A metade cervical exibe-se ampliada com distensão, enquanto a metade apical se apresenta estreitada com disposição indefinida do ligamento. Associa-se a essa condição uma prevalência aposicional óssea na área distendida e reabsortiva na área de compressão. A crista óssea mostra-se rebaixada com pontos de atividade clástica e outros aposicionais. O corpo ósseo, em quantidade reduzida, mostra espaços medulares em múltipla quantidade, amplos, predominantemente em colagenização. Em alguns preparados histológicos, associa-se a essa reduzida estrutura óssea um aumento excessivo da massa periodontal com disposição multidirecional de feixes de fibras colágenas. A região supra-óssea mostra-se espessa, com feixes do ligamento dispostos perpendicularmente entre as raízes, com degradação de colágeno na região justa epitelial, onde se

evidencia um infiltrado inflamatório difuso, mais intenso, quando associado à desintegração epitelial. O terço apical (Figura 35) apresenta superfície radicular regular em atividade cementoblástica, periodonto bem celularizado com fibras do ligamento dispostas em várias direções, predominando as oblíquas e perpendiculares entre a raiz e o osso alveolar. Essa área exibe uma superfície com irregularidade, linhas de reversão bem evidentes e predominância de atividade aposicional, com alguns pontos em atividade clástica.

A superfície radicular mesial da raiz distal mostra pontos de irregularidade caracterizados por reabsorções, em geral, em reversão, mostrando cementoblastos dispostos irregularmente. O periodonto é bem celularizado, com regular vascularização, reduzida na área correspondente à crista óssea rebaixada. As fibras do ligamento mostram-se com alguma tortuosidade, estando bem inseridas no cimento, com prejuízo, em algumas áreas da superfície alveolar, associando-se, em geral, à atividade clástica.

O corpo ósseo alveolar (Figura 33) inter-radicular, com trabeculado irregular, tem espaços medulares amplos, alguns deles em colagenização. Apresenta-se com a crista rebaixada, deixando o espaço periodontal largo, bem celularizado e vascularizado, com fibras dispostas em várias direções, preponderando o padrão horizontal. Podem ser vistos, ainda, poucos pontos de reabsorção direta e indireta.

A superfície distal da raiz mesial apresenta-se, em geral, com uma superfície regular, com pontos de reabsorção em reversão. Cementoblastos mostram-se dispostos, em geral, de forma regular. O espaço periodontal está bem celularizado e vasculariza-

do, estando precariamente no osso alveolar, onde vários pontos de reabsorção direta estão presentes. O terço apical tem superfície radicular regular com cementoblastos seqüenciais (Figura 34). O periodonto é bem celularizado e vascularizado, com feixes colágenos multidimensionais bem inseridos no cimento e com menor regularidade no osso alveolar. Esse apresenta atividade clástica predominante, intercalada com áreas de aposição, com interposição de linhas de reversão e incrementárias.

A superfície mesial da raiz mesial apresenta-se, em geral, regular com cementoblastos seqüências na metade apical. Vários pontos de reabsorção são observados na metade cervical da raiz mesial. O periodonto é bem celularizado e mostra uma vascularização regular. Em alguns pontos, os feixes de fibra do ligamento encontram-se com alguma tortuosidade. Esses feixes estão bem inseridos na superfície radicular e em pontos da superfície alveolar não envolvidas com a predominante atividade clástica do momento. Assim, o osso novo aposto e a reabsorção direta são observações constantes nessa região analisada. Em alguns casos, a reabsorção indireta, nessa região, é bem caracterizada. O osso alveolar mostra espaços medulares, por vezes amplos e em colagenização, e faixas externas compactas, com espaços regulares reduzidos e em colagenização. A crista óssea, com retração, está sob o conjuntivo fibroso que é do tipo denso. Em alguns casos, são vistas áreas de hialinização com reabsorção indireta acentuada.

Figura 33: Grupo Experimental - 7 dias com movimentação ortodôntica. Região 4. Acentuado espaçamento periodontal com densa colagenização (EP). Osso subjacente com trabeculado denso (TD). Pontos de reabsorção óssea (R). Rica celularidade. H. E. Zeiss 80 X.

Figura 34: Grupo Experimental - 7 dias com movimentação ortodôntica. Região 2. Compressão na região 2 apical e distal. Pontos múltiplos de reabsorção (R). Rica celularidade. Linhas de reversão e incremento ósseo e cementário. H. E. Zeiss 63 X.

Figura 35: Grupo Experimental - 7 dias com movimentação ortodôntica. Região 6. Pontos múltiplos de reabsorção em 6 apical, distal e 7 apical (R). Rica celularidade. H. E. Zeiss 63 X.

### **Período de 14 Dias do Grupo Controle Com Movimentação**

#### **Ortodôntica**

A superfície distal da raiz distal apresenta-se regular com aposição cementária nos pontos de reabsorção, determinada pelas linhas de reversão. Cementoblastos são vistos em seqüências, com alguma dispersão no terço cervical. O periodonto apresenta-se bem celularizado e vascularizado com fibras dispostas, em geral, perpendiculares à raiz, bem inseridas no cimento e no osso novo alveolar formado, que também mostra preponderância aposicional nos focos reabsortivos com interposição de linhas de incremento e reversão. Osteoblastos exuberantes estão presentes na superfície. O corpo ósseo alveolar apresenta espaços medulares normais, alguns deles em colagenização, com raros pontos de reabsorção indireta. A crista óssea mostra-se rebaixada com



contorno em regularização sob o conjuntivo fibroso denso, disposto em feixes com o ligamento interradicular exuberante. Na região subepitelial, há variável disjunção tecidual e discreto infiltrado inflamatório, prevalentemente mononuclear. A região apical apresenta condições semelhantes como continuidade periodontal, com superfície radicular e óssea em regularização, com predominância maciça de atividade aposicional.

A superfície mesial da raiz distal exibe predominância de atividade aposicional, com tendência à regularização da superfície. Nota-se, ainda, algumas áreas com atividade clástica. O periodonto é bem celularizado e vascularizado, com feixes do ligamento dispostos oblíquos, de forma irregular na metade apical, com características multidirecionais na área cervical. O osso alveolar inter-radicular é denso, com espaços medulares normais, estando alguns deles em colagenização, sobretudo os da metade oclusal superior. Raros pontos de reabsorção diretos e indiretos podem ser identificados, sobretudo os próximos à região supradistal. O periodonto da região de furca (figura 36) tem espessura padrão com feixes inseridos obliquamente, do osso alveolar à raiz, orientando-se de distal para mesial. Ambas as superfícies, óssea e radicular, têm predominância aposicional nos pontos de reabsorção.

A superfície distal da raiz mesial mostra raros pontos de reabsorção, em processo de reversão para aposição de cemento novo. O periodonto é bem celularizado e vascularizado, com cementoblastos dispostos regularmente e mostra osteoclastos exuberantes na superfície óssea. Fibras do ligamento com feixes dispostos, em geral oblíquos, estão orientadas regularmente ao longo do espaço periodontal. O terço apical

mostra superfície radicular em regularização e ósseo alveolar com alguns pontos de reabsorção (Figura 38). O periodonto apresenta-se bem celularizado e vascularizado, apresentando feixes do ligamento multidirecionais, predominantemente em disposição oblíqua.

A superfície mesial da raiz mesial mostra-se em regularização, com pontos de reabsorção em reversão. Cementoblastos estão dispostos regularmente. O periodonto é bem celularizado e vascularizado com áreas contraídas e feixes do ligamento dispostos, em geral, com acentuada obliquidade para a área apical. A superfície óssea em regularização mostra osteoblastos dispostos sequencialmente. A atividade clástica é eventual e indireta. A crista óssea é rebaixada em regularização, sob o conjuntivo fibroso, com discretos pontos de hialinização. A região subepitelial mostra disjunção de fibras e discreto infiltrado inflamatório, prevalentemente mononuclear.

Figura 36: Grupo Controle - 14 dias com movimentação ortodôntica. Região 4 preponderante.Trabeculado ósseo denso (TD). Estreitamento periodontal na região 4 oclusal (EP). Colagenização discreta nos espaços medulares (EM). Polpa vital. Tric. Masson. Zeiss 63 X.

Figura 37: Grupo Controle - 14 dias com movimentação ortodôntica. Região 3. Disposição regular de fibras colágenas do ligamento periodontal inseridas no cimento. Rica celularidade. Periodonto em parâmetros funcionais. Tric. Masson. Zeiss 100 X.

Figura 38: Grupo Controle - 14 dias com movimentação ortodôntica. Região 2. Compressão (C) e pontos de reabsorção (R) na região 2 apical. Rica celularidade. H. E. Zeiss 80 X.

### **Período de 14 Dias do Grupo Experimental Com Movimentação Ortodôntica**

A superfície distal da raiz distal (Figura 42) apresenta forma regular, com aposição de cimento nos pontos de reabsorção, determinados pelas linhas de reversão. Cementoblastos são vistos seqüenciais com alguma dispersão no terço cervical. O peridonto apresenta-se bem celularizado e vascularizado, com fibras dispostas, em geral,

perpendiculares à raiz, bem inseridas no cimento e no osso alveolar formado. Também mostra preponderância aposicional nos focos de reabsorção com interposição de linhas de incremento e reversão. Osteoblastos exuberantes estão presentes na superfície. O corpo ósseo alveolar apresenta predominância de espaços intratrabeculares e medulares com áreas de colagenização (Figura 40). A crista óssea mostra-se rebaixada com contorno irregular, com várias septações. A região apical apresenta condições semelhantes, como continuidade periodontal, superfície radicular e óssea em regularização, com predominância maciça de atividade aposicional.

A superfície mesial da raiz distal mostra predominância de atividade aposicional, com tendência à regularização da superfície. Notam-se, ainda, alguns pontos com atividade clástica. O periodonto é bem celularizado e vascularizado, com feixes do ligamento dispostos oblíquos, irregulares na metade apical, multidirecionais na cervical. O osso alveolar inter-radicular apresenta-se com inúmeros espaços medulares, prevalentemente, em colagenização, crista óssea rebaixada com espaço periodontal na região de furca sensivelmente ampliado com feixes do ligamento com disposição multidirecional.

A superfície distal da raiz mesial mostra raros pontos de reabsorção, todos eles em processo de reversão com aposição de cimento novo. O periodonto é bem celularizado e vascularizado, com cementoblastos dispostos regularmente como também osteoclastos exuberantes na superfície óssea. Fibras do ligamento com feixes dispostos, em geral oblíquos, estão dispostos regularmente. O terço apical (Figura 41) mostra superfície radicular em regularização e superfície óssea alveolar com alguns pontos de

reabsorção. O periodonto é bem celularizado e vascularizado, apresentando feixes do ligamento multidirecionais, predominantemente com disposição oblíqua.

