



1150054958



FOP

T/UNICAMP B12r

EVERALDO OLIVEIRA SANTOS BACCHI

**A REABSORÇÃO RADICULAR DENTÁRIA EXTERNA
E ALTERAÇÕES PERIODONTAIS DO RATO FRENTE
A MOVIMENTAÇÃO ORTODÔNTICA E
DIFERENTES TEORES PROTÉICOS NA DIETA.**

**Tese apresentada à Faculdade
de Odontologia de Piracicaba, da
Universidade Estadual de
Campinas, para obtenção do
grau de Livre Docente em
Ortodontia.**

PIRACICABA

1994

J. 10/26
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
BIBLIOTECA

A exemplo de tudo que procurei
produzir com o meu trabalho, dedico
esta tese à minha esposa Dirce
e aos meus filhos Gustavo e Adriano

- A BIBLIOTECA DA
MINHA FOP-UNICAMP, PARA QUE
SIRVA DE ESTÍMULO A COLEGAS E ALUNOS,
OFERECÊ O AUTOR.
Pinacoba, Dez/94
E. J. J. J.

"A arte de descobrir a verdade é mais preciosa
do que a maioria das verdades que se descobrem".

Fontenelle (Referindo-se à investigação científica).

AGRADECIMENTOS

À Direção da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), nas pessoas dos Profs. Drs. Renato Roberto Biral e Osvaldo Di Hipollito Jr. (da gestão anterior) e Drs. José Ranali e Oslei Paes de Almeida (da atual gestão), pelo eficiente apoio administrativo oferecido para possibilitar nosso concurso de Livre Docência.

"In memoriam", ao Prof. Dr. Cássio Odnei Garcia Munhoz, docente de Histologia desta casa, nosso mestre, orientador e amigo, pelos seguros conhecimentos e estímulos transmitidos desde que adentramos por esta linha de estudos.

À Profa. Dra. Norma Sabino Prates, Titular de Ortodontia e Chefe do Departamento de Odontologia Infantil da FOP-UNICAMP, pela leal amizade e apoio nas lides do dia-a-dia, bem como pelo trabalho administrativo preparatório do presente concurso.

À minha esposa Profa. Dirce Maria Sanches Bacchi, pelo constante e carinhoso estímulo e eficiente trabalho de apoio na organização de material bibliográfico desta tese e na composição de nosso memorial.

Aos meus filhos Eng. Agr. Gustavo Sanches Bacchi e Adriano Sanches Bacchi, pela orientação e colaboração nos trabalhos de digitação e montagem desta tese.

Ao Cir. Dent. Renato Salge Prata, ex-aluno de pós-graduação em Ortodontia desta casa e meu ex-orientado no nível de Mestrado, pelo grande auxílio prestado nas fases experimentais deste estudo, e pelo agradável convívio durante o trabalho.

À Profa. Dra. Maria Cecília Ferraz de Arruda Veiga, docente da área de Fisiologia da FOP-UNICAMP, pela segura e paciente orientação e efetiva colaboração prestadas no manuseio dos animais de laboratório.

Ao Prof. Dr. Roberto Dias de Moraes e Silva, Titular de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo, pela gentileza de orientações prestadas na solução de montagens fotográficas informatizadas e uso de equipamentos de sua área.

À Srta. Cátia R. Vasconcelos, pela gentileza de ter realizado a versão do nosso resumo para o idioma inglês.

A todos os colegas e funcionários do Departamento e, em especial, aos da área de Ortodontia, que eventualmente me ajudaram na conclusão deste trabalho.

ÍNDICE

	Página
1. INTRODUÇÃO	6
2. REVISÃO DA LITERATURA	10
3. PROPOSIÇÃO	26
4. MATERIAL E MÉTODO	28
5. RESULTADOS	38
6. DISCUSSÃO	71
7. CONCLUSÕES	80
RESUMO	82
SUMMARY	84
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86

1. INTRODUÇÃO

1- INTRODUÇÃO

Fenômeno largamente descrito e conhecido nos âmbitos clínico e científico da Ortodontia, a reabsorção dentária radicular pode ser causada por diversos fatores que atuam combinada ou isoladamente, quase sempre representados por agentes desestabilizantes ou traumatizantes, sejam de natureza bioquímica ou biomecânica, resultantes de certas patologias gerais ou localizadas e/ou da ação de forças incompatíveis com a biologia do sistema periodontal de sustentação.

Há reabsorções radiculares internas e externas, discretas e extensas, lentas e rápidas, apicais ou localizadas em outras áreas da raiz dentária, assim como podem ficar restritas a apenas um ou dois dentes ou então apresentar-se de forma generalizada a todos os dentes do indivíduo, evidentemente cada tipo de ocorrência com sua história e etiologia próprias. Portanto, reabsorções radiculares externas em dentes submetidos a correção ortodôntica não ocorrem somente a nível de ápice, com encurtamento da raiz, mas sim também em outras áreas da superfície radicular, não permitindo sua identificação radiográfica e, por isso, poucos trabalhos existem com esta abordagem: LANGDORF & SIMS (30), LANGDORF & SIMS (31), OPPENHEIM (47).

No rol das preocupações ortodônticas, sem dúvida, a reabsorção radicular do tipo externa e circunscrita ou iniciada na região apical da raiz dentária é a que mais se destaca, tanto pela ocorrência quanto pelas possíveis consequências.

Indiscutivelmente, a nível microscópico, trata-se de um fenômeno natural e esperado cujas marcas ou sinais são comuns em praticamente todas as superfícies radiculares dos dentes humanos e animais. Seriam como que pequenas "cicatrices" indicativas de ocasionais desequilíbrios ou traumas logo compensados homeostaticamente. Em tais circunstâncias, não se trata de uma condição preocupante e sua constatação é possível somente por métodos histológicos.

Em contrapartida, o mesmo fenômeno verificado em escala maior, a ponto de tornar-se perceptível em radiografias, passa a ser digno de cuidados ou de uma verificação etiológica, em que pese a aceitação tácita de que a reabsorção radicular externa com encurtamento irreversível das raízes é uma condição iatrogênica decorrente de qualquer tratamento ortodôntico, apenas com intensidade ou gravidade variável, conforme afirmam diversos autores tais como BECKS & COWDEN (6), COPELAND & GREEN (14), DESHIELDS (15), LINGE & LINGE (33) e SILVA FILHO e cols. (57).

Sob o enfoque ortodôntico, aponta-se ora para o uso de forças mecanoterápicas excessivas ou intermitentes, ora para o emprego de forças leves, contínuas e muito prolongadas obviamente associadas a características individuais, idade do paciente, estados fisiológicos, etc..., como sendo os maiores responsáveis pela ocorrência do fenômeno da reabsorção radicular externa.

Aspectos ligados a certas patologias endócrinas que conduzem a alterações hormonais, especialmente os quadros de hipertireoidismo, também são lembrados como responsáveis pelo fenômeno em questão.

Há também estreita relação entre história de traumatismo precedente à intervenção ortodôntica e o surgimento de reabsorção radicular no dente alvo daquela injúria, quando este é submetido a movimentação corretiva.

Além destas circunstâncias, que representam de certa forma uma relação quase que direta entre causa e efeito, sabe-se que há também inúmeros fatores ou variáveis que, no âmbito fisio-patológico do organismo como um todo, podem contribuir para o desequilíbrio das respostas a qualquer tipo de agressão, injúria ou intervenção traumática que se realize no indivíduo. Fatores nutricionais, enzimáticos e metabólicos figuram com destaque neste particular, porém o que torna muito difícil o diagnóstico etiológico preciso é a existência de situações sub-clínicas que, apesar de não atingirem o limiar da patologia bem definida, podem ser despertadas em condições de maior demanda fisiológica. Obviamente, há também aumentos de demanda fisiológica que exigem uma suplementação de fatores nutricionais, por exemplo em casos de intervenções cirúrgicas, em que crescem as necessidades protéicas, calóricas, minerais e vitamínicas.

São exatamente estas circunstâncias que, a nosso ver, merecem estudos principalmente quando se trata de intervenções ortodônticas, uma vez que, pela própria natureza deste tipo de intervenção, raramente estaremos diante de pacientes acometidos de patologias ou deficiências agudas que levam a suspeitas clínicas de quadros de carência definida.

Nesta linha de raciocínio já tivemos oportunidade de conduzir experimento em que se considerou o estado de hipovitaminose C como possível cofator importante para a quebra de respostas adequadas do periodonto de sustentação frente à ação de forças aplicadas para movimentação dentária - BACCHI (3) em 1976 - tendo sido possível a observação de relações sensíveis entre esta hipovitaminose e o comportamento de resposta periodontal, também estudadas por outros autores tais como LITTON (35) e NIZEL (42). De forma análoga, a hipocalcemia foi abordada por GOLBIE & KING (19), e a hipovitaminose A foi

estudada por LIMA e cols. (32), com resultados que também alertam para a necessidade de adequados níveis nutricionais para permitir higidez morfo-funcional do periodonto.

O consumo alimentar de proteínas, outro fator nutricional extremamente importante, foi analisado por diversos autores, dentre os quais STAHL & MULLER (60), STAHL e cols. (61) e PINTO (49), tendo este último ressaltado que a base do metabolismo humano gira em torno da construção e reconstrução (demolição e construção) de moléculas de proteína, deduzindo que não há, literalmente, função fisiológica importante sem a participação protéica. Este é, pois, um aspecto que nos preocupa, principalmente sob o mesmo enfoque das manifestações sub-clínicas acima comentadas, e que nos levou a encetar o presente trabalho.