A superfície mesial da raiz mesial mostra-se em regularização com pontos de reabsorção em reversão. Cementoblastos estão dispostos regularmente. O periodonto é bem celularizado e vascularizado, com áreas contraídas e feixes do ligamento dispostos, em geral, com acentuada obliquidade para apical. A superfície óssea apresenta inúmeros espaços medulares em colagenização. A região subepitelial mostra disjunção de fibras e discreto infiltrado inflamatório, prevalentemente mononuclear. Em alguns casos, há a presença de ilhotas epiteliais no periodonto na região de furca.

Figura 39: Grupo Experimental - 14 dias com movimentação ortodôntica. Aspecto panorâmico das regiões analisadas. Compressão na região 3 média; 5 média e apical, 6 distal e 7 apical. Distensão evidente na região 7 cervical (D). Acentuado espaçamento e densa colage-



nização na região 4 (E). Osso subjacente com trabeculado denso (TD). Polpa vital (PV).  
H. E. Zeiss 25X.

Figura 40: Detalhe da Figura 39. Região 4. Espaçamento periodontal com colagenização densa (CD). Rica celularidade. Presença de ilhotas epiteliais (IE). H. E. Zeiss 63 X.

Figura 41: Detalhe da Figura 39. Região 2. Discreto estreitamento periodontal. Rica celularidade. Linhas de reversão e incremento (LRI). H. E. Zeiss 63 X.

Figura 42: Grupo Experimental com movimentação ortodôntica - 14 dias com movimentação ortodôntica, região 7 cervical. Estrutura periodontal dentro de parâmetros funcionais (EP). Cimento (C). Tecido ósseo (TO) Tric. Masson. Zeiss 100 X.

## Resumo dos Principais Eventos dos Resultados

|                                           | 24 h s/ Mov. Con | 24 h s/ Mov. Exp. | 7 dias s/ Mov.Con | 7 dias s/ Mov.Exp | 14dias s/ MovExp | 14dias s/ MovExp |
|-------------------------------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|
| <b>Inflamação</b>                         | <b>Não</b>       | <b>Sim</b>        | <b>Não</b>        | <b>Sim</b>        | <b>Não</b>       | <b>Sim</b>       |
| <b>Linhas de Incremento e reverterção</b> | <b>Não</b>       | <b>Não</b>        | <b>Não</b>        | <b>Não</b>        | <b>Não</b>       | <b>Não</b>       |
| <b>Reabsorção Óssea Direta</b>            | <b>Não</b>       | <b>Não</b>        | <b>Não</b>        | <b>Não</b>        | <b>Não</b>       | <b>Não</b>       |
| <b>Reabsorção Óssea Indireta</b>          | <b>Não</b>       | <b>Não</b>        | <b>Não</b>        | <b>Não</b>        | <b>Não</b>       | <b>Não</b>       |
| <b>Reabsorção Radicular</b>               | <b>Não</b>       | <b>Não</b>        | <b>Não</b>        | <b>Não</b>        | <b>Não</b>       | <b>Não</b>       |
| <b>Hialinização</b>                       | <b>Não</b>       | <b>Não</b>        | <b>Não</b>        | <b>Não</b>        | <b>Não</b>       | <b>Não</b>       |
| <b>Ligamento</b>                          | <b>Normal</b>    | <b>Normal</b>     | <b>Normal</b>     | <b>Normal</b>     | <b>Normal</b>    | <b>Normal</b>    |
| <b>Espaços medulares</b>                  | <b>Normal</b>    | <b>Amplo</b>      | <b>Normal</b>     | <b>Amplo</b>      | <b>Normal</b>    | <b>Amplo</b>     |

|                                        | 24 h c/ Mov. Con | 24 h c/ Mov. Exp. | 7 dias c/ Mov.Con | 7 dias c/ Mov.Exp  | 14dias c/ MovCon | 14dias c/ MovExp   |
|----------------------------------------|------------------|-------------------|-------------------|--------------------|------------------|--------------------|
| <b>Infiltrado Inflamatório</b>         | <b>Não</b>       | <b>Elevado</b>    | <b>Não</b>        | <b>Elevada</b>     | <b>Não</b>       | <b>Elevada</b>     |
| <b>Linhas de Incremento e reverção</b> | <b>Sim</b>       | <b>Sim</b>        | <b>Sim</b>        | <b>Sim</b>         | <b>Sim</b>       | <b>Sim</b>         |
| <b>Reabsorção Óssea Direta</b>         | <b>Sim</b>       | <b>Sim</b>        | <b>Sim</b>        | <b>Sim</b>         | <b>Sim</b>       | <b>Sim</b>         |
| <b>Reabsorção Óssea Indireta</b>       | <b>Sim</b>       | <b>Sim</b>        | <b>Não</b>        | <b>Não</b>         | <b>Não</b>       | <b>não</b>         |
| <b>Reabsorção Radicular</b>            | <b>Não</b>       | <b>Sim</b>        | <b>Não</b>        | <b>Não</b>         | <b>Não</b>       | <b>Não</b>         |
| <b>Hialinização</b>                    | <b>Sim/leve</b>  | <b>Sim</b>        | <b>Sim</b>        | <b>Não</b>         | <b>Não</b>       | <b>Não</b>         |
| <b>Ligamento</b>                       | <b>Normal</b>    | <b>Normal</b>     | <b>Normal</b>     | <b>Normal</b>      | <b>Normal</b>    | <b>Normal</b>      |
| <b>Espaços medulares</b>               | <b>Normal</b>    | <b>Amplo</b>      | <b>Normal</b>     | <b>Muito Amplo</b> | <b>Normal</b>    | <b>Muito Amplo</b> |

## 6 DISCUSSÃO

A complexa relação entre dieta e saúde bucal tem sido avaliada por muitos pesquisadores. Especialmente no campo da ortodontia, as pesquisas têm-se voltado para os fenômenos histológicos que envolvem a movimentação dentária e os nutrientes que, isoladamente, afetam os eventos desse fenômeno<sup>4,6,11,15,18,31,36,48,51,52</sup>. Ainda é predominante entre os ortodontistas a busca por conhecimentos de biomecânica da movimentação ortodôntica, concentrada nos sistemas de força aplicados nas mais variadas situações clínicas. Pouco se tem estudado das respostas biológicas às forças ortodônticas, sobretudo nas diferentes condições de dieta alimentar. Os resultados do tratamento ortodôntico podem ser alterados tanto pelo planejamento mecânico escolhido como pelas condições biológicas dos indivíduos. São evidentes os diferentes desequilíbrios quantitativos e/ou qualitativos de nutrientes na vida moderna, tanto em função dos desequilíbrios de comportamento do homem moderno, como pela condição de popularização da ortodontia contemporânea, que beneficia cada vez mais as classes sociais menos privilegiadas. Por isso se torna cada vez mais necessária uma detalhada anamnese inicial, bem como um acompanhamento da dieta durante o tratamento ortodôntico, sob o risco de comprometer a saúde bucal e, especificamente, os tecidos periodontais do paciente<sup>16,42,43,47</sup>.

Invariavelmente, a única preocupação dos clínicos, em relação à nutrição, tem sido com o risco à cárie dentária, em suma, ingestão de açúcares associada à escovação dentária deficiente. É indiscutível a inter-relação entre dieta e saúde que, entretanto,

é pouco conhecida, tanto nas suas conseqüências, como na identificação dos problemas por ela ocasionados<sup>59</sup>.

Para que uma investigação sobre os efeitos da dieta pudesse revelar algum conhecimento fidedigno, era necessário constituir-se um grupo experimental, que não só fosse diferente nas suas condições de dieta durante o experimento, e que essa condição fosse instaurada anteriormente a ele. Da mesma forma, o peso dos animais, no começo do estudo, deveria acusar que os grupos estavam em condições de saúde semelhantes.

Pode-se observar nas tabelas 4, 7, e 10 do presente trabalho que os animais, além de idades semelhantes, apresentavam pesos iniciais praticamente idênticos. Após 31 dias, ou seja, no momento do sacrifício do primeiro grupo de animais, a diferença entre o peso inicial e o peso final, para esse período, foi estatisticamente significativa. O peso era diferente em, aproximadamente, 100 gramas entre os grupos controle e experimental. Essa observação foi diferente daquela mostrada pelos dados de Bissada<sup>4</sup>, em uma investigação que retirou o cálcio da dieta de ratos e não encontrou diferença estatisticamente significativa no peso dos animais em relação ao grupo controle. Provavelmente, isso ocorreu pois os autores não associaram à deficiência de cálcio a deficiência de vitamina D para o grupo experimental, permitindo a ação compensatória do hormônio da glândula paratireóide, que promove a homeostase cálcica. Naquela investigação, não houve diferenças significantes dos níveis de cálcio sérico do grupo experimental, fato observado também no estudo de Midgett et al.<sup>26</sup>. Ambos experimentos deram



margem aos fatores de compensação do organismo do animal usado como modelo experimental.

Os dados da presente investigação mostraram que o peso e o nível de cálcio sérico foram diferentes entre os grupos experimental e controle (Tabelas 4, 5, 7, 8, 10 e 11). Esses resultados foram semelhantes em relação ao peso dos animais, aos resultados de Rasmussen<sup>42, 43</sup> e Persson et al.<sup>37</sup> Toma-se interessante observar que essa diferença sérica ocorreu mesmo que a quantidade de consumo inicial diário de ração tivesse sido igual para os dois grupos. Nessas mensurações, para o período de 1 dia com movimentação ortodôntica, os valores não apresentaram diferenças estatisticamente significantes (Tabela 4). Isso demonstra a eficiência da dieta proposta, assim como a importância do balanço dietético em detrimento da quantidade ingerida. O ganho de peso, durante o experimento, evidenciou diferenças altamente significantes entre os animais dos dois grupos “com” e “sem” movimentação ortodôntica. Essa condição experimental foi confirmada pelos resultados das análises da composição centesimal das dietas controle e experimental administradas aos animais de ambos os grupos (Tabela 13).

O resultado dessa análise permitiu constatar, nesse trabalho, a composição real das dietas, isto é, verificar se as quantidades de nutrientes planejados para cada dieta estavam corretas. Considera-se fundamental destacar os valores diferentes, estatisticamente significantes, das cinzas dos minerais e a equivalência dos outros componentes das dietas, uma vez que o cálcio pode ser titulado pela análise dessas cinzas. Os valores referentes às fibras são passíveis de discussão, uma vez que o método de análise é duvidoso.

Os valores das diferenças apresentados nas tabelas 7 e 10, para os períodos de 7 e 14 dias, respectivamente, são praticamente os mesmos discutidos nos parágrafos acima. Nas tabelas 4 e 10, o consumo total de ração, durante o experimento, mostrou diferenças estatisticamente significantes, fato que provavelmente ilustra a condição de estresse do rato frente a uma dieta desequilibrada de 44 dias e ao tratamento ortodôntico que se iniciou no 31º dia e se prolongou por mais 14 dias. Esse quadro exacerbou-se com o passar do tempo durante o experimento. Fato comprovado, também, nas observações histológicas, quando comparamos todos os grupos e períodos.

A condição experimental se aproximou da realidade clínica observando-se as recomendações nutricionais da Organização Mundial de Saúde, ou mesmo às adaptadas à população brasileira pela Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição para vitamina “D” e cálcio. Em alguns segmentos da população, independente da posição social que ocupam, pode ocorrer carência desses nutrientes<sup>59, 63</sup>. A deficiência de nutrientes ocorre principalmente pela falta de planejamento alimentar, especialmente quanto à escolha dos alimentos diários, influenciada pelo estilo de vida das crianças e adolescentes dos dias atuais<sup>18, 53</sup>.

A influência da exposição solar no metabolismo da vitamina D desempenha um papel importante na homeostase cálcica da estrutura óssea, segundo Holick<sup>19</sup> e Devgun<sup>10</sup>. Os dados da presente investigação estão de acordo com esses últimos, referentes à dieta, peso corporal, análise sérica e análise do osso. A relação direta entre cálcio, vitamina D e o estresse físico já foi apontada por vários autores<sup>14,15,17,19,38,41,50,61</sup>, e isso

pode explicar a progressiva diferença observada nos grupos de 24 horas, 7, e 14 dias nas Tabelas 4, 7 e, 10.

Da mesma forma que os parâmetros nutricionais, especialmente os que se referem ao peso dos animais, a comparação dos níveis de cálcio no sangue revelou diferenças significantes entre os grupos. Os dados relativos ao fêmur dos animais ilustram ainda mais o quadro de real falta de cálcio e vitamina D. Todas as mensurações obtidas apresentaram diferenças estatisticamente significantes.

O cálcio é responsável pela manutenção das funções essenciais ao organismo. A estrutura óssea é sacrificada para manter um nível mínimo no sangue. Nessa situação de demanda, o processo alveolar e o osso basilar dos maxilares também são objetos de perda óssea metabólica. Roberts<sup>53</sup> relatou, que mesmo em situações extremas, a lâmina dura ao redor do dente é preservada, fato comprovado nas observações realizadas. O osso trabecular é muito lábil, remodelando-se entre 20 a 30% no período de um ano. Logo, é muito mais susceptível à debilidade frente a um balanço negativo de cálcio.

A aplicação de todos os testes e a compreensão do metabolismo do cálcio e da vitamina D contribuíram para uma maior confiabilidade do modelo experimental desse trabalho.

Os resultados histológicos para o período de 24 horas sem movimentação ortodôntica, entre os grupos controle e experimental, são morfologicamente diferentes. A principal área de observação foi a região de furca, pois as demais regiões não foram expressivas, visto que não foi aplicada força ortodôntica. Mediante esses fatores, não

foram criadas zonas de pressão e tensão. A principal diferença entre os grupos está na presença de um infiltrado inflamatório intenso, preenchendo grandes espaços no grupo experimental, também observado em outros estudos<sup>1,6,9,40,41,47,60</sup>. Nessa mesma região, no grupo controle, observou-se um tecido ósseo denso com lacunas medulares bem vascularizadas e celularizadas. Essas diferenças entre o grupo experimental e controle foram semelhantes em todos os três períodos de observação. A debilitação óssea aumentou no decorrer do experimento.

O ligamento periodontal, entretanto, apresentou-se regular em toda a sua extensão para ambos os grupos sem movimentação ortodôntica. No grupo experimental, ao longo de todo o ligamento periodontal, observou-se remanescentes de tecido ósseo. Essa região apresenta um osso mais denso, a lâmina dura, diferente do osso alveolar trabecular. Esse último, segundo Roberts<sup>51,52,53</sup>, é a primeira fonte de cálcio a ser mobilizada quando há restrição desse elemento da dieta. Isso ocorre por restrição alimentar ou estresse fisiológico, como a amamentação e a menopausa. As evidências encontradas nas lâminas observadas vêm de encontro às conclusões de Roberts<sup>51,52,53</sup>. O osso alveolar trabecular foi substituído por um infiltrado inflamatório composto por linfócitos e neutrófilos, indicando um processo agudo. Mediante esse quadro de substituição, pode-se evidenciar o osso alveolar trabecular como altamente importante no processo de homeostase do cálcio no organismo.

A crista alveolar, na região interdental entre o primeiro e segundo molar, apresentou-se regular e preservada. O resultado foi similar entre os grupos sem movimenta-

ção ortodôntica em todos os períodos. Para o grupo experimental, no entanto, menos osso alveolar foi observado nos períodos de 7 e 14 dias. A preservação da crista alveolar apresentou um resultado diferente do observado nos grupos com movimentação ortodôntica. Provavelmente pela inflamação exercida pela própria presença do dispositivo ortodôntico bem como pela força exercida nos grupos com movimentação foram os principais fatores da preservação ou não da crista alveolar.

A descrição histológica para os grupos experimental e controle sem movimentação ortodôntica foi similar em todos os períodos. A revisão da bibliografia refere que a somatória de estresse concorre para aumentar a demanda de cálcio, bem como de nutrientes requeridos. Essa condição foi confirmada na presente investigação no momento em que foram comparados os resultados entre os grupos com e sem movimentação ortodôntica. A restrição alimentar de cálcio e vitamina D, a manipulação diária dos animais, as condições padronizadas do experimento e a movimentação ortodôntica, somadas, modelaram o estresse vivido pelos animais que formaram o modelo experimental.

Os resultados para o período de 24 horas com movimentação ortodôntica entre os grupos experimental e controle foram semelhantes no que se refere ao desencadeamento do processo de movimentação dentária <sup>4,14,15,24,28,29,30,31,33, 34,48,49,50,54, 55,56,58,64</sup>.

Nas áreas de tensão do ligamento periodontal, as superfícies óssea e radicular apresentaram-se de forma regular com linhas de reversão e aposição de cemento novo, com cementoblastos bem distribuídos ao longo do espaço periodontal. O periodonto, na superfície distal, apresentou-se distendido no nível cervical e levemente diminuído na

metade apical, enquanto o quadro se inverteu na mesial, como consequência do movimento de inclinação dentária provocado pelo dispositivo ortodôntico. Apresentou-se, ainda, com alta celularidade e fibras bem inseridas na superfície radicular e, em menor escala, na superfície óssea. Foi observada reabsorção direta com uma discreta hialinização do tecido periodontal.

O quadro celular para o grupo experimental, nesse período, provavelmente tem relação direta com o tipo de força e movimento aplicado ao molar do rato, dentro dos limites fisiológicos de movimentação dentária<sup>3,14,25,29,30,54,55,61,63</sup>. O grupo experimental se diferenciou, nessa zona, por apresentar um grau mais elevado e progressivo de hialinização e áreas de contornos irregulares, aposição, osteoclastos e células blásticas intercaladas. Isso ocorreu, provavelmente, pelo fato de que a densidade óssea era menor no grupo experimental, tornando a inclinação dentária mais evidente. Nos dois grupos, notou-se a preservação da integridade da superfície radicular.<sup>4,11,39,43</sup>

Na região de furca, os detalhes referentes à estrutura óssea foram mais diferenciados. No grupo controle com movimentação ortodôntica, os espaços medulares apresentaram-se de tamanhos variados, com áreas de atividade clástica em focos, reabsorção indireta e linhas de reversão e incrementárias. A superfície radicular apresentou uma discreta irregularidade, bem como a superfície óssea. Nessa última, além do contorno descontínuo, evidenciaram-se reabsorções direta e indireta. O grupo experimental, com movimentação, ortodôntica apresentou, nessa mesma área, amplos espaços medulares interligados, crista óssea retraída, processo de hialinização e infiltrado infla-

matório de concentração neutrofílica, o que indica um quadro agudo de inflamação<sup>6</sup>. O mesmo nível de força utilizado nos dois grupos e a evidência de respostas diferentes foram certamente indicação da variável da dieta imposta ao grupo experimental.

Nas áreas de pressão, o grupo controle com movimentação ortodôntica apresentou o espaço periodontal mesial da raiz distal com discreta hialinização, raras células de núcleos picnóticos e reabsorção direta, da mesma forma que o grupo experimental. Observaram-se, ainda, nesse grupo, as superfícies radiculares intactas e disposição regular de osteoblastos e cementoblastos. A semelhança de eventos para essa região de tensão se deve, provavelmente, à natureza da força utilizada nesse trabalho. As propriedades da mola, constituída de liga de níquel-titânio, asseguram uma força em torno de 50g para uma deformação de até 500% do comprimento original da mola<sup>27</sup>. Outro aspecto a ser apontado é o curto período de estresse, a partir da instalação do aparelho. Já na raiz mesial, o grupo controle apresentou a metade superior do ligamento periodontal comprimido com hialinização de moderada a intensa. As superfícies radiculares e ósseas eram regulares, apesar de ser essa uma área de pressão. Essa área caracterizou o grupo experimental com movimentação ortodôntica tão bem quanto a área de furca, evidenciando diferenças significativas. Foi observada uma descontinuidade progressiva no sentido cervical, pois, nessa área, a pressão era maior, ocasionada pelo movimento de inclinação dentária. Observou-se, ainda, diminuição do número de osteoblastos, à medida que se aproximava da região cervical, com expressiva retração da crista óssea.

Para o período de 7 dias com movimentação ortodôntica, as observações foram muito similares às já descritas para 24 horas, a não ser pelo grau de modificações acentuadas pelo estresse da condição experimental do aparelho e pelo tempo de carência nutricional, o que causa inapetência e aumenta a irritabilidade do animal, conforme mostrado em outras investigações.<sup>4, 15, 18, 20, 34, 39, 43, 51, 65</sup>

Nas áreas de tensão do grupo controle, observou-se a superfície radicular regular, com raros pontos de reabsorção em reversão por aposição de cimento novo, vascularização regular, bem como rica celularidade. Notou-se, também, o ligamento fortemente inserido, tanto no cimento quanto no osso, indicando bom estado de saúde periodontal nessa área. A superfície óssea apresentou vários pontos com atividade clástica, crista rebaixada e corpo ósseo alveolar com espaços medulares irregulares e amplos. O terço apical apresentou superfície regular e linhas de reversão.