Estando os tecidos periodontais frente a uma maior demanda de material protéico, representado especialmente pelo colágeno, durante os esforços de movimentação dentária, supõe-se que sua capacidade de resposta possa sofrer algum tipo de limitação que, por sua vez, acabe resultando em problemas dentre os quais talvez se situe um aumento de reabsorção dentária radicular. Esta é a hipótese que levantamos e cuja veracidade ou não decidimos tentar provar no presente trabalho.

Embora possa parecer uma preocupação desnecessária, cumpre ressaltar que, especialmente em regiões subdesenvolvidas, o consumo protéico na dieta diária fica abaixo das necessidades mínimas recomendadas para manutenção de níveis séricos adequados.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2 - REVISÃO DA LITERATURA

São clássicos e conhecidos os trabalhos pioneiros de SANDSTEDT (54) em 1904, que se utilizou de cães para realizar um experimento de movimentação dentária e análise histológica do periodonto, e o de OPPENHEIM (45) em 1912, que se utilizou de macacos. Ambos descrevem com detalhes os fenômenos de reabsorção óssea alveolar nas paredes submetidas a pressão, bem como a ocorrência de aposição óssea sobre as paredes sujeitas a tração, determinadas respectivamente pelas atividades osteoclástica e osteoblástica. Estes trabalhos praticamente inauguraram a elucidação científica do fenômeno da movimentação dentária.

Outros fenômenos relacionados com a movimentação dentária e afeitos ao ligamento periodontal também foram descritos com minúcias por OPPENHEIM (46) e (48), em trabalhos realizados sucessivamente em 1930 e 1944, com emprego de macacos. Relata o referido autor a ocorrência de trombose vascular no ligamento submetido a forças excessivas, o que dificulta o surgimento e ação dos osteoblastos para o trabalho de reconstrução óssea e, portanto, recomenda aplicação de forças leves de modo a promover movimentação dentária sem quebra do equilíbrio fisiológico e, com isso, evitando-se reabsorções radiculares.

Em estudo realizado em cães, SCHWARZ (55), empregou um dispositivo constituído de um arco lingual soldado a bandas fixadas nos molares e caninos, dotado de molas digitais por sua vez soldadas a este arco, de modo a permitir aplicação de diferentes forças sobre os pré-molares. Este método, ao que parece, foi o primeiro a possibilitar a quantificação das forças aplicadas. Após avaliação histológica, o autor concluiu que a movimentação dentária mais adequada sob o enfoque biológico é aquela que se realiza com forças suaves e contínuas, compreendidas na faixa entre 20 e 26 gramas por cm² de superfície radicular, tendo ainda classificado os efeitos biológicos das forças ortodônticas em 4 graus:

Grau 1 - Força tão suave e rápida que não chega a produzir qualquer efeito detectável.

Grau 2 - Força de intensidade inferior à da pressão sanguínea capilar, capaz de provocar reabsorção óssea diretamente na superfície alveolar sob pressão, e que,

uma vez interrompida, permite retorno à normalidade periodontal (ligamento e osso), sem ocorrência de reabsorção radicular.

Grau 3 - Força superior à da pressão sanguínea capilar, capaz de gerar reabsorção óssea direta na área de pressão, porém já dificultada pela ocorrência de áreas de necrose do tecido ósseo e acompanhadas de reabsorção radicular. Cessada a força, verifica-se volta dessas estruturas à normalidade.

Grau 4 - Força acentuada a ponto de provocar reabsorção óssea exagerada, pontos de necrose óssea, reabsorção dentária radicular extensa, podendo ainda causar rompimento do feixe vâsculo-nervoso pulpar.

HERZBERG (23) estudou o comportamento do periodonto de pré-molares humanos submetidos a forças ortodônticas e pôde verificar que as reações histológicas no humano eram em tudo semelhantes àquelas encontradas em animais e descritas em trabalhos anteriores.

Trabalhos comparativos, realizados em cães e em humanos, conduzidos por STUTEVILLE (63) em 1938, permitiram correlacionar a quantificação de forças com a distância ou amplitude da movimentação dentária. Ao longo desses estudos, o autor pôde concluir que a distância percorrida pelo dente movimentado não guardava relação direta com a magnitude da força, isto é, até certo ponto podia-se obter maior movimentação à medida em que se aumentava a força aplicada, porém, a partir de um certo limite, forças maiores não mais provocavam respostas favoráveis. Verificou também a ocorrência de reabsorção radicular frequente, áreas de necrose na membrana periodontal e outras alterações menores, em grande número de casos tratados ortodonticamente. Em grande parte dos casos, relata ter ocorrido normalização dos tecidos de suporte dentário após decorrido o tempo necessário de repouso (sem aplicação de forças artificiais).

Investigando alterações radiculares e ósseas frente a movimentação dentária em cães, SKILLEN & REITAN (58) dois anos mais tarde, concluíram que a força considerada ideal para tal movimentação, sem riscos de reabsorção radicular, precisa ser suave e intermitente, isto é, intercalada por períodos de repouso, de tal maneira que o fluxo sanguíneo aos tecidos periodontais não fique constantemente dificultado e não comprometa a proliferação de osteoblastos e a afluência de outros elementos celulares participantes do processo de resposta tecidual.

A manutenção da integridade funcional dos vasos capilares da membrana periodontal é também destacada por MOYERS (39) em 1950, como condição extremamente importante para o sucesso da movimentação ortodôntica, uma vez que o ligamento exige um suprimento sanguíneo adequado para manter a nutrição tecidual em níveis satisfatórios para a gênese de osteoblastos e osteoclastos, os principais protagonistas do processo de remodelação óssea que permite a movimentação dos dentes. Observou que, durante a movimentação ortodôntica, a circulação sanguínea fica, de certa forma, comprometida em certas áreas do ligamento onde há um "esmagamento" decorrente da compressão sofrida pelo ligamento entre a raiz dentária e o osso alveolar. Essa compressão que, via de regra, se verifica a níveis de crista alveolar e de ápice radicular em lados ou locais diagonalmente opostos, resulta no surgimento de material necrótico a ser eliminado e a regeneração da membrana e do osso somente pode ocorrer se a circulação garantir o aporte sanguíneo, o que ocorre por via colateral que se estabelece.

Em 1951, CHAWALA & GLICKMAN (13) empregaram ratos em experimento destinado a avaliar alterações periodontais eventualmente relacionadas com dietas pobres em proteínas, comparando-as com aquelas verificadas em áreas do sistema esquelético, chegando aos seguintes resultados: 1) Ocorrência de degeneração do tecido conjuntivo subjacente ao epitélio gengival e do tecido também conjuntivo constituinte do ligamento periodontal, bem como nítidos sinais de osteoporose alveolar e atraso na deposição de cemento. 2) As alterações encontradas no ligamento periodontal e osso alveolar são idênticas àquelas encontradas no periosteio e osso de outras partes do sistema esquelético dos animais. 3) A osteoporose encontrada e causada pelo "deficit" proteico resulta da diminuição do número de osteoblastos e, por consequência, da quantidade de osteóide, bem como de um atraso no processo de morfodiferenciação de células primitivas do tecido conjuntivo para a formação de osteoblastos. 4) A carência proteica dificulta a formação de osso endocondral, em razão de um retardamento na maturação e uma degeneração das células cartilaginosas (condroblastos) e na formação de osteóide.

Também em 1951, REITAN (51) observou que a proliferação celular e particularmente a formação de osteoblastos demandam um certo período de tempo após ser diminuída ou cessada a aplicação de forças. Há uma espécie de indução pela qual a formação celular é estimulada mediante a tração das fibras periodontais. Concomitantemente à proliferação celular ocorre um aumento do tecido osteóide. Juntamente com aumento de osteoblastos cresce o número de fibroblastos jovens, tudo isso no lado submetido a tração. No lado que recebe pressão observa-se

destruição celular, dando lugar a zonas de aspecto hialino. Salienta o autor que, para uma boa movimentação dentária, o fator tempo é mais importante do que a quantidade de força aplicada para movimentação dentária, dando a entender que é preferível a utilização de forças leves e persistentes ao emprego de forças pesadas e intermitentes.

Estudando reações biomecânicas do tecido ósseo, resultando em reabsorções e neoformação, LURA (36), referiu-se a "uma substância óssea pré-formada, solúvel e presente no sangue na forma de uma combinação de proteína, citrato e fosfato de cálcio em solução na fração plasmática. Essas substâncias solúveis no sangue são parcialmente ionizadas e, em dadas circunstâncias, podem hidrolizar-se, precipitando-se e unindo-se à matriz proteica (osteóide) previamente formada pelos osteoblastos, resultando em osso propriamente dito. O osso é, pois, um composto químico mais simples do que as frações pré-formadas do plasma, porém é insolúvel. Neste processo, durante a osteogênese, uma certa porção de energia é liberada". Conclui este autor (36) que o tecido ósseo parece estar num estado de equilíbrio dinâmico com aquelas frações de reserva óssea do sangue, fato este passível de constatação mediante experimentos com radioisótopos marcadores.

WALDO (64), em 1953, utilizou ratos de laboratório como material experimental, numa tentativa de padronizar um método que viabilizasse ampliação de amostragem e eliminação de variáveis metabólicas e genéticas, para estudo de movimentação dentária. Para obter movimento dentário empregou a adaptação de segmentos de borracha no espaço interdentário de primeiros e segundos molares superiores do lado direito, obtendo uma força entre 100 e 150 gramas. Observou uma separação efetiva dos dentes no período de 24 horas e o máximo espaçamento após 3 dias. Suas observações histológicas foram realizadas em animais sacrificados após 5 e 7 dias de ação das citadas forças.