A mesma região periodontal, no grupo experimental com movimentação ortodôntica, apresentou eventos similares, mas com uma desorganização maior. Na região cervical, as áreas de reabsorção e reversão foram maiores com o ligamento distendido e espaços amplos, enquanto na região apical o espaço periodontal foi bem mais estreito. A crista óssea alveolar foi mais rebaixada, evidenciando uma menor quantidade óssea e uma maior massa de tecidos moles periodontais. A região supra-óssea apresentou-se inflamada, com degradação de colágeno, provavelmente pelo contato com o dispositivo ortodôntico. Nessa área cervical, esperava-se alguma reação, uma vez que o dispositivo ortodôntico foi amarrado ao molar com um fio de amarelo em torno do



colo do dente. A presença física desse fio, assim como o trauma da inserção do dispositivo, certamente, é um fator que causa uma reação inflamatória nessa área. O corpo ósseo mostrou espaços medulares múltiplos e amplos. O terço apical se assemelhou ao do grupo controle. Notou-se, claramente, que o fator tempo tem real importância, acentuando o grau de deficiência nutricional. O corpo ósseo inter-radicular, no período de 7 dias com movimentação ortodôntica, também se assemelhava ao período de 1 dia. Diferenciou-se, no grupo experimental, um trabeculado mais irregular, espaços medulares amplos com a crista rebaixada, deixando um espaço periodontal maior, bem celularizado e vascularizado, com fibras orientadas em diversas direções. Observava-se, ainda, poucos pontos de reabsorção direta e indireta.

No grupo controle com movimentação ortodôntica, o osso inter-radicular era denso, irregular e os espaços medulares reduzidos. O espaço periodontal era normal, e alguma atividade clástica indireta pôde ser observada. Nas áreas de pressão do grupo controle com movimentação ortodôntica, o contorno radicular era regular e as linhas de reversão bem evidentes, com predominância aposicional. O periodonto mostrou-se bem celularizado com fibras em várias direções.

No grupo experimental com movimentação ortodôntica, as fibras periodontais apresentaram-se tortuosas, mas não envolvidas na atividade clástica. Constantemente, observaram-se osso novo e atividade clástica direta. O osso apresentou faixa externa compacta e espaços medulares amplos, mostrando que a estrutura de um modo geral não se modificou, mas o desempenho fisiológico estava comprometido. Crista óssea

alveolar retraída, reabsorções indiretas e alguma hialinização também foram notadas no grupo experimental.

Para o período de observação de 14 dias com movimentação ortodôntica, os achados histológicos apresentaram-se muito semelhantes aos períodos anteriores. Nas áreas de tensão, os grupos controle e experimental diferiram, principalmente, na estrutura do corpo ósseo alveolar, onde espaços intratrabeculares aumentados predominaram nos animais com deficiência nutricional. A região apical foi semelhante nos dois grupos com movimentação ortodôntica. A região inter-radicular do grupo controle apresentou evidências de normalidade e funcionabilidade, ao passo, que no grupo experimental, inúmeros espaços medulares, em colagenização, foram observados. A crista óssea rebaixada, com o espaço periodontal bastante aumentado, demonstrou o elevado grau de deficiência nutricional dos animais, semelhante estruturalmente com os outros períodos.

Nas áreas de pressão do grupo controle, pôde-se observar, na superfície óssea em regularização, osteoblastos dispostos seqüencialmente, atividade clástica eventual e indireta, assim como a crista óssea rebaixada com alguns pontos de hialinização. Essa observação não foi válida para o grupo experimental com movimentação ortodôntica. A superfície óssea apresentou inúmeros espaços medulares em colagenização, inflamação na região subepitelial e ainda disjunção das fibras, o que ocorreu em ambos os grupos com movimentação ortodôntica.

As diferenças entre os grupos com e sem movimentação ortodôntica na região de furca evidenciou a falta de capacidade de recuperação do organismo dos animais

frente à somatória de estresse. A reabsorção da lâmina dura na região interradicular frente à força ortodôntica foi definitiva durante o experimento para o grupo com movimentação ortodôntica, estrutura que era preservada enquanto não houve movimentação do molar. Uma vez em condição de demanda de cálcio e seu principal mediador, a vitamina D, o organismo do rato não foi capaz de regenerar as estruturas ósseas. O tecido ósseo foi substituído por uma alta concentração de fibras colágenas. A seqüência de eventos não pareceu ser alterada, variando somente o grau de resposta periodontal. Essa observação concorda com o trabalho de Hermanson<sup>17</sup>.

O presente trabalho, bem como o de Mostafa <sup>28</sup>, evidenciou dois padrões de eventos que influenciam a resposta tecidual frente a uma força ortodôntica. O primeiro representa uma resposta fisiológica, que pode ser associada ao crescimento e remodelação óssea fisiológica. O segundo se dá a partir de um estímulo exógeno que desencadeia uma resposta inflamatória clássica. O infiltrado inflamatório contribui para liberação de prostaglandinas, estimulando a ação dos osteoclastos e da collagenase.

Dessa forma, no presente trabalho, a resposta inflamatória esteve presente em todos os grupos. Para os grupos com movimentação ortodôntica notou-se, freqüentemente, a presença de osteoclastos, linhas de reversão e áreas em colagenização. Para os grupos sem movimentação ortodôntica, notou-se a presença de um infiltrado inflamatório constituído por linfócitos e neutrófilos.

A importância da preservação do ligamento periodontal é enfatizada nesse estudo. A utilização de forças leves que permaneçam dentro de limites biológicos é um

fator preponderante. O estímulo ao ligamento periodontal induz a liberação dos precursores dos osteoclastos a fim de se reestabelecer o espaço periodontal original.<sup>6,9,25,36,39,60</sup> Da mesma forma a estimulação do periodonto é captada por sensores que permitem que o íon cálcio flua ao citoplasma dos osteoblastos para iniciar o processo biológico, assim como a mitose celular. A mobilidade do cálcio frente aos sensores mecânicos é o processo responsável pela transformação de um estímulo mecânico em ativação biológica.<sup>36</sup>

O presente trabalho permite observar que a preservação da integridade do periodonto é fundamental para que o processo de movimentação dentária seja biologicamente correto. A seqüência clínica, escolha de materiais e o conhecimento dos eventos biológicos associam-se ao bom estado de saúde geral dos indivíduos. A utilização das novas ligas para ortodontia, níquel-titânio, no caso desse estudo, é possível diminuir a possibilidade de grandes variações de força, uma vez que podemos escolher a quantidade de força desejada durante a desativação do dispositivo ortodôntico<sup>27</sup>. Essa liga possui propriedades que permitem aplicar uma força leve e constante, diferente do aço inoxidável que libera uma força de curta duração e grande magnitude.

Admite-se que a análise morfológica pode não ter sido suficiente para discriminar as totais diferenças, mais sutis entre as respostas do grupo experimental e do grupo controle, com e sem movimentação ortodôntica; por isso, outras investigações deverão ser realizadas, aplicando-se análises histoquímicas ou ultra-estruturais para um conhecimento mais profundo do processo de movimentação ortodôntica nas condições de hipocalcemia e hipovitaminose D.

## 7 CONCLUSÃO

1. O modelo experimental de hipocalcemia e hipovitaminose D empregado demonstrou que influencia na resposta dos tecidos periodontais, durante a movimentação ortodôntica do molar do rato.

2. A sobreposição dos estresses causados pelo dispositivo ortodôntico e pela dieta desbalanceada, determinada durante o experimento, é um fator significativo, proporcionando diferenças morfológicas entre os grupos.

3. A deficiência nutricional, aplicada no presente estudo, determinou diferenças significativas nas respostas histomorfológicas entre todos os grupos estudados.

4. A deficiência nutricional, utilizada no presente estudo, determinou diferenças significativas nas respostas histomorfológicas frente à movimentação ortodôntica, onde a sequência de eventos não se altera, observando-se uma menor quantidade óssea com substituição fibrosa, fundamentalmente na região de crista inter-radicular.

5. As influências na resposta tecidual restringem-se ao ligamento periodontal e osso alveolar, enquanto o cimento exibe maior estabilidade para os grupos com movimentação ortodôntica.

6. A preservação do ligamento periodontal é fundamental para que ocorra uma movimentação ortodôntica dentro de limites biológicos.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALHASHIMI, N., FRITHIOF, L., BRUDVIK, P., BAKHIET, M. Orthodontic tooth movement and de novo synthesis of proinflammatory cytokines. . **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v. 119, p. 307-12, 2001.
2. ARNAUD, C. D. Bioquímica y fisiología de la hormona paratireoidea. In: **Seminário de Nutrition de Nestlé**, 21, Buenos Aires, 1988. Resumen... Buenos Aires: Nestlé Nutrition Services, 1988. p. 8-10 .
3. BAUMRIND, S. A reconsideration of the propriety of the “pressure-tension” hypothesis. **Am. J. Orthod.**, v. 55, p. 12-22, 1969.
4. BISSADA, N. F., De MARCO, T. J. The effect of a hypocalcemic diet on the periodontal structures of the adult rat. **J. Periodontol.**, v. 45, p.739-45, 1974.
5. CLARK, L. COLLIP, G. E. B. Study of the zisdal method for determination of blood serum calcium with a suggested modification. **J. Biol. Chem.**, v.63, p. 461-4, 1923.
6. CONSOLARO, A. Biologia da movimentação dentária: princípios básicos aplicados à clínica. In: INTERLANDI, S., **Ortodontia, bases para a iniciação**. São Paulo, 1999. P.435-49.
7. COPE, J. B., HARPER, R. P., SAMCHUKOV, M. L. Experimental tooth movement through regenerate alveolar bone: A pilot study. **Am. J. Orthod. Dentof. Orthop.**, v.116, p.501-5, 1999.
8. DAVID, L. Raquitismo común por deficiencia de vitamina D. In: **Seminário de Nutrition de Nestlé**, 21, Buenos Aires, 1988. Resumen... Buenos Aires: Nestlé Nutrition Services, 1988. p. 14-6.

9. DAVIDOVITCH, Z., OKAMOTO, Y., GOLGEN, H., SHANFELD, J. Biological response to tooth movements, In: Orthodontics for the next millennium, Dallas, 1997, p. 2-30.
10. DEVGUN, M. S. Serum 25- hydroxyvitamin D in Wistar rats fed vitamin D deficient or normal diet: effect of ultraviolet irradiation and temperature. **Med. Lab. Sci.**, v. 48, p.193-5, 1991.
11. ENGSTROM, C. Root resorptions during orthodontic tooth movement and bone remodelling dynamics during hypocalcaemia and treatment with biphosphonate. In: DAVIDOVITCH, Z. **The biological mechanisms of tooth and root resorption**. Birmingham: *Ebsco*, 1988. p. 391-7.
12. FARFAN, J. A. Fatores nutricionais que influem na formação e manutenção do osso. **Rev. Nutr. Puccam**, v. 7, p. 148-72, 1994.
13. FRASER, D. R. Fisiología de la vitamina D y homeostasis cálcica. In: **Seminário de Nutrition de Nestlé**, 21, Buenos Aires, 1988. Resumen... Buenos Aires: Nestlé Nutrition Services, 1988. p. 4-5.
14. GANDINI Jr., L. G. Avaliação Histológica do Periodonto de Sustentação do Molar do Rato, Submetido à Movimentação Ortodôntica, Sob à Ação do Ultrasom. 1993, 82p., Dissertação (Mestrado em Ortodontia) - Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista.