As estruturas periodontais de rato foram também analisadas por FRANDSEN e cols. (17), que os submetem a dietas contendo diferentes níveis proteicos. Aos grupos experimentais ministraram dietas contendo percentuais de 0 %, 3 % e 6 % de proteína, enquanto que ao grupo controle forneceram dieta com teor de 24 % de proteína. Os animais carentes exibiram hipoplasia dos ossos maxilar e mandibular e também apresentaram alterações das fibras periodontais. Osteoporose mostrou-se evidente tanto no osso alveolar quanto no osso basal, destacando-se uma severa degeneração óssea naqueles animais sob privação completa de proteína, o que inviabilizou o processo de neo-formação óssea.

Na mesma linha experimental de WALDO (64), MACAPANPAN e cols. (37), em 1954, evidenciaram a ocorrência de maior atividade mitótica nos tecidos periodontais quando submetidos a tração, especialmente em células do ligamento, envolvendo osteoblastos, osteoclastos e fibroblastos, num esforço de remodelação e reparação.

Ainda em 1954, WALDO & ROTHBLATT (65) também deram preferência à utilização de ratos como animais experimentais para estudo do comportamento do periodonto perante aplicação de forças para movimentação dentária, salientando como justificativas as mesmas levantadas por WALDO (64). Os resultados encontrados não diferiram dos já relatados anteriormente por vários autores.

Em 1957, STAHL & MULLER (60) realizaram experimento em ratos nos quais produziram trauma oclusal em molares, para estudar reações do periodonto frente a estados de carência proteica. Empregaram 41 animais mantidos sob dieta normal (controle) e 41 mantidos sob dieta parcialmente insuficiente em proteínas, sendo sacrificados após 6 e 12 semanas de experimento. Dentre os efeitos da carência proteica, os autores relatam perda de peso corporal, osteoporose a nível de osso alveolar e basal (das arcadas dentárias) além de diminuição de células da membrana periodontal. Frente à ação do trauma oclusal associado à carência proteica, pôde-se observar desorganização e degeneração das fibras do ligamento periodontal, trombose vascular e dificuldades de reparação. O processo de reparação mostrou-se eficiente nos animais submetidos a trauma, porém com dieta normal. Um dos grupos experimentais que recebeu suprimento proteico após um período de privação de 6 semanas, exibiu recuperação do potencial reparador do ligamento e do osso alveolar, porém não suficiente para restaurar a morfologia normal das áreas injuriadas.

Outro trabalho de STAHL e cols. (61), realizado em 1958, desta vez utilizando hamsters, testou novamente os efeitos de dietas carentes em proteína sobre o comportamento de tecidos do periodonto. Novamente puderam constatar ocorrência de osteoporose e queda numérica de elementos celulares no ligamento e periósteo. Após períodos de privação proteica, os animais novamente nutridos a níveis adequados voltaram a mostrar sinais de remissão da osteoporose e recuperação celular quantitativa.

Os efeitos do raquitismo sobre o periodonto de ratos cujos dentes foram submetidos a movimentação mereceram estudos de JOHNSTON (26), que adotou o mesmo processo de aplicação de forças através de borracha inserida nos espaços

interproximais dos dentes. Histologicamente, os resultados revelaram que, nos animais afetados pelo raquitismo, houve estreitamento do espaço periodontal, com presença de grande quantidade de tecido osteóide que, segundo o autor, foi responsável por uma inibição do movimento dentário.

Também nesta linha de pesquisa, SEIPP JUNIOR (56) investigou relações entre dieta raquitogênica (deficiente em vitamina D) em ratos e os fenômenos de regeneração óssea alveolar em áreas de extração dentária. Constatou que os ratos raquíticos apresentaram evidente retardo no processo de reparação do tecido ósseo. Houve preenchimento dos alvéolos com tecido osteóide porém sem uma calcificação adequada como aquela verificada nos animais-controle. Em torno das regiões apicais dos dentes remanescentes observou-se, no grupo de animais raquíticos, a presença de quantidades inusitadamente aumentadas de cementoide e osteóide.

Utilizando macacos Rhesus, HUETTNER (24) aplicou-lhes aparelhagem ortodôntica tipo multibandas e mecânica de arco de canto (edgewise), logrando praticamente todos os tipos de movimentos dentários que se pratica em correções ortodônticas. Demonstrou que, sob determinadas forças ortodônticas, ocorrem alterações de natureza patológica nas fibras gengivais. Durante qualquer tipo de movimento dentário foi observada destruição da crista alveolar no lado sob pressão. Houve rápida regeneração das fibras transceptais sobre as áreas onde se realizou extrações dentárias, que mostraram tendência a se alongar facilmente, sem apresentar necrose, mesmo sob forças compressivas acentuadas.

Em 1961, MYERS & WYATT (40) idealizaram um dispositivo construído com mola espiral aberta capaz de produzir uma força padronizada de 4 onças, para obter movimentação dentária em hamsters. Aplicaram-no em amostra do referido animal com o objetivo de obter movimento do primeiro molar inferior para distal. Histologicamente, observaram ocorrência de alterações patológicas no lado submetido a pressão, evidenciando-se necrose de fibroblastos e de outras células em mais de 20 % do ligamento periodontal. As áreas de necrose, após certo período, foram sendo circundadas por osteoclastos. Depois de 5 dias da aplicação de forças iniciou-se néo-formação óssea que se estendeu até o nono dia. Não fazem referências à reabsorção radicular.

ITOIZ e cols. (25) publicaram um trabalho em que relatam experimento conduzido em ratos, nos quais provocaram movimento dos primeiros molares superiores mediante de um dispositivo denominado "arco palatino" cimentado a tais dentes. Puderam constatar ocorrência de lesões consideráveis e intensas no

periodonto de sustentação, representadas por áreas de necrose na membrana periodontal, um aumento de reabsorção óssea, bem como zonas de reabsorção radicular no cimento das áreas de bifurcação radicular. Ainda neste experimento, os autores empregaram segmentos de alfinetes de cabeça que foram cimentados em perfurações realizadas na superfície oclusal dos molares superiores, de modo a provocar um trauma oclusal adicional àquele já causado pela ação do arco palatino. Os dentes assim tratados com este trauma a mais mostraram, após uma semana, um visível aumento de reabsorção e uma diminuição de néo-formação ósseas, fatos que perduraram até o final do experimento que se estendeu por quatro semanas.

Adotando o mesmo método empregado por WALDO (64) em 1953, ZAKI & HUYSEN (66), dez anos mais tarde, realizaram experimento com ratos, promovendo uma separação interdentária por processo de elástico inserido entre primeiro e segundo molares superiores esquerdos, tomando como controle os dentes homólogos do lado oposto. O primeiro molar em questão sofreu uma mesialização forçada pela ação elástica de segmentos de borracha. Tendo sacrificado os animais após períodos de 6, 12, 24 e 72 horas e analisado histologicamente os respectivos periodontos de sustentação, constataram uma evidente inclinação dentária acompanhada de alterações teciduais significativas. Detectaram a chamada reabsorção solapante (*undermining resorption*) no osso alveolar adjacente às zonas em que o ligamento sofreu o processo de hialinização por ação de pressão. Por outro lado, nas áreas em que a pressão não foi suficiente para gerar necrose, encontraram outro tipo de reabsorção que foi apenas superficial na parede alveolar, simultânea ao surgimento de células mesenquimais indiferenciadas, néo-formação capilar e zonas de reabsorção radicular dentária. No lado mantido sob tração puderam notar uma ampliação de calibre dos vasos sanguíneos com localização geralmente centralizada no espaço periodontal.

Em 1965, CARNEIRO & FAVA DE MORAES (11) constataram, em camundongos, que a renovação natural do colágeno (*turnover*) no ligamento periodontal processa-se numa velocidade bem maior do que nos demais tecidos do organismo, evidenciando alguma relação deste fato com a maior demanda funcional exigida do ligamento periodontal em comparação com outras estruturas do animal. Essa observação está aqui sendo citada para ressaltar a importância do colágeno no processo de reparação e manutenção da homeostasia, mesmo em condições fisiológicas normais do periodonto.

BUTLER (10) em 1968, realizou um estudo histológico comparativo das respostas teciduais do periodonto à ação de forças ortodônticas intermitentes

pesadas e contínuas leves. Foram utilizados no experimento três macacos Rhesus e outros três tomados como controle. Foram extraídos os primeiros molares inferiores de todos os animais, tendo sido provocada movimentação dos terceiros pré-molares inferiores para distal, sendo os da direita movimentados sob ação de força intermitente pesada e os da esquerda sob ação de força contínua leve. A força pesada foi da ordem de 200 g. por centímetro quadrado de superfície radicular, com ativações a intervalos de 21 dias. A força considerada leve foi da ordem de 28 g. por centímetro quadrado de superfície radicular, sob ativação contínua de elástico horizontal. Os animais foram sacrificados aos pares (um experimental e outro controle) a intervalos de 48 horas, 21 dias e 42 dias. Os resultados mostraram que o osso da crista alveolar foi afetado por ambos os tipos de força, mas a força contínua leve foi mais danosa. Somente a força contínua leve provocou reabsorção radicular, que pôde ser vista em áreas sob pressão

OLIVER (44) realizou observação histológica em periodonto de ratos jovens alimentados com dietas cujas fontes proteicas constituíram-se de albumina de ovo e de sangue, associadas a carências de cálcio e de vitamina D, ou somente de cálcio ou somente de vitamina D, tendo podido constatar o seguinte: 1) albumina de sangue + deficiência de cálcio resultaram em alterações alveolares de natureza osteoporótica e uma redução do número e volume das fibras do ligamento. 2) dieta contendo albumina de sangue + deficiência de vitamina D, não foi suficiente para produzir efeitos registráveis sobre os tecidos periodontais. 3) o emprego de albumina de sangue em lugar da albumina de ovo nas dietas deficientes em cálcio produziu quadro mais intenso de osteoporose. 4) ratos mantidos sob dietas deficientes em cálcio e vitamina D exibiram alteração de natureza osteomalácica, sendo que o osso alveolar foi atingido por alterações que se assemelhavam a uma combinação de osteomalácia e osteoporose. Verificou-se a ocorrência de aumento de áreas de reabsorção do cimento radicular em todos os grupos.

O quadro de osteoporose foi detectado em osso alveolar interradicular de molares de ratos mediante estudo histométrico realizado em 1969 por CARRANZA e cols. (12), ao submeterem os animais a dieta isenta de proteína e dieta contendo caseína isocalórica, sendo que os ratos mantidos sob dieta com caseína isocalórica mostraram sinais mais acentuados daquela afecção do que os animais mantidos sob dieta inteiramente privada de proteína.

Utilizando cobaias, nos quais procederam afastamento entre incisivos inferiores mediante emprego de dispositivo dotado de mola espiral aberta, KOUMAS & MATTEWS (29) visaram analisar efeitos da pressão sobre a formação

de colágeno no ligamento periodontal. Fizeram observações pelos métodos de radioautografia e de microscopia eletrônica, sendo revelado que os animais mantidos como controle e que não receberam ação de forças não apresentaram néo-formação de colágeno além daquela considerada normal, enquanto que nos animais experimentais a néo-formação mostrou-se acentuada e evidente, tanto no lado mantido sob tração quanto no submetido a pressão, no ligamento próximo à superfície óssea. Verificaram que todo o processo de rápida reparação e reorganização do ligamento foi acompanhado por ampla redistribuição de colágeno néo-formado.

Em 1970, um trabalho de BAUMRIND & BUCK (5), realizado em ratos, relata aumento da taxa de replicação celular no ligamento de molares submetidos a ação de forças provenientes de segmentos de borracha inseridos nos espaços interdentários. Este fenômeno de multiplicação mais acentuada de células foi evidenciado tanto no lado sob pressão quanto naquele sob tração. Observaram, também, uma queda na taxa de síntese de colágeno nas áreas mantidas sob pressão.

Adotando o mesmo procedimento mecânico acima relatado (uso de borracha) para obter movimentação dentária em ratos, AZUMA (2) estudou histologicamente o periodonto de molares superiores desses animais, empregando diferentes métodos de coloração para diferenciar fibras colágenas e pré-colágenas. Verificou o autor que, no lado sob pressão, o processo de remodelação caracterizou-se por hialinização do ligamento e posterior "preenchimento" destas áreas com tecido típico de reparação, isto é, de granulação, seguindo-se a regeneração das fibras colágenas, antes de 21 dias. Evidenciou-se a presença de tecido de granulação também em lacunas de reabsorção óssea. Salientou o autor que, ao que parece, em razão das propriedades viscoelásticas do ligamento periodontal, o maior deslocamento do primeiro molar ocorreu após as primeiras 6 horas, embora as alterações histológicas de remodelação somente pudessem ser evidenciadas após 17 horas.

A importância indiscutível das proteínas numa dieta equilibrada, embora seja fato conhecido, foi mais uma vez ressaltada por NIZEL (42) salientando que "são constituintes indispensáveis do citoplasma e núcleo de todas as células. Não somente constroem tecidos como também figuram como componentes essenciais ao metabolismo, catalizando hormônios ou atuando como enzimas. Servem ainda como fonte energética quando se tem um consumo inadequado de carboidratos e lipídeos. Depois da água - lembra o autor - as proteínas são a substância mais abundante no organismo, pois a metade do peso seco do corpo é proteína: 1/3 das

proteínas encontra-se nos músculos, 1/5 nos ossos e cartilagens e cerca de 1/10 na pele. O restante encontra-se nos fluidos orgânicos e demais tecidos." Comenta, ainda, que os tecidos periodontais, compostos de epitélio, tecido conjuntivo e osso, cuja bioquímica é basicamente a mesma de quaisquer outras estruturas do corpo que se constituam destes tecidos, apresentam-se com muito poucas características peculiares. E cita aspectos que evidenciam alguns papéis das proteínas na constituição do periodonto: O epitélio do sulco gengival, por exemplo, adere à superfície do dente mediante forças físico-químicas comandadas por proteínas e glicoproteínas do fluido gengival; o tecido conjuntivo apresenta suas fibras e células incrustadas numa substância fundamental que nada mais é do que proteína, glicoproteína e mucoproteína. As glicoproteínas acham-se associadas a oligossacarídeos e as mucoproteínas contêm ácido mucopolissacarídeo, com ácidos hialurônico e condroitin-sulfúrico. As mucoproteínas, além de serem essenciais para manter uma distribuição regular de água e eletrólitos nos tecidos, também apresentam a propriedade de unir fibras colágenas em verdadeiros feixes. O osso alveolar, que provê rigidez ao periodonto, é sensível a alterações metabólicas, devendo ser lembrado que, neste contexto, o colágeno é extremamente importante como base para o processo de calcificação desse tecido. Ressalta, portanto, o autor (42) a relevância da dieta proteica para manutenção da saúde das estruturas de suporte do dente.

Interessante trabalho conduzido por HERMANSON (22), em 1972, analisou movimentação dentária em gatos, com especial enfoque nos processos de remodelação óssea. Empregou animais na faixa etária de 18 a 36 meses, equivalente à faixa de 14 a 18 anos em humanos, aplicando o processo de marcação histológica do osso com oxitetraciclina, visando identificar áreas de néo-formação deste tecido. Verificou ocorrência de relação direta entre o aumento de aposição óssea e aumento de aplicação de força sobre o dente, resultando naturalmente em maior movimentação dentária, dentro de limites fisiologicamente compatíveis com a capacidade de resposta tecidual. Verificou a inexistência de formação de tecido osteóide no período compreendido entre as primeiras 36 horas e o terceiro dia de experimento, tempo que o autor considerou insuficiente para desencadear a ação dos osteoblastos.

No mesmo ano, os efeitos da movimentação dentária em ratos também foram estudados por RIGH (52). O autor empregou um dispositivo transpalatino, fixado aos primeiros molares superiores, capaz de gerar movimentação dos citados dentes em direção à vestibular, mediante forças entre 5 e 25 gramas. Com auxílio de

microscopia eletrônica, pôde constatar os seguintes aspectos: 1) o processo de hialinização do ligamento, encontrado em algumas áreas, provocou severos danos aos fibroblastos e outras células conjuntivas, levando-as à necrose. 2) tal necrose circunscreveu-se apenas ao ligamento. 3) o processo de regeneração ocorreu sobretudo no período entre 7 e 20 dias.

Em 1973, STOREY (62) descreve em seu trabalho que a movimentação dentária obedece a três etapas distintas: 1) uma pequena movimentação inicial e imediata à aplicação de forças, que pode ser atribuída à compressibilidade do ligamento que suporta o dente. 2) um período de duração variável, durante o qual o dente permanece imóvel e os tecidos exibem sinais de alteração, caracterizados principalmente pela ocorrência de áreas de hialinização no ligamento, e 3) período marcado por rápida movimentação, coincidente com processos de reparação e remodelação, até que estes se concluem.

Ainda em 1973, agora utilizando dentes pré-molares humanos movimentados com aparelho ortodôntico fixo, RYGH (53) voltou a examinar as alterações periodontais decorrentes. Empregou 11 dentes que foram movimentados para vestibular, extraiu-os e os analisou sob microscopia eletrônica bem como sob microscopia ótica convencional, após períodos experimentais de 2, 21 e 50 dias. Encontrou distúrbios celulares e vasculares nas zonas mantidas sob pressão, com degeneração e necrose, configurando um quadro em tudo semelhante àqueles já encontrados e descritos em estudos realizados em animais, especialmente em ratos.

Uma visível semelhança entre as reações periodontais oferecidas por diferentes animais experimentais frente aos processos de movimentação dentária pôde ser constatada por LISTGARTEN (34), em 1973, ao comparar os processos histológicos ocorridos em ratos, camundongos, hamsters, cobaias e coelhos.

Estados de hipocalcemia experimentalmente provocados em ratos adultos foram objeto de análise por BISSADA & DE MARCO (8), em 1974, ao estudarem o deslocamento dentário e seus consequentes efeitos sobre o periodonto. Realizaram controle da taxa sanguínea de cálcio e fósforo até certificarem-se do estado de hipocalcemia e assim mantiveram os animais durante o experimento. Constataram ocorrência de osteoporose no osso alveolar, mas não encontraram reabsorção do cemento radicular, nem alterações específicas no ligamento.

Preocupado com aspectos metabólicos e dietéticos que porventura pudessem influir nas respostas do periodonto à movimentação dentária, em 1974, LITTON (35) realizou um trabalho no qual se evidenciou que, em cobaias mantidos sob carência de ácido ascórbico, realmente houve problemas em tais respostas.

Nesse estudo, provocou movimentação de incisivos inferiores com auxílio de um dispositivo dotado de mola espiral aberta e comprimida entre eles (tal como se fosse um recuperador fixo de espaço). Os problemas encontrados foram marcados por um nítido desaparecimento de osteogênese e uma desorganização do ligamento. Concluiu que é patente a necessidade dessa vitamina para a manutenção dos níveis adequados de resposta do periodonto e do osso alveolar.

NASCIMENTO & SALLUM (41) conseguiram observar histologicamente o periodonto de pré-molares de macacos sagui (*Callithrix jacchus*) após terem provocado sua movimentação mediante interferência oclusal. Seu interesse, mais voltado para aspectos do trauma oclusal, lhes permitiu as seguintes conclusões: 1) ocorrência de áreas de tração e de pressão. 2) ocorrência de zonas de reabsorção radicular em áreas de pressão e, 3) ocorrência de movimentação dentária discreta, como resultado da interferência.