15. GOLDIE, R. S., KING, G. J. Root resorption and tooth movement in orthodontically treated, calcium-deficient, and lactating rats. *Am. J. Orthod.*, v.85, p.424-30, 1984.
16. HELLER, I. J., NANDA, R. Effect of metabolic alteration of periodontal fibers on orthodontic tooth movement. An Experimental Study *Am. J. Orthod.*, v.75, p. 239-58, 1979.
17. HERMANSON, P. C. Alveolar bone remodeling incident to tooth movement. *Angle Orthod.*, v. 42, p. 107-15, 1972.
18. HICKORY, W., NANDA, R. Nutritional considerations in orthodontics. *Dent.Clin. North Am.*, v.25, p.195-201, 1981.
19. HOLICK, M. F. Fotosíntesis, metabolismo y acción biológica de la vitamina D. In: *Seminário de Nutrição de Nestlé*, 21, Buenos Aires, 1988. Resumen... Buenos Aires: Nestlé Nutrition Services, 1988. p. 1-3.
20. JOHNSTON JR., C. C. et al. Calcium supplementation and increases in bone mineral density in children. *N. Engl. J. Med.*, v. 327, p.82-7, 1992.
21. KOUMAS, H., MATTHEWS, J .L. Effect of pressure on the formation of collagen in the periodontal ligament. *Am. J. Orthod.*, v.56, p. 604-12, 1969.
22. LISTGARTEN, M. A. Intracellular collagen fibrils in the periodontal ligament of the mouse, rat, hamster, guinea pig and rabbit. *J. Periodontal Res.*, v. 8, p.335-42, 1973.



23. LURA, H. E. Tissue reactions of bone upon mechanical stresses. *Am. J. Orthod.*, v.38, p. 453-9, 1952.
24. MACAPANPAN, L. C., WEINMANN, J. P., BRODIE, A. G. Early tissue changes following tooth movement in rats. *Angle Orthod.*, v. 24, p. 79-95, 1954.
25. MATSUO, C. N., MATSUO, T., NAKAGO, T. Intracellular calcium response to hydraulic pressure in human periodontal ligament fibroblasts. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, v.109, p. 244-8, 1996.
26. MIDGETT, R., J., SHAYE, R., FRUGE, J. F. The effect of altered bone metabolism on orthodontic tooth movement. *Am. J. Orthod.*, v. 80, p.256-62, 1981.
27. MIURA, F. et al. The super-elastic property of Japanese NiTi alloy wire for use in orthodontics. *Am. J. Orthod.*, v. 90, p.1-10, 1986.
28. MOSTAFA, Y. A., WEAKS-DYBVIG, M., OSDOBY, P. Orchestration of tooth movement. *Am. J. Orthod.*, v. 83, p.245-50, 1983.
29. MOYERS, R. E. The periodontal membrane in orthodontics. *J. Am. Dent. Assoc.* v.40, p.22-7, 1950.
30. MOYERS, R. E., BAUER, J. L. The periodontal response to various tooth movements. *Am. J. Orthod.*, v.36, p. 572-80, 1950.
31. MYRICK JR, A. C. Is tissue resorption and replacement in permanent teeth of mammals caused by stress-induced hypocalcemia. In: DAVIDOVITCH, Z. *The biological mechanisms of tooth and root resorption*. Birmingham: Ebsco, 1988. p. 379-89.

32. OLSON, C. M. Joint position of Society for Nutrition Education (SNE), The American Dietetic Association (ADA), and American School Food Service Association (ASFSA): School-based Nutrition Programs and Services. *J. Nutr. Educ.*, v.27, p. 58-61, 1995.
33. OPPENHEIN, A. Tissue changes, particularly of the bone, incident to tooth movement. *Am. J. Orthod.* **III**, 1911-12, p. 57-67, illus. p. 113-32, 5 illus. Apud GANDINI JR.. Avaliação histológica do periodonto de sustentação do molar do rato, submetido à movimentação ortodôntica, sob a ação do ultra-som, 1993, 82p., Dissertação (Mestrado em Ortodontia)-Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista.
34. OPPENHEIN, A. A possibility for physiologic orthodontic movement. *Am. J. Orthod. Oral Surg.*, v.30, p.277-328, 1944.
35. PAUNIER, L.- Prevención del raquitismo. In: *Seminário de Nutrition de Nestlé*, 21, Buenos Aires, 1988. Resúmen... Buenos Aires: Nestlé Nutrition Services, 1988. p. 31-32.
36. PAYNE, M. H. Biological properties of the calcium conducting stretch channel in the MC3T3-E1 osteoblast. *University of the Pacific School of Dentistry*, San Francisco, Calif., 1999.
37. PERSSON, P., GAGNENO-PERSSON, R., HAKANSON, R. The effect of high or low dietary calcium on bone and calcium homeostasis in young male rats. *Calcif. Tissue Int.*, v. 52, p.460-4, 1993.

38. PETTIFOR, J. M. Deficiencia de calcio. In: *Seminário de Nutrition de Nestlé*, 21, Buenos Aires, 1988. Resumen... Buenos Aires: Nestlé Nutrition Services, 1988. p. 17-9.
39. PILON, J. J. G. M., JAGTMAN, A. M. K., MALTHA, J. C. Magnitude of orthodontic forces and rate of bodily tooth movement. An experimental study. *Am. J. Orthod. Dentof. Orthop.*, v.110, p.16-23, 1996.
40. RADUNOVIC, V. V., KVINNSLAND, S., KVINNSLAND, I. H. Effect of experimental tooth movement on nerve fibres immunoreactive to calcitonin gene-related peptide, protein gene product 9.5, and blood vessel density and distribution in rats. *Europ. J. of Orthod.* v. 19, p. 517-29, 1997.
41. RANA, M. W., POTHISIRI, V., KILLIANY, D. M., XU, X. M. Detection of apoptosis during orthodontic tooth movement in rats. *Am. J. Orthod. Dentof. Orthop.*, v.119, p.516-21, 2001.
42. RASMUSSEN, P. Calcium deficiency, pregnancy, and lactation in rats. Some effects on blood chemistry and the skeleton. *Calcif. Tissue Res.*, v. 23, p. 87-94, 1977.
43. RASMUSSEN, P. Calcium deficiency, pregnancy, and lactation in rats. Microscopic and microradiographic observations on bones. *Calcif. Tissue Res.*, v. 23, p. 95-102, 1977.
44. REEVES, P. G., NIELSEN, F. H., FAHEY JR., G. C. AIN-93 purified diets for laboratory rodents: final report of the American Institute of Nutrition Ad Hoc

- Writing Committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet. *J. Nutr.*, v. 123, p. 1939-51, 1993.
45. REEVES, P. G., ROSSOW, K. L., LINDLAUF, J. Development and testing of the AIN-93 purified diets for rodents: results on growth, kidney calcification and bone mineralization in rats and mice. *J. Nutr.*, v. 123, p. 1923-31, 1993.
  46. REITAN, K., KVAM, E. Comparative behavior of human and animal tissue during experimental tooth movement. *Angle Orthod.*, v. 41, p. 1-14, 1971.
  47. RIORDAN, D. J. Effects of orthodontic treatment on nutrient intake. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 111, p. 554-61, 1997.
  48. ROBERTS, W. E. Cell population dynamics of periodontal ligament stimulated with parathyroid extract. *Am. J. Anat.*, v. 143, p. 363-70, 1975.
  49. ROBERTS, W. E., GOODWIN JR., W. C., HEINER, S. R. Cellular response to orthodontic force. *Dent. Clin. North Am.*, v.25, p.3-17, 1981.
  50. ROBERTS, W.E. et al. Vascularly oriented differentiation gradient of osteoblast precursor cells in rat periodontal ligament: implications for osteoblast histogenesis and periodontal bone loss. *J. Periodontal Res.*, v. 22, p.461-7, 1987.
  51. ROBERTS, W. E. et al. What are the risk factors of osteoporosis assessing bone health. *J. Am. Dent. Assoc.*, v.122, p. 59-61, 1991.
  52. ROBERTS, W. E. Bone physiology and metabolism in dental implantology: risk factors for osteoporosis and other metabolic bone diseases. *Implant. Dent.*, v.1, p.11-21, 1992.

53. ROBERTS, W. E. Bone physiology, metabolism, and biomechanics in orthodontic practice. In: GRABER, T. M., VARNARSDALL, R. L., ***Orthodontics: Current principles and thechniques***, St. Louis, Missouri, 1994, p. 193-34.
54. RYGH, P. Ultrastrutural Vascular Changes in Pressure Zones of Rat Molar Perodontium Incident to Orthodontic Tooth Movement. ***Scand. J. Dent. Res.***, v. 80, p. 307-21, 1972.
55. RYGH, P. Ultrastrutural Vascular Changes in Tension Zones of Rat Molar Perodontium Incident to Orthodontic Tooth Movement. ***Am.. J. Orthod.***, v. 70, p. 269-81, 1976.
56. SANDSTEAD, C. Einige Beitrage Zer theorie der Zahnreguliereeng, Nord. ***Tandl. Tidskr.***, v.5, p. 236, 1904 apud GANDINI JR., Avaliação histológica do periodonto de sustentação do molar do rato, submetido à movimentação ortodôntica, sob a ação do ultra-som, 1993, 82p., Dissertação (Mestrado em Ortodontia)-Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista.
57. SANDY, J. R., FARNDAL, R. W., MEIKLE, M. C. Recent advances in understanding mechanically induced bone remodeling and their relevance to orthodontic theory and practice. ***Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.***, v. 103, p. 212-22, 1993.
58. SCHWARZ, A. M. Tissue changes incident to tooth movement. ***Int. J. Orthod. Oral Surg.***, v. 18, p. 331-52, 1932.