Em 1976, um experimento conduzido por BACCHI (3), que também utilizou o macaco sagui (*Callithrix jacchus*) como animal de laboratório, testou as respostas do periodonto de sustentação de molares frente à ação de outro tipo de interferência oclusal capaz de gerar sua movimentação ou inclinação para lingual, associada a estado de hipovitaminose C, isto é, uma carência parcial de ácido ascórbico. A opção do autor por estes animais baseou-se em dois fatos: 1) Extrema semelhança dentária e periodontal com o humano e 2) incapacidade deste primata para sintetizar ácido ascórbico no próprio organismo, da mesma forma que o homem. Os resultados de uma avaliação histológica lhe permitiram concluir que houve claras diferenças nas respostas teciduais (osso, ligamento e cemento radicular), com prejuízo para os animais mantidos sob estado de hipovitaminose C. O osso mostrou sinais de dificuldade no processo de aposição e o ligamento mostrou-se lento nos fenômenos de reparação. O cemento radicular exibiu diversas áreas de reabsorção sem, contudo, permitir afirmações conclusivas a respeito de sua intensificação nos animais carentes em relação aos não carentes. Observou dificuldades na renovação do colágeno e um atraso na normalização morfológica do ligamento e do osso alveolar, demonstrando a necessidade de níveis adequados daquela vitamina para possibilitar a normalidade desses processos. De tais observações, pode-se inferir que também para o homem é recomendável a manutenção de níveis diários adequados de ingestão de ácido ascórbico, de modo a suprir a demanda originada por situações em que o organismo busca homeostasia dos tecidos ricos em colágeno, tal como sucede no tratamento ortodôntico, cirurgias, redução de fraturas, etc...

HELLER & NANDA (21), em 1979, apresentaram um trabalho no qual procuraram quantificar efeitos de alterações metabólicas sobre as fibras periodontais em ratos cujos dentes foram induzidos a movimentação. Empregaram uma substância química denominada betaminopropionitrilo (BAPN) capaz de inibir a ligação entre polipeptídeos e o colágeno. A movimentação dentária foi obtida mediante aplicação de força de 50 g. através de um dispositivo constituído de mola espiral fechada, ancorada no incisivo superior e com ação sobre o primeiro molar superior do mesmo lado. Observações histológicas realizadas após 9 dias de ação da força mostraram alterações químicas e físicas fora dos padrões conhecidos, comprometendo também a formação óssea.

Com objetivo de estudar a osteogênese, SMITH & ROBERTS (59), em 1980, provocaram movimentação de primeiros e segundos molares de ratos. Puderam verificar os seguintes aspectos: 1) A interrupção da atividade mitótica no primeiro período experimental, entre 75 minutos e 2 horas; 2) uma resposta de aumento generalizado do índice mitótico a partir de 2 horas, até aproximadamente 13 horas, e 3) claros indícios de osteogênese após 12 horas, que se manteve por vários dias. Enfatizaram que a neo-formação óssea alveolar ocorrida como resposta à aplicação de forças sobre o dente pode ser comparada, em termos clínicos, com o processo de formação óssea decorrente de traumas ósseos, inclusive fraturas.

Segundo GOOD e cols. (20), a subnutrição calórico-proteica é capaz de provocar vários danos à saúde, cujos sinais mais evidentes são a redução do peso corpóreo, osteoporose e diversas outras alterações fisiológicas, salientando que esse quadro acentua-se nos períodos de crescimento, tanto em animais quanto em humanos.

Em 1981, BOISSON & GIANELLY (9) estudaram respostas do tecido gengival de ratos a esforços mecânicos de abertura de espaços interdentais, com o objetivo específico de se detectar possíveis aumentos de produção de colágeno. Adotaram método autorradiográfico com incorporação de prolina H3. Os resultados obtidos permitiram-lhes concluir que a resposta gengival ao movimento ortodôntico inclui estimulação do mecanismo de produção do colágeno, isto é, a síntese desta substância componente da fibras do conjuntivo gengival é aumentada. Este aumento de síntese proteica coincidiu com o período de maior intensidade de movimentação dentária e com um aumento de 75 a 100 % na incorporação da prolina, ou seja, nos 7 primeiros dias de movimentação. Contudo, - afirmam os autores - esta resposta proliferativa parece desaparecer tão logo cessa a movimentação ativa do dente e,

quando comparada com a resposta do ligamento, não se mostrou nem mais nem menos duradoura.

Em 1982, KING & FISCHLSCHWEIGER (28) empregaram dispositivo semelhante ao descrito no trabalho de SMITH & ROBERTS (59) para movimentar molares de ratos e permitir posterior observação histológica do periodonto. Concluíram que forças acima de um limiar determinado sempre provocam reabsorção óssea e induzem o dente a movimentar-se, conforme exaustivamente descrito em inúmeros trabalhos. Porém, ressaltam que forças leves produzem melhor e mais rápido movimento dentário, com presença de insignificantes lacunas de reabsorção radicular a nível apenas de cimento, ao passo que forças médias e pesadas resultaram em movimentação mais demorada e destruições maiores do cimento (reabsorção radicular). Desta observação concluíram que os fenômenos de reabsorção óssea e de reabsorção radicular estão diretamente relacionados entre si e decorrem de um fator comum que são as forças acentuadas.

ARNESEN (1), em estudo clínico-radiográfico de indivíduos tratados ortodonticamente, verificou que a reabsorção radicular dentária externa pôde ser constatada em praticamente todos os casos estudados, não se evidenciando predominância do fenômeno numa arcada em relação à outra (superior e inferior), observando, porém, que há maior incidência do problema na área incisal, principalmente a superior. Não detectou diferenças de ocorrência entre os sexos. Pôde verificar, por outro lado, maior incidência de reabsorção entre indivíduos de faixas etárias mais altas da sua amostra. O tipo de movimento ortodôntico que parece ter provocado maior reabsorção radicular foi o chamado "movimento de corpo" e, finalmente, observa que provavelmente há predisposição individual à reabsorção.

Observações semelhantes às de GOOD e cols. (20) foram apresentadas por JUNQUEIRA & CARNEIRO (27), ao constatarem que o tecido ósseo é bastante sensível a diversos fatores nutricionais, especialmente durante as fases de crescimento, despontando neste contexto as proteínas cuja carência acarreta deficiência de aminoácidos essenciais para a síntese do colágeno realizada pelos osteoblastos. Já a deficiência de cálcio conduz a uma calcificação incompleta da matriz orgânica produzida.

GLICKMAN (18) relata evidências de alterações degenerativas do tecido conjuntivo da gengiva e do ligamento periodontal, osteoporose no osso alveolar e lentidão na formação do cimento radicular, frente a situações de carência proteica na dieta. Ressalta que a osteoporose, basicamente, resulta da deficiência de

formação de osteóide, redução de osteoblastos e retardo no processo de morfodiferenciação de células primitivas do conjuntivo que formam os osteoblastos.

PRATA (50), analisando efeitos de diferentes teores proteicos da dieta, conjugados à ação de força mecânica sobre tecidos periodontais do molar de ratos, pôde verificar a nítida influência daquele nutriente sobre o comportamento dos citados tecidos, chegando às seguintes conclusões: 1) Houve diferenças entre os pesos corpóreos médios dos animais dos grupos experimentais submetidos respectivamente a dietas hiper, normo e hipoproteica, comprovando a eficiência do método proposto para as dietas. 2) Constatou-se ocorrência de melhor movimentação dentária, em termos de amplitude, nos animais mantidos sob dieta hiperproteica, seguindo-se, pela ordem, os animais sob dietas normo e hipoproteica. 3) Os efeitos da dieta hipoproteica parecem ter alterado as respostas do ligamento e do osso alveolar à ação da força de tração do dente, resultando nas seguintes aspectos: a) sinais histológicos de osteoporose alveolar, b) sinais de retardo nas respostas de reparação tecidual do ligamento e do osso e c) destruição e redução das fibras periodontais e material intercelular ou colágeno, sugerindo prejuízo para a movimentação dentária. 4) A nutrição proteica mostrou ser um fator importante na remodelação do ligamento periodontal e osso alveolar. 5) A dieta hiperproteica parece ter intensificado o processo de remodelação do ligamento periodontal e do osso alveolar.

Justificando a relevância e oportunidade do tema em questão, recentemente SILVA FILHO e cols. (57) realizaram trabalho de natureza clínica, mediante o qual puderam avaliar a reabsorção radicular consequente ao tratamento ortodôntico com duração média de 2 anos e 3 meses, em 50 pacientes de ambos os sexos. Chegaram à conclusão de que houve ocorrência do citado fenômeno em 100 % dos casos, porém em grau suave. Pela ordem, os dentes mais afetados pela reabsorção detectada mediante processo radiográfico foram os incisivos superiores, os incisivos inferiores, primeiros molares, caninos e pré-molares. Apesar destas conclusões preocupantes, os autores acima citados salientam que "por ser geralmente suave, a reabsorção radicular presente na prática ortodôntica não constitui um fator limitante do tratamento ortodôntico. Os benefícios conseguidos com o tratamento justificam a iatrogenia suscitada."

3. PROPOSIÇÃO

3 - PROPOSIÇÃO

Com base nos trabalhos consultados na literatura pertinente e considerando as hipóteses configuradas no capítulo "Introdução", propõe-se no presente trabalho verificar os seguintes aspectos da questão estudada:

- 1) O grau de comprometimento das estruturas periodontais diante das variáveis consideradas, isto é, dieta hipoproteica e movimentação dentária, de forma conjugada.
- 2) A capacidade de resposta dos tecidos periodontais frente à ação mecânica de movimentação dentária, nas condições de sub-nutrição proteica.
- 3) Existência ou não de relação entre as variáveis acima consideradas e o fenômeno de reabsorção radicular dentária externa.

4. MATERIAL E MÉTODO

4 - MATERIAL E MÉTODO

4.1 - Material.

Neste experimento foram empregados 45 ratos (*Rattus norvegicus*, *albinus*, Wistar), machos, com 21 dias de idade e pesando inicialmente entre 50 e 70 gramas, procedentes do Biotério da Universidade Estadual de Campinas.

Os animais foram mantidos em gaiolas metabólicas individuais, em sala dotada de sistema de ar condicionado, numa temperatura ambiente entre 20 e 26 graus centígrados, com iluminação diária de 14 horas e 10 horas de obscuridade.

4.2 - Método.

4.2.1 - Divisão dos animais em grupos.

O lote amostral dos animais foi dividido em 3 grupos com 15 ratos em cada um, sendo cada grupo subdividido em 3 subgrupos de 5 animais. A distribuição dos ratos pelos grupos e subgrupos obedeceu a uma seleção tal que permitiu uma melhor homogeneidade possível, considerando-se uma média dos pesos corporais.

Em seguida, os animais receberam marcas de identificação nas orelhas, conforme o seguinte esquema, para cada subgrupo:

Animal 1 - Furo na orelha direita

Animal 2 - Furo na orelha esquerda

Animal 3 - Sem marca

Animal 4 - Corte em "V" na orelha direita

Animal 5 - Corte em "V" na orelha esquerda

GRUPO 1 (G-1) - Dieta hiperproteica.

Grupo formado por 15 ratos, redistribuídos em 3 subgrupos de 5 animais, denominados SG-1A, SG-1B e SG-1C, que receberam dieta hiperproteica (Dieta A), com teor de 40% de proteína. Receberam dispositivo para movimentação dentária (DMD) conforme descrito no item 4.2.3 deste capítulo.

GRUPO 2 (G-2) - Dieta normoproteica (controle).

Formado por 15 animais, redistribuídos em 3 subgrupos denominados SG-2A, SG-2B e SG-2C, todos alimentados com a dieta B, contendo níveis normais de proteína (15%), aos quais também foram aplicados os dispositivos para movimentação dentária (DMD).

GRUPO 3 (G-3) - Dieta hipoproteica.

Igualmente, este grupo foi subdividido em 3 subgrupos com 5 animais em cada um, e denominados SG-3A, SG-3B e SG-3C. Todos os animais deste grupo foram alimentados com dieta hipoproteica (Dieta C), contendo 6% de proteína, tendo também recebido o DMD.

4.2.2 - Composição das rações para as diferentes dietas^(*)

4.2.2.1 - Dieta A (Hiperproteica)

A dieta ministrada aos animais do grupo G-1 (dividido em seus respectivos subgrupos) constituiu-se da seguinte ração (cada 1000 gramas):

Caseína	489 g
Óleo vegetal	80 g
Mistura salina (sais minerais)	40 g
Composto vitamínico	10 g
Amido (Maizena)	341 g
Fibras	40 g

Obs.: Cada 100 g. desta ração oferecem 40 % de proteína e 994,4 calorias.

4.2.2.2 - Dieta B (Normoproteica)

^(*) As rações foram formuladas segundo orientação dietética oferecida por BEST, C.V. & TAYLOR, N. B. - The physiological basis of medical practice. 8 th Ed., Williams & Wilkins Co., Baltimore 1966.

A ração oferecida aos animais do grupo G-2 (dividido em seus respectivos subgrupos) foi composta das seguintes substâncias:

Caseína	184 g
Óleo vegetal	80 g
Mistura salina (sais minerais)	40 g
Composto vitamínico	10 g
Amido (Maizena)	646 g
Fibras	40 g

Obs.: Cada 100 g desta ração oferecem 15 % de proteína e 372,9 calorias.

4.2.2.3 - Dieta C (Hipoproteica)

A dieta oferecida aos ratos do grupo G-3 (dividido em seus respectivos subgrupos) constituiu-se da seguinte ração:

Caseína	74 g
Óleo vegetal	80 g
Mistura salina (sais minerais)	40 g
Composto vitamínico	10 g
Amido (Maizena)	756 g
Fibras	40 g

Obs.: Cada 100 g desta ração fornecem 6% de proteína e 149,1 calorias.

Após o preparo, as rações foram estocadas em frascos plásticos mantidos em refrigerador.

Diariamente foram oferecidos 15 g de ração por animal e água "ad libitum". Procedeu-se o controle da ingestão alimentar mediante pesagem da sobra da ração. Além deste controle diário da ingestão alimentar, realizou-se a pesagem semanal dos animais, realizada sempre no mesmo horário do dia. Este procedimento foi mantido por um período de 60 dias, cada grupo com sua dieta e cada animal em sua gaiola individual, para se obter um nivelamento da amostra. Somente após este

período, os animais passaram a receber o dispositivo para movimentação dentária (DMD), iniciando-se a fase seguinte do experimento.

4.2.3 - Descrição e aplicação do dispositivo para movimentação dentária (DMD).

Segmentos de mola espiral fechada ("closed coil spring" da UNITEK Corp., .008 X.030", cod. # 340 - 330) foram obtidos por corte no comprimento de 6,0 mm, equivalente a um número de 30 espirais padronizadas e contadas com auxílio de lupa (fig. 01).

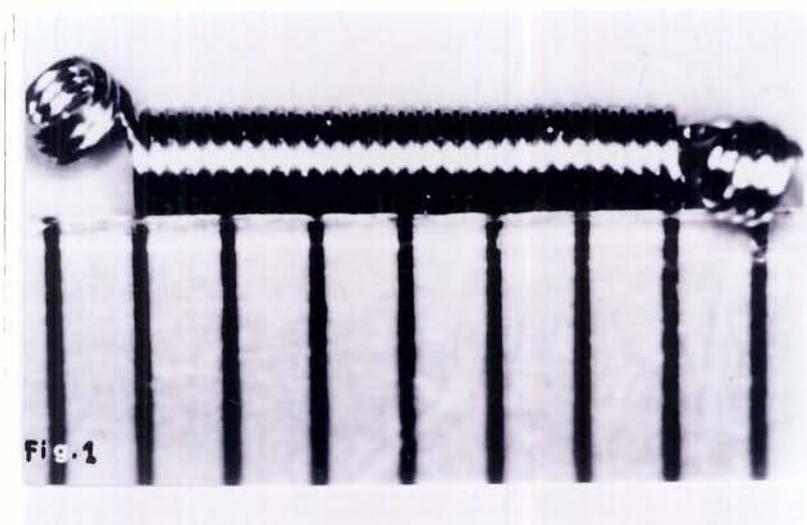


Fig. 01 - Foto ilustrativa do segmento padronizado de mola espiral para se obter a movimentação dentária.

A aferição da força potencial de cada segmento de mola assim obtido foi efetuada mediante utilização de uma base graduada que permite a fixação de uma das extremidades da mola (DMD), enquanto a outra podia ser tracionada sobre uma régua milimetrada. Com auxílio de um dinamômetro "Dontrix" de aplicação ortodôntica, previamente calibrado e aferido, cada segmento de mola foi testado de modo que um estiramento de 2,0 mm correspondesse ao desenvolvimento de uma força de 110 g. (fig.02).

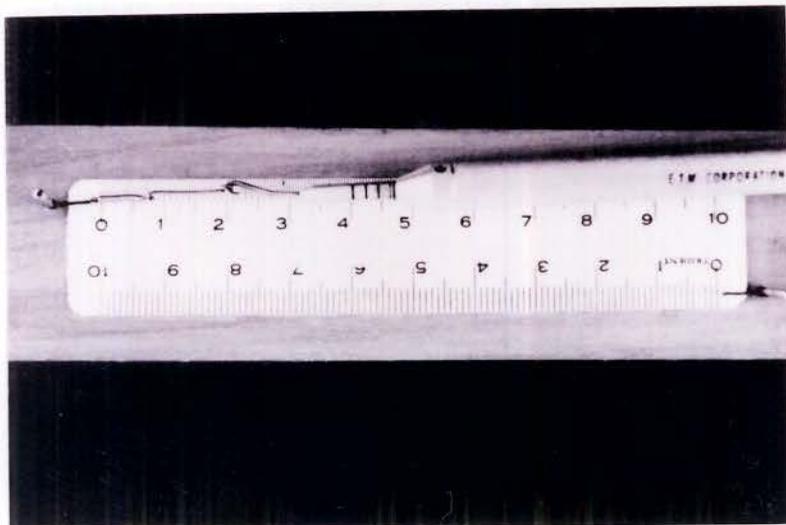


Fig. 02 - Foto ilustrativa do processo utilizado para aferir e calibrar os segmentos de mola espiral utilizados como DMD.

Cada um dos animais dos grupos G-1, G-2 e G-3, sob anestesia geral obtida por inalação de éter etílico, recebeu o dispositivo DMD que foi atado, com auxílio de segmentos de fio de ligadura ortodôntica (aço inoxidável) de calibre 0,20 mm, à cervical dos primeiros molares superiores direitos (M-1), posicionando-se a extremidade da mola à mesial destes dentes. A outra extremidade da mola, também presa a um segmento de ligadura, foi tracionada em direção ao incisivo superior direito, ao qual foi atada. De modo a se obter uma força de 110 g, cada segmento de mola foi estirado 2,0 mm, medidos com auxílio de um compasso de pontas secas tipo "bow divider". No incisivo tomado como ancoragem foi realizado um sulco transversal, por abrasão, em sua superfície labial, à altura do terço cervical, de modo a permitir melhor fixação da ligadura a ele atada.