59. SINTES, J. L. Nutrition and oral health. *Arch. Latinoam. Nutr.* v.42, p.68s-71s, 1992.
60. TSAY, T. P., CHEN, M. H., OYEN, O. J. Osteoclastactivation and recruitment after application of orthodontic force. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 115, p. 323-30, 1999.
61. TSUKAMOTO, H., HENRRQUES, J. F. C., LINO, A. L. Considerações sobre as alterações histológicas nas movimentações dentárias. *Ortodontia*, v.31, p. 69-71, 1998.
62. VANNUCCHI, H. et al. Aplicações das recomendações nutricionais adaptadas à população brasileira. *Cadernos de Nutrição SBAN*, v. 2, p.34-126, 1990.
63. WALDO, C. M., ROTHBLATT, J. M. Histologic response to tooth movement in the laboratory rat. *J. Dent. Res.*, v.33, p. 481-6, 1954.
64. WEHRBEIN, H., FUHRMANN, R. A. W., DIEDRICH, P. R. Human histologic tissue response after long-term orthodontic tooth movement. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v. 107, p. 360-71, 1995.
65. WONG, K.M., SINGER, L. , OPHAUG, R.H. Metabolic aspects of bone resorption in calcium-deficient lactanting rats. *Calcif. Tissue Int.*, v. 32, p.213-9, 1980.
66. WORLD HEALTH ORGANIZATION. Food and Agricultural Organization Necessidades de ácido asbórico, vitamina D, vitamina B12, folato e ferro. *Série de Informes Técnicos*, 452. Rome, 1970.

## 9 APÊNDICE

Dados referentes ao Fêmur dos animais

| ANIMA<br>L | GRUPO | DIAS | PESO | DENSID | VOL | MACINZ | TEOR<br>Ca | PEÚMID | PESECO |
|------------|-------|------|------|--------|-----|--------|------------|--------|--------|
| 1          | 1     | 1    | ,44  | ,91    | ,48 | ,25    | 3,48       | ,950   | ,490   |
| 2          | 1     | 1    | ,36  | 1,19   | ,30 | ,21    | 3,87       | ,780   | ,320   |
| 3          | 1     | 1    | ,47  | 1,52   | ,31 | ,28    | 3,87       | ,900   | ,500   |
| 4          | 1     | 1    | ,35  | 1,21   | ,29 | ,22    | 4,17       | ,620   | ,330   |
| 11         | 1     | 1    | ,36  | 1,33   | ,27 | ,22    | 3,92       | ,610   | ,340   |
| 5          | 1     | 7    | ,40  | 1,33   | ,30 | ,24    | 4,25       | ,550   | ,350   |
| 6          | 1     | 7    | ,34  | 1,23   | ,28 | ,21    | 4,13       | ,550   | ,350   |
| 7          | 1     | 7    | ,37  | 1,41   | ,26 | ,23    | 4,29       | ,520   | ,320   |
| 8          | 1     | 7    | ,33  | 1,42   | ,23 | ,20    | 4,62       | ,480   | ,300   |
| 9          | 1     | 7    | ,31  | 1,53   | ,20 | ,18    | 4,27       | ,480   | ,300   |
| 10         | 1     | 14   | ,40  | 1,13   | ,35 | ,25    | 2,76       | ,690   | ,370   |
| 12         | 1     | 14   | ,36  | 1,45   | ,25 | ,22    | 4,19       | ,560   | ,360   |
| 13         | 1     | 14   | ,39  | 1,50   | ,27 | ,24    | 4,31       | ,590   | ,400   |
| 14         | 1     | 14   | ,41  | 1,37   | ,29 | ,25    | 4,28       | ,530   | ,360   |
| 15         | 1     | 14   | ,39  | 1,46   | ,27 | ,25    | 4,33       | ,790   | ,420   |
| 18         | 2     | 1    | ,21  | ,93    | ,22 | ,10    | 3,17       | ,450   | ,200   |
| 19         | 2     | 1    | ,15  | ,58    | ,25 | ,10    | 3,18       | ,300   | ,140   |
| 23         | 2     | 1    | ,18  | 1,05   | ,17 | ,09    | 3,45       | ,300   | ,140   |
| 28         | 2     | 1    | ,16  | 1,72   | ,09 | ,08    | 3,01       | ,390   | ,170   |
| 30         | 2     | 1    | ,13  | 1,34   | ,10 | ,08    | 3,88       | ,290   | ,130   |
| 16         | 2     | 7    | ,19  | ,94    | ,20 | ,09    | 3,61       | ,370   | ,140   |
| 17         | 2     | 7    | ,15  | ,86    | ,17 | ,07    | 3,41       | ,250   | ,150   |
| 20         | 2     | 7    | ,17  | 1,38   | ,13 | ,09    | 3,84       | ,290   | ,120   |
| 21         | 2     | 7    | ,16  | 1,05   | ,15 | ,09    | 3,61       | ,320   | ,110   |
| 22         | 2     | 7    | ,14  | 1,04   | ,14 | ,08    | 3,88       | ,260   | ,120   |
| 24         | 2     | 14   | ,18  | ,99    | ,18 | ,09    | 3,51       | ,310   | ,150   |
| 25         | 2     | 14   | ,16  | 1,33   | ,12 | ,17    | 2,71       | ,390   | ,170   |
| 26         | 2     | 14   | ,21  | ,64    | ,33 | ,10    | 3,12       | ,390   | ,190   |
| 27         | 2     | 14   | ,18  | ,62    | ,29 | ,09    | 3,53       | ,420   | ,200   |
| 29         | 2     | 14   | ,21  | 1,18   | ,18 | ,11    | 3,83       | ,330   | ,220   |

Dados referentes à quantidade de cálcio no sangue dos animais

| ANIMAL | GRUPO | SANGUE | DIA    |
|--------|-------|--------|--------|
| 2,000  | 1,000 | 8,400  | 1,000  |
| 4,000  | 1,000 | 8,400  | 1,000  |
| 10,000 | 1,000 | 7,900  | 1,000  |
| 11,000 | 1,000 | 7,500  | 1,000  |
| 5,000  | 1,000 | 11,200 | 7,000  |
| 8,000  | 1,000 | 11,100 | 7,000  |
| 6,000  | 1,000 | 10,600 | 7,000  |
| 9,000  | 1,000 | 9,200  | 7,000  |
| 7,000  | 1,000 | 8,900  | 7,000  |
| 14,000 | 1,000 | 6,300  | 14,000 |
| 12,000 | 1,000 | 8,100  | 14,000 |
| 15,000 | 1,000 | 7,300  | 14,000 |
| 13,000 | 1,000 | 8,400  | 14,000 |
| 10,000 | 1,000 | 6,900  | 14,000 |
| 18,000 | 1,000 | 4,700  | 1,000  |
| 23,000 | 1,000 | 5,800  | 1,000  |
| 28,000 | 1,000 | 5,600  | 1,000  |
| 30,000 | 1,000 | 5,500  | 1,000  |
| 19,000 | 2,000 | 4,800  | 1,000  |
| 17,000 | 2,000 | 6,800  | 7,000  |
| 21,000 | 2,000 | 6,400  | 7,000  |
| 20,000 | 2,000 | 6,900  | 7,000  |
| 16,000 | 2,000 | 7,700  | 7,000  |
| 22,000 | 2,000 | 5,900  | 7,000  |
| 24,000 | 2,000 | 5,100  | 14,000 |
| 27,000 | 2,000 | 5,000  | 14,000 |
| 29,000 | 2,000 | 4,900  | 14,000 |
| 26,000 | 2,000 | 5,300  | 14,000 |



Dados referentes ao peso e ingestão dos animais

| id     | dia    | grupo | ingest1 | Peso1  | ingest2 | Peso2  | ingest3 | Peso3  | ingest4 | Peso4  |
|--------|--------|-------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| 1,000  | 1,000  | 1,000 | 29,000  | 115,00 | 29,000  | 127,00 | 30,000  | 145,00 | 34,000  | 160,00 |
| 2,000  | 1,000  | 1,000 | 26,000  | 115,00 | 26,000  | 130,00 | 30,000  | 143,00 | 32,000  | 160,00 |
| 3,000  | 1,000  | 1,000 | 27,000  | 120,00 | 27,000  | 133,00 | 30,000  | 146,00 | 35,000  | 165,00 |
| 4,000  | 1,000  | 1,000 | 29,000  | 125,00 | 29,000  | 142,00 | 30,000  | 155,00 | 32,000  | 169,00 |
| 5,000  | 7,000  | 1,000 | 30,000  | 125,00 | 30,000  | 141,00 | 30,000  | 150,00 | 35,000  | 165,00 |
| 6,000  | 7,000  | 1,000 | 30,000  | 125,00 | 30,000  | 143,00 | 30,000  | 148,00 | 35,000  | 162,00 |
| 7,000  | 7,000  | 1,000 | 30,000  | 125,00 | 30,000  | 140,00 | 30,000  | 154,00 | 35,000  | 164,00 |
| 8,000  | 7,000  | 1,000 | 30,000  | 125,00 | 30,000  | 137,00 | 30,000  | 145,00 | 35,000  | 157,00 |
| 9,000  | 7,000  | 1,000 | 27,000  | 130,00 | 29,000  | 150,00 | 30,000  | 158,00 | 32,000  | 172,00 |
| 10,000 | 14,000 | 1,000 | 30,000  | 135,00 | 30,000  | 149,00 | 30,000  | 156,00 | 33,000  | 175,00 |
| 11,000 | 1,000  | 1,000 | 30,000  | 135,00 | 30,000  | 155,00 | 30,000  | 165,00 | 35,000  | 182,00 |
| 12,000 | 14,000 | 1,000 | 30,000  | 120,00 | 30,000  | 138,00 | 30,000  | 149,00 | 34,000  | 165,00 |
| 13,000 | 14,000 | 1,000 | 30,000  | 125,00 | 30,000  | 147,00 | 30,000  | 154,00 | 35,000  | 170,00 |
| 14,000 | 14,000 | 1,000 | 30,000  | 125,00 | 30,000  | 150,00 | 30,000  | 150,00 | 35,000  | 170,00 |
| 15,000 | 14,000 | 1,000 | 28,000  | 120,00 | 28,000  | 141,00 | 30,000  | 145,00 | 34,000  | 161,00 |
| 16,000 | 7,000  | 2,000 | 28,000  | 110,00 | 28,000  | 118,00 | 22,000  | 118,00 | 27,000  | 140,00 |
| 17,000 | 7,000  | 2,000 | 27,000  | 120,00 | 27,000  | 143,00 | 30,000  | 146,00 | 34,000  | 164,00 |
| 18,000 | 1,000  | 2,000 | 24,000  | 115,00 | 24,000  | 135,00 | 30,000  | 140,00 | 35,000  | 150,00 |
| 19,000 | 1,000  | 2,000 | 28,000  | 125,00 | 28,000  | 142,00 | 24,000  | 150,00 | 32,000  | 166,00 |
| 20,000 | 7,000  | 2,000 | 29,000  | 125,00 | 29,000  | 140,00 | 29,000  | 151,00 | 32,000  | 168,00 |
| 21,000 | 7,000  | 2,000 | 27,000  | 125,00 | 27,000  | 135,00 | 30,000  | 149,00 | 31,000  | 160,00 |
| 22,000 | 7,000  | 2,000 | 30,000  | 130,00 | 30,000  | 142,00 | 30,000  | 161,00 | 35,000  | 177,00 |
| 23,000 | 1,000  | 2,000 | 29,000  | 135,00 | 29,000  | 149,00 | 30,000  | 161,00 | 34,000  | 179,00 |
| 24,000 | 14,000 | 2,000 | 30,000  | 135,00 | 30,000  | 150,00 | 30,000  | 157,00 | 35,000  | 174,00 |
| 25,000 | 14,000 | 2,000 | 28,000  | 135,00 | 28,000  | 156,00 | 30,000  | 165,00 | 35,000  | 180,00 |
| 26,000 | 14,000 | 2,000 | 30,000  | 130,00 | 30,000  | 153,00 | 30,000  | 158,00 | 35,000  | 168,00 |
| 27,000 | 14,000 | 2,000 | 25,000  | 120,00 | 25,000  | 140,00 | 26,000  | 148,00 | 25,000  | 151,00 |
| 28,000 | 1,000  | 2,000 | 30,000  | 130,00 | 29,000  | 150,00 | 29,000  | 155,00 | 35,000  | 159,00 |
| 29,000 | 14,000 | 2,000 | 30,000  | 130,00 | 30,000  | 153,00 | 30,000  | 159,00 | 31,000  | 167,00 |
| 30,000 | 1,000  | 2,000 | 30,000  | 110,00 | 22,000  | 124,00 | 25,000  | 127,00 | 27,000  | 133,00 |