Este método descrito por HELLER & NANDA (21) possibilita movimentação do M-1 para mesial com uma força inicial de 110 g. Não houve qualquer outra ativação adicional do DMD no decorrer do experimento, procedendo-se apenas a verificação diária para se ter garantia de seu correto posicionamento. (fig. 03).

O primeiro molar superior esquerdo e seu respectivo periodonto de um rato não incluído na amostragem experimental e mantido sob condições normais de dieta e livre de qualquer intervenção "ortodôntica" foi objeto de exame, apenas para fins ilustrativos.

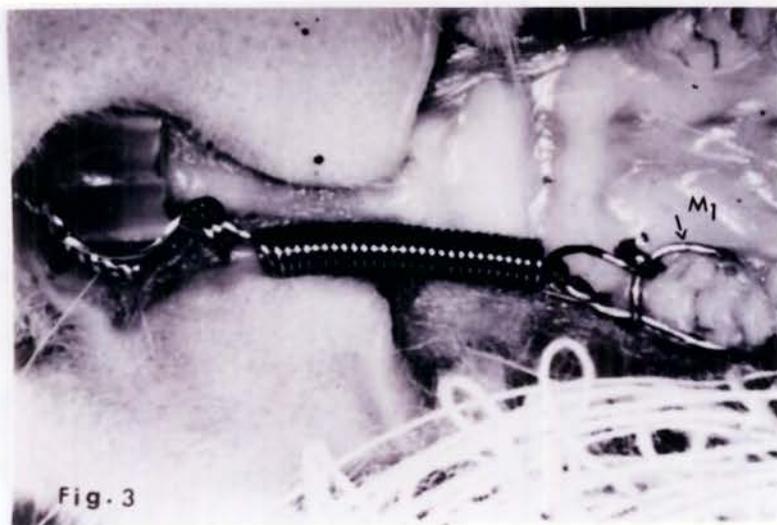


Fig. 03 - Foto ilustrando o DMD instalado na boca do animal.

4.2.4 - Exame radiográfico.

Ao cabo de cada período experimental e imediatamente após serem sacrificados os animais, mediante inalação excessiva do agente anestésico, foram estes decapitados e suas cabeças seccionadas ântero-posteriormente segundo o plano médio-sagital, com auxílio de uma serra manual do tipo "tico-tico". Em seguida, cada hemi-crânio passou por um período de 2 horas de fixação inicial em solução de Bouin, após o qual as peças foram depositadas sobre um filme radiográfico periapical (Agfa, 31 X 41, lote 46960020, Gevaert N.V., B-2510, de fabricação belga), com a face do plano médio-sagital voltada para o filme.

Para a tomada das radiografias, utilizou-se de um aparelho de marca Siemens, tipo Heliodent, operando com 50 Kv e 7 miliamperes, com filtro de alumínio de 2,0 mm de espessura. Empregou-se um tempo de exposição de 0,6 segundo, com direcionamento do feixe central rigorosamente perpendicular ao filme, numa distância foco-filme constante de 21,0 cm, representando este processo uma

adaptação do método empregado por NUNES GALVÃO (43). O processamento (revelação e fixação) dos filmes foi efetuado pelo método automático (Processadora P-10, Siemens).

As radiografias obtidas (fig. 04) foram montadas em molduras para diapositivos fotográficos, procedendo-se a sua projeção (com projetor de "slides" Kodak) sobre uma "tela" de papel milimetrado, a uma distância padronizada de 70,0 cm do plano frontal da lente do projetor. Desta forma, a imagem projetada pôde ser desenhada sobre o papel milimetrado, obtendo-se uma ampliação de exatamente 5 vezes o tamanho da imagem radiográfica. O desenho limitou-se apenas às imagens dos primeiros e segundos molares e registrou-se a medida da distância entre ambos os dentes, em milímetros, a nível dos pontos de contato interproximais.

Obviamente, mediante aplicação de regra de três, os dados da mensuração foram devidamente proporcionados às condições dimensionais reais.

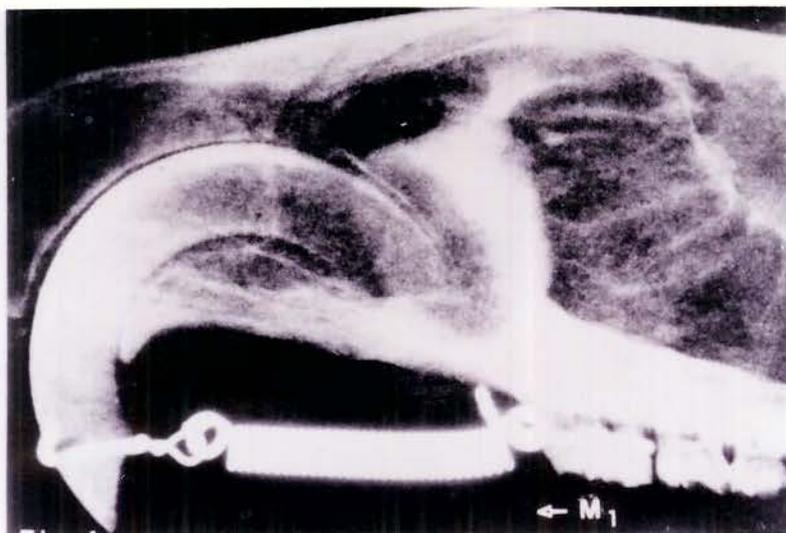


Fig. 04 - Foto de radiografia de hemicrânio direito de rato, com o DMD adaptado ao primeiro molar e incisivo superiores.

4.2.5 - Método histológico.

Foram fixados 3 períodos experimentais para teste da ação do DMD, a saber: Primeiro período de 1 dia (24 horas), segundo período de 3 dias (72 horas) e

terceiro período de 7 dias (168 horas), com base em metodologia já testada por diversos outros autores.

Portanto, após 24 horas da adaptação do DMD, todos os animais dos subgrupos SG-1A, SG-2A e SG-3A foram sacrificados; após 3 dias da adaptação do DMD foram sacrificados todos os ratos dos subgrupos SG-1B, SG-2B e SG-3B, e, finalmente, após 7 dias foram sacrificados todos os animais dos subgrupos SG-1C, SG-2C e SG-3C, conforme ilustra a Tabela 01.

Tabela 01 - Cronograma de sacrifício dos animais.

	24 horas	72 horas	168 horas
G-1 -hiperproteico	SG-1A - 5 animais	SG-1B - 5 animais	SG-1C - 5 animais
G-2 -normoproteico	SG-2A - 5 animais	SG-2B - 5 animais	SG-2C - 5 animais
G-3 -hipoproteico	SG-3A - 5 animais	SG-3B - 5 animais	SG-3C - 5 animais

Imediatamente após o sacrifício, procedeu-se a decapitação dos animais, cujas cabeças foram despojadas do tecido epitelial e suas inserções musculares. Conforme já descrito no item 4.2.4 deste capítulo, realizou-se a seguir o seccionamento cefálico em dois hemicrânios para fins de fixação e tomada radiográfica. Antes de se completar o período de 48 horas necessário para fixação das peças resultantes, foram estas mais uma vez seccionadas em segmentos menores que abrangeram toda a área anatômica à mesial dos terceiros molares até a metade do espaço entre os primeiros molares e os incisivos superiores. Essas peças anatômicas menores foram deixadas em solução fixadora (Bouin) até completar o tempo de 48 horas, sendo em seguida submetidas a processo de descalcificação em solução de EDTA. Após a descalcificação, as peças foram mais uma vez reduzidas dimensionalmente para fins de inclusão em parafina e, mediante técnica de rotina, submetidas a cortes histológicos seriados em micrótomo regulado para a espessura de 7 micra. As peças foram cortadas no sentido méso-distal, em plano paralelo ao eixo longitudinal dos dentes. Procedeu-se a seguir a desparafinização e coloração com H.E..

4.2.6 - Técnica de exame microscópico.

Utilizou-se de microscópio ótico convencional, com aumentos de 20, 80 e 320 vezes, sendo cada lâmina examinada segundo os passos abaixo descritos:

* Exame inicial, sob aumento de 20 vezes, para constatação da orientação correta do corte, identificação do M1 e das áreas periapicais sob ação das forças liberadas pelo DMD.

* Sob aumentos de 80 e 320 vezes, concentrou-se a observação sobre as seguintes áreas em torno do dente M1:

- 1) Ligamento periodontal.
- 2) Osso alveolar
- 3) Cimento radicular

* Registro fotográfico dos aspectos histológicos de interesse.

5. RESULTADOS

5 - RESULTADOS

5.1 Do controle de peso corporal e ingestão alimentar.

No decorrer do período de 63 dias (9 semanas) que precedeu a adaptação dos DMD, todos os ratos de cada grupo foram semanalmente pesados, com a finalidade de se proceder um controle da ingestão de alimento e acompanhar o desenvolvimento corporal. Com os dados de pesagem foram elaboradas as tabelas 2, 3 e 4 a seguir apresentadas:

Tabela 2 - Registro semanal das médias de peso corporal dos animais do grupo G-1, durante o período pré-experimental de 9 semanas.-15 animais.

semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9
gramas	73,6	84,8	106,2	135,8	176,7	191,2	202,4	236,1	248,0

Tabela 3 - Registro semanal das médias de peso corporal dos animais do grupo G-2, durante o período pré-experimental de 9 semanas - 15 animais.

semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9
gramas	55,6	86,7	98,3	132,6	162,4	179,6	213,9	229,8	238,5

Tabela 4 - Registro semanal das médias de peso corporal dos animais do grupo G-3, durante o período pré-experimental de 9 semanas.- 15 animais.

semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9
gramas	61,3	63,8	64,3	69,5	76,0	86,6	93,2	100,8	101,1

Da análise comparativa dos valores médios do peso corporal resultou o gráfico 01, que permite uma comparação entre os ritmos de ganho de peso dos animais dos três grupos diferentes, no período em questão. Convém esclarecer que, dentre os animais do grupo G-3, além de um ganho de peso corporal sensivelmente

inferior ao dos outros dois grupos, verificou-se irregularidades de pelagem e desenvolvimento deficiente generalizado da musculatura, que puderam ser visualmente constatados.