| ingest5 | Peso5  | ingest6 | Peso6  | ingest7 | Peso7  | ingest8 | Peso8  | Ingest9 | Peso9  |
|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| 33,000  | 173,00 | 35,000  | 185,00 | 40,000  | 201,00 | 38,000  | 216,00 | 36,000  | 227,00 |
| 34,000  | 174,00 | 32,000  | 184,00 | 40,000  | 200,00 | 40,000  | 214,00 | 38,000  | 230,00 |
| 35,000  | 180,00 | 34,000  | 195,00 | 40,000  | 212,00 | 40,000  | 224,00 | 40,000  | 237,00 |
| 31,000  | 181,00 | 33,000  | 197,00 | 40,000  | 214,00 | 40,000  | 230,00 | 40,000  | 248,00 |
| 35,000  | 178,00 | 35,000  | 193,00 | 40,000  | 210,00 | 40,000  | 225,00 | 38,000  | 240,00 |
| 35,000  | 176,00 | 35,000  | 187,00 | 40,000  | 200,00 | 40,000  | 214,00 | 18,000  | 205,00 |
| 35,000  | 175,00 | 35,000  | 190,00 | 40,000  | 205,00 | 39,000  | 218,00 | 35,000  | 233,00 |
| 35,000  | 168,00 | 35,000  | 178,00 | 40,000  | 192,00 | 40,000  | 205,00 | 40,000  | 218,00 |
| 32,000  | 180,00 | 29,000  | 181,00 | 40,000  | 198,00 | 34,000  | 212,00 | 40,000  | 220,00 |
| 33,000  | 185,00 | 35,000  | 199,00 | 40,000  | 210,00 | 40,000  | 226,00 | 40,000  | 240,00 |
| 35,000  | 196,00 | 35,000  | 211,00 | 40,000  | 226,00 | 40,000  | 241,00 | 40,000  | 256,00 |
| 31,000  | 173,00 | 34,000  | 189,00 | 40,000  | 203,00 | 40,000  | 218,00 | 40,000  | 230,00 |
| 33,000  | 185,00 | 33,000  | 200,00 | 39,000  | 218,00 | 38,000  | 230,00 | 39,000  | 247,00 |
| 35,000  | 184,00 | 35,000  | 200,00 | 40,000  | 215,00 | 40,000  | 233,00 | 40,000  | 254,00 |
| 32,000  | 175,00 | 33,000  | 190,00 | 37,000  | 206,00 | 35,000  | 218,00 | 40,000  | 235,00 |
| 35,000  | 153,00 | 35,000  | 165,00 | 40,000  | 180,00 | 36,000  | 195,00 | 23,000  | 195,00 |
| 33,000  | 173,00 | 30,000  | 180,00 | 37,000  | 190,00 | 26,000  | 193,00 | 23,000  | 198,00 |
| 31,000  | 171,00 | 35,000  | 182,00 | 40,000  | 187,00 | 40,000  | 204,00 | 40,000  | 218,00 |
| 33,000  | 183,00 | 33,000  | 194,00 | 39,000  | 208,00 | 37,000  | 222,00 | 25,000  | 221,00 |
| 28,000  | 174,00 | 32,000  | 189,00 | 37,000  | 204,00 | 37,000  | 219,00 | 28,000  | 225,00 |
| 28,000  | 173,00 | 28,000  | 183,00 | 35,000  | 199,00 | 31,000  | 207,00 | 27,000  | 208,00 |
| 34,000  | 190,00 | 31,000  | 202,00 | 37,000  | 215,00 | 36,000  | 228,00 | 28,000  | 235,00 |
| 33,000  | 187,00 | 33,000  | 195,00 | 40,000  | 207,00 | 35,000  | 215,00 | 40,000  | 219,00 |
| 35,000  | 185,00 | 35,000  | 195,00 | 40,000  | 208,00 | 40,000  | 217,00 | 33,000  | 225,00 |
| 35,000  | 195,00 | 32,000  | 210,00 | 40,000  | 223,00 | 28,000  | 224,00 | 25,000  | 231,00 |
| 35,000  | 186,00 | 35,000  | 199,00 | 40,000  | 215,00 | 33,000  | 222,00 | 15,000  | 219,00 |
| 29,000  | 167,00 | 30,000  | 176,00 | 37,000  | 192,00 | 33,000  | 203,00 | 23,000  | 207,00 |
| 35,000  | 174,00 | 35,000  | 181,00 | 40,000  | 189,00 | 40,000  | 197,00 | 36,000  | 210,00 |
| 35,000  | 180,00 | 33,000  | 187,00 | 36,000  | 196,00 | 35,000  | 204,00 | 35,000  | 215,00 |
| 31,000  | 147,00 | 30,000  | 152,00 | 33,000  | 160,00 | 33,000  | 162,00 | 35,000  | 184,00 |

| ingst10 | Peso10 | ingst11 | Peso11 | ingst12 | Peso12 | ingst13 | Peso13 | Ingst14 | Peso14 | Ingst15 | Peso15 | ingst16 | Peso16 |
|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| 40,000  | 239,00 | 40,000  | 246,00 | 40,000  | 255,00 | 40,000  | 255,00 | 40,000  | 265,00 | 40,000  | 273,00 | 40,000  | 285,00 |
| 40,000  | 242,00 | 40,000  | 252,00 | 38,000  | 261,00 | 37,000  | 270,00 | 37,000  | 277,00 | 34,000  | 285,00 | 34,000  | 293,00 |
| 40,000  | 248,00 | 40,000  | 260,00 | 40,000  | 273,00 | 40,000  | 281,00 | 40,000  | 295,00 | 40,000  | 307,00 | 37,000  | 315,00 |
| 38,000  | 260,00 | 36,000  | 272,00 | 30,000  | 276,00 | 37,000  | 287,00 | 35,000  | 294,00 | 37,000  | 305,00 | 39,000  | 320,00 |
| 38,000  | 249,00 | 39,000  | 260,00 | 33,000  | 265,00 | 39,000  | 273,00 | 32,000  | 277,00 | 38,000  | 290,00 | 36,000  | 299,00 |
| 40,000  | 219,00 | 40,000  | 230,00 | 40,000  | 240,00 | 40,000  | 250,00 | 40,000  | 256,00 | 40,000  | 260,00 | 40,000  | 271,00 |
| 33,000  | 245,00 | 34,000  | 254,00 | 30,000  | 260,00 | 38,000  | 273,00 | 40,000  | 284,00 | 40,000  | 293,00 | 40,000  | 305,00 |
| 40,000  | 226,00 | 40,000  | 236,00 | 40,000  | 249,00 | 40,000  | 256,00 | 40,000  | 265,00 | 40,000  | 275,00 | 40,000  | 285,00 |
| 35,000  | 230,00 | 32,000  | 235,00 | 33,000  | 238,00 | 37,000  | 250,00 | 28,000  | 250,00 | 35,000  | 257,00 | 37,000  | 257,00 |
| 38,000  | 246,00 | 32,000  | 257,00 | 40,000  | 268,00 | 39,000  | 276,00 | 27,000  | 281,00 | 40,000  | 287,00 | 40,000  | 293,00 |
| 38,000  | 265,00 | 34,000  | 274,00 | 34,000  | 280,00 | 34,000  | 285,00 | 33,000  | 293,00 | 38,000  | 302,00 | 32,000  | 307,00 |
| 40,000  | 238,00 | 40,000  | 250,00 | 31,000  | 250,00 | 39,000  | 262,00 | 36,000  | 271,00 | 38,000  | 279,00 | 36,000  | 287,00 |
| 36,000  | 253,00 | 34,000  | 259,00 | 31,000  | 265,00 | 36,000  | 276,00 | 29,000  | 289,00 | 34,000  | 290,00 | 40,000  | 299,00 |
| 40,000  | 256,00 | 40,000  | 269,00 | 40,000  | 280,00 | 40,000  | 287,00 | 39,000  | 297,00 | 40,000  | 307,00 | 31,000  | 315,00 |
| 39,000  | 242,00 | 37,000  | 255,00 | 34,000  | 259,00 | 39,000  | 268,00 | 38,000  | 283,00 | 40,000  | 292,00 | 38,000  | 301,00 |
| 15,000  | 184,00 | 20,000  | 165,00 | 40,000  | 180,00 | 40,000  | 187,00 | 38,000  | 192,00 | 38,000  | 201,00 | 36,000  | 199,00 |
| 23,000  | 195,00 | 15,000  | 182,00 | 18,000  | 176,00 | 18,000  | 170,00 | 19,000  | 165,00 | 31,000  | 159,00 | 35,000  | 176,00 |
| 36,000  | 215,00 | 31,000  | 220,00 | 21,000  | 213,00 | 25,000  | 214,00 | 28,000  | 220,00 | 30,000  | 224,00 | 24,000  | 222,00 |
| 23,000  | 217,00 | 20,000  | 212,00 | 20,000  | 202,00 | 32,000  | 206,00 | 28,000  | 209,00 | 27,000  | 210,00 | 25,000  | 210,00 |
| 29,000  | 226,00 | 22,000  | 218,00 | 10,000  | 207,00 | 17,000  | 201,00 | 17,000  | 205,00 | 25,000  | 212,00 | 21,000  | 213,00 |
| 25,000  | 205,00 | 16,000  | 196,00 | 18,000  | 194,00 | 28,000  | 195,00 | 23,000  | 197,00 | 32,000  | 205,00 | 23,000  | 201,00 |
| 30,000  | 241,00 | 220,00  | 239,00 | 15,000  | 234,00 | 23,000  | 235,00 | 19,000  | 230,00 | 25,000  | 235,00 | 25,000  | 238,00 |
| 31,000  | 225,00 | 21,000  | 219,00 | 26,000  | 211,00 | 24,000  | 217,00 | 25,000  | 213,00 | 36,000  | 213,00 | 28,000  | 208,00 |
| 21,000  | 220,00 | 24,000  | 213,00 | 23,000  | 205,00 | 32,000  | 215,00 | 25,000  | 213,00 | 24,000  | 214,00 | 25,000  | 212,00 |
| 28,000  | 230,00 | 24,000  | 227,00 | 21,000  | 230,00 | 30,000  | 234,00 | 28,000  | 243,00 | 29,000  | 245,00 | 33,000  | 250,00 |
| 25,000  | 213,00 | 18,000  | 206,00 | 16,000  | 205,00 | 27,000  | 217,00 | 23,000  | 219,00 | 26,000  | 223,00 | 26,000  | 225,00 |
| 24,000  | 207,00 | 21,000  | 207,00 | 17,000  | 201,00 | 25,000  | 207,00 | 26,000  | 210,00 | 27,000  | 215,00 | 25,000  | 219,00 |
| 35,000  | 210,00 | 27,000  | 208,00 | 24,000  | 200,00 | 26,000  | 202,00 | 33,000  | 206,00 | 40,000  | 206,00 | 40,000  | 209,00 |
| 38,000  | 217,00 | 40,000  | 226,00 | 21,000  | 219,00 | 25,000  | 225,00 | 23,000  | 227,00 | 22,000  | 222,00 | 31,000  | 226,00 |
| 40,000  | 195,00 | 31,000  | 202,00 | 18,000  | 194,00 | 19,000  | 192,00 | 35,000  | 196,00 | 29,000  | 194,00 | 33,000  | 197,00 |

| ingest17 | Peso17 | ingest18 | Peso18 | ingest19 | Peso19 | Ingest20 | Peso20 | ingest21 | Peso21 | ingest22 | Peso22 |
|----------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| 5,000    | ,000   | ,000     | ,000   | ,000     | ,000   | ,000     | ,000   | ,000     | ,000   | ,000     | ,000   |
| 5,000    | ,000   | ,000     | ,000   | ,000     | ,000   | ,000     | ,000   | ,000     | ,000   | ,000     | ,000   |
| 11,000   | ,000   | ,000     | ,000   | ,000     | ,000   | ,000     | ,000   | ,000     | ,000   | ,000     | ,000   |
| 10,000   | ,000   | ,000     | ,000   | ,000     | ,000   | ,000     | ,000   | ,000     | ,000   | ,000     | ,000   |
| 13,000   | 287,00 | 30,000   | 287,00 | 34,000   | 298,00 | 17,000   | ,000   | ,000     | ,000   | ,000     | ,000   |
| 21,000   | 265,00 | 27,000   | 257,00 | 31,000   | 268,00 | 25,000   | ,000   | ,000     | ,000   | ,000     | ,000   |
| 32,000   | 309,00 | 40,000   | 320,00 | 40,000   | 326,00 | 23,000   | ,000   | ,000     | ,000   | ,000     | ,000   |
| 32,000   | 285,00 | 38,000   | 295,00 | 40,000   | 303,00 | 28,000   | ,000   | ,000     | ,000   | ,000     | ,000   |
| 19,000   | 260,00 | 23,000   | 260,00 | 18,000   | 251,00 | 24,000   | ,000   | ,000     | ,000   | ,000     | ,000   |
| 29,000   | 291,00 | 35,000   | 294,00 | 30,000   | 293,00 | 22,000   | 283,00 | 15,000   | 276,00 | 26,000   | 285,00 |
| 14,000   | ,000   | ,000     | ,000   | ,000     | ,000   | ,000     | ,000   | ,000     | ,000   | ,000     | ,000   |
| 30,000   | 287,00 | 31,000   | 290,00 | 36,000   | 300,00 | 33,000   | 304,00 | 37,000   | 313,00 | 37,000   | 318,00 |
| 27,000   | 300,00 | 34,000   | 307,00 | 31,000   | 306,00 | 35,000   | 316,00 | 33,000   | 326,00 | 30,000   | 322,00 |
| 31,000   | 304,00 | 35,000   | 304,00 | 33,000   | 305,00 | 34,000   | 309,00 | 35,000   | 315,00 | 31,000   | 320,00 |
| 32,000   | 330,00 | 37,000   | 326,00 | 37,000   | 333,00 | 36,000   | 336,00 | 36,000   | 346,00 | 29,000   | 341,00 |
| 20,000   | 188,00 | 30,000   | 178,00 | 35,000   | 189,00 | 25,000   | ,000   | ,000     | ,000   | ,000     | ,000   |
| 25,000   | 170,00 | 21,000   | 164,00 | 33,000   | 178,00 | 22,000   | ,000   | ,000     | ,000   | ,000     | ,000   |
| 9,000    | ,000   | ,000     | ,000   | ,000     | ,000   | ,000     | ,000   | ,000     | ,000   | ,000     | ,000   |
| 11,000   | ,000   | ,000     | ,000   | ,000     | ,000   | ,000     | ,000   | ,000     | ,000   | ,000     | ,000   |
| 17,000   | 213,00 | 22,000   | 202,00 | 33,000   | 215,00 | 12,000   | ,000   | ,000     | ,000   | ,000     | ,000   |
| 19,000   | 195,00 | 35,000   | 199,00 | 33,000   | 201,00 | 18,000   | ,000   | ,000     | ,000   | ,000     | ,000   |
| 15,000   | 235,00 | 28,000   | 243,00 | 26,000   | 246,00 | 16,000   | ,000   | ,000     | ,000   | ,000     | ,000   |
| 15,000   | ,000   | ,000     | ,000   | ,000     | ,000   | ,000     | ,000   | ,000     | ,000   | ,000     | ,000   |
| 20,000   | 202,00 | 25,000   | 207,00 | 39,000   | 219,00 | 40,000   | 222,00 | 40,000   | 229,00 | 34,000   | 230,00 |
| 10,000   | 239,00 | 23,000   | 239,00 | 21,000   | 236,00 | 30,000   | 207,00 | ,000     | 198,00 | ,000     | ,000   |
| 8,000    | 213,00 | 18,000   | 214,00 | 27,000   | 216,00 | 27,000   | 224,00 | 26,000   | 232,00 | 21,000   | 229,00 |
| 8,000    | 204,00 | 33,000   | 211,00 | 26,000   | 209,00 | 24,000   | 212,00 | 25,000   | 214,00 | 25,000   | 214,00 |
| 19,000   | ,000   | ,000     | ,000   | ,000     | ,000   | ,000     | ,000   | ,000     | ,000   | ,000     | ,000   |
| 13,000   | 222,00 | 18,000   | 220,00 | 23,000   | 220,00 | 29,000   | 229,00 | 24,000   | 234,00 | 19,000   | 230,00 |
| 17,000   | ,000   | ,000     | ,000   | ,000     | ,000   | ,000     | ,000   | ,000     | ,000   | ,000     | ,000   |

Selaimen, C. R. P. *Avaliação Histopatológica Comparativa Periodonto de Sustentação de Ratos Jovens com Hipocalcemia e Hipovitaminose D Experimentais, Frente ao Movimento Dentário*. Araraquara, 2001. 147p. Tese (Doutorado em Odontologia) - Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

## 10 RESUMO

Foi realizada uma investigação na resposta histológica do periodonto de sustentação de 30 ratos da raça Wistar submetidos a condições nutricionais com ou sem deficiência de cálcio e vitamina D. Os primeiros molares inferiores direitos dos ratos receberam dispositivos ortodônticos (colocados entre o primeiro molar inferior e o incisivo central do mesmo lado, na mandíbula), constituídos de molas de níquel-titânio que liberam em torno de 50g de força durante os períodos de 1, 7 e 14 dias. Os molares do lado esquerdo não receberam aparelho. Os ratos do grupo experimental foram submetidos à dieta deficiente em cálcio e vitamina D, durante os 30 dias que precederam a instalação do dispositivo ortodôntico, assim como durante os dias do experimento. Sob as mesmas condições ortodônticas, os ratos do grupo controle receberam uma dieta equilibrada. Os resultados evidenciaram que a resposta morfológica não foi alterada na seqüência dos seus eventos, mostrando significantes diferenças na estrutura do ligamento periodontal e do osso alveolar, os quais se exacerbaram nos períodos mais longos (7 e 14 dias). O estudo mostrou, ainda, que a estrutura do cemento não foi influenciada pela deficiência de cálcio e vitamina D. O fenômeno de aposição óssea parece ser aquele que discriminou as maiores diferenças entre os grupos controle e experimental. Para todos os grupos e períodos, a inflamação esteve sempre presente.

Palavras-chave: Ortodontia; Movimentação Dentária; Nutrição;

Cálcio; Vitamina D.

Selaimen, C. R. P. *Histopathological comparative evaluation of Periodontal Tissues in young rats deficient calcium and vitamin D, submitted tooth movement*. . Araraquara, 2001. 147p. Tese (Doutorado em Odontologia) - Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

## 11 ABSTRACT

Orthodontic tooth movement is dependent on bone remodeling. Physiologic potential for bone remodeling is dependent on a balanced Calcium and vitamin D diet. Imbalances of these components are common among children and adolescents today. To evaluate the influences of the deficient diet periodontal tissues was studied. 30 Wistar rats received a NiTi orthodontic coil spring producing 50 gr. of force to moving the lower first right molar against the lower incisor during 1, 7 and 14 days. The lower first left molar was free os appliance. Fifteen specimens who served as controls were fed with a standardized balanced diet while the experimental group had a deficient calcium and vitamin D diet. The histopathologic evaluation on the stained sections with H&E and trycromic of Masson showed that Ca and Vitamin D had a marked influence on the bone turnover surrounding the molar, subject to orthodontic movement.

The findings show a significant reduction of formative bone on the interradicular bone crest. There were no differences in resting and resortion bone surfaces but the cement exhibited less resorptive areas in the experimental group. In the left side alveolar bone was substituided by inflammatory cells. This study indicated that a compromised bone remodeling occurs during orthodontic treatment when there is a diet restriction in calcium and Vitamin D.

Keywords: Orthodontics; Tooth Mevement; Nutrition; Calcium;

Vitamin D.

Autorizo a reprodução deste trabalho.

Araraquara, 18 de Dezembro de 2001.

Cássio Rodrigo Panitz Selaimen