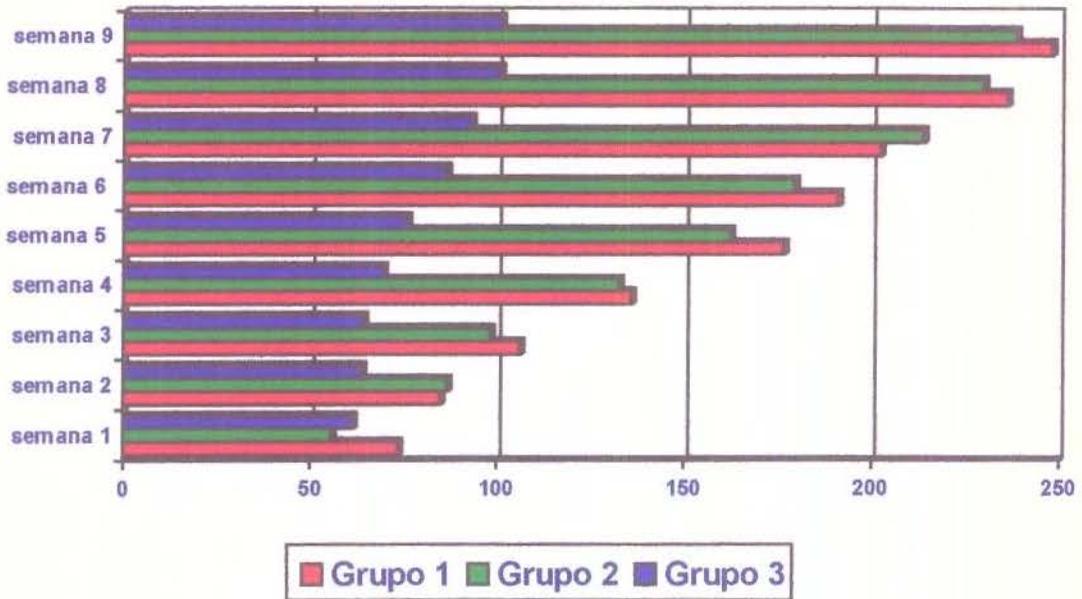


Gráfico 01 - Representação da evolução média do comportamento do peso corporal dos animais dos três grupos, durante o período pré-experimental.

5.2 - Da movimentação do primeiro molar superior direito (M1)

Mediante avaliação radiográfica, conforme descrito no item 4.2.4 do capítulo Material e Método, pôde-se registrar quantitativamente o deslocamento do M1 em direção à mesial, por ação do DMD, em cada animal, grupo por grupo, permitindo a elaboração das tabelas que se seguem:

Tabela 5 - Quantificação, em milímetros, do deslocamento mesial do M1 em relação ao M2, após período experimental de 1 dia de ação do DMD.

Subgrupos	SG-1A	SG-2A	SG-3A
Animal 01	0,8 mm	0,6 mm	0,6 mm
Animal 02	1,0 mm	0,8 mm	0,5 mm
Animal 03	0,7 mm	0,5 mm	0,6 mm
Animal 04	0,8 mm	0,7 mm	0,4 mm
Animal 05	1,0 mm	0,6 mm	0,6 mm
MÉDIA	0,86 mm	0,64 mm	0,54 mm
Micra	860	640	540

Tabela 6 - Quantificação, em milímetros, do deslocamento mesial do M1 em relação ao M2, após período experimental de 3 dias de ação do DMD.

Subgrupos	SG-1B	SG-2B	SG-3B
Animal 01	1,8 mm	0,8 mm	0,6mm
Animal 02	1,0 mm	1,0 mm	0,6 mm
Animal 03	1,0 mm	0,9 mm	0,5 mm
Animal 04	1,0 mm	0,8 mm	0,5 mm
Animal 05	1,0 mm	0,8 mm	0,3 mm
MÉDIA	1,00 mm	0,86 mm	0,48 mm
Micra	1000	860	480

Tabela 7 - Quantificação, em milímetros, do deslocamento mesial do M1 em relação ao M2, após período experimental de 7 dias de ação do DMD.

Subgrupos	SG-1C	SG-2C	SG-3C
Animal 01	1,0 mm	1,0 mm	0,5 mm
Animal 02	1,2 mm	0,9 mm	0,6 mm
Animal 03	1,0 mm	0,9 mm	0,5 mm
Animal 04	1,2 mm	1,0 mm	0,7 mm
Animal 05	1,1 mm	1,0 mm	0,7 mm
MÉDIA	1,10 mm	0,96 mm	0,56 mm
Micra	1100	960	560

Para uma visualização conjunta e comparativa dos dados expressos nas tabelas 5, 6 e 7 acima apresentadas, elaborou-se uma representação gráfica das médias de deslocamento dentário do M1, em micra (μ) - (graf. 02). A transformação das medidas, de milímetros para micra, teve por finalidade facilitar a representação gráfica.

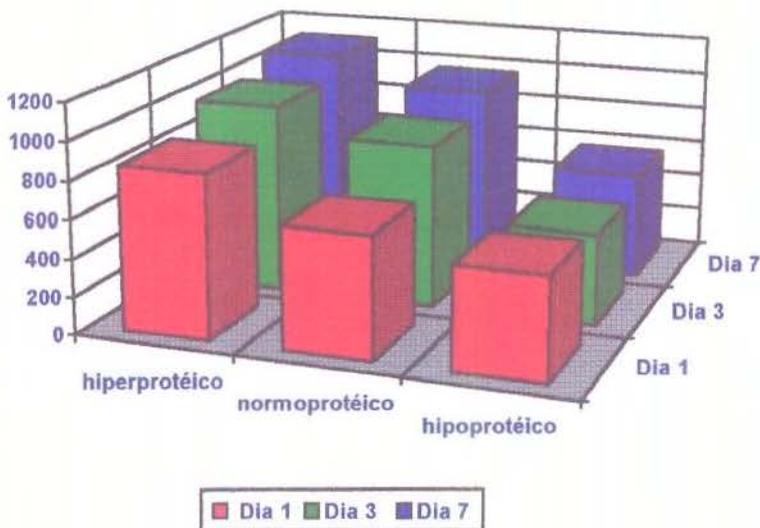


Gráfico 02 - Representação das médias de deslocamento do M1 para mesial em relação ao M2, dos animais de cada subgrupo, nos períodos experimentais de 1, 3 e 7 dias.

LEGENDA GERAL DAS FOTOS DE LÂMINAS HISTOLÓGICAS

- O** - Osso
- L** - Ligamento
- C** - Cimento
- D** - Dentina
- V** - Vaso sanguíneo
- LR** - Lacuna de reabsorção radicular
- M e EM** - Espaço medular
- H** - Zona hialina
- OT** - osteóide
- OB** - Osteoblasto
- OC** - Osteoclasto
- CB** - Cementoclasto
- CC** - Cementoclasto
- RO** - Área de reabsorção óssea
- M₁** - Primeiro molar

LEGENDA DAS FIGURAS DA PRANCHA 01

FIG. 5 - Aspecto microscópico (20 X) da posição alcançada pelo primeiro molar superior direito (M 1) de rato do subgrupo SG-3C (Hipoproteico), após 7 dias de ação do DMD. (Vista panorâmica).

FIG. 6 - Aspecto microscópico (20 X) da posição alcançada pelo primeiro molar superior direito (M 1) de rato do subgrupo SG-2C (Normoproteico), após 7 dias de ação do DMD. (Vista panorâmica).

FIG. 7 - Aspecto microscópico (20 X) da posição alcançada pelo primeiro molar superior direito (M 1) de rato do subgrupo SG-1C (Hiperproteico), após 7 dias de ação do DMD. (Vista panorâmica).

Observação: Obviamente, as imagens obtidas por processo eletrônico de fotos representativas dos aspectos microscópicos desta e das demais pranchas apresentadas neste trabalho exibem dimensões ampliadas em proporções não calculadas. Os aumentos microscópicos citados referem-se apenas ao poder das oculares e objetivas do microscópio utilizado no exame e tomada das fotos.

PRANCHA 1

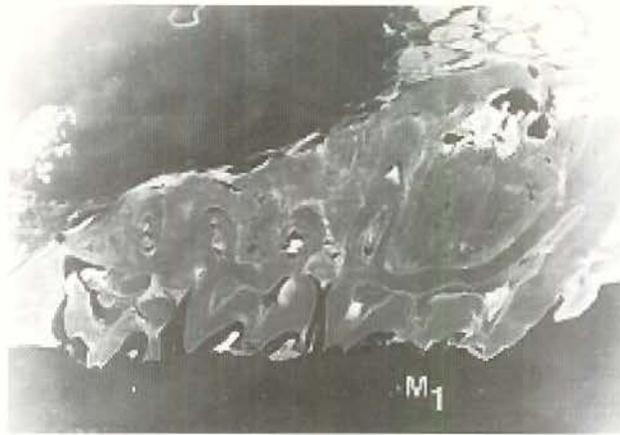


FIG. 5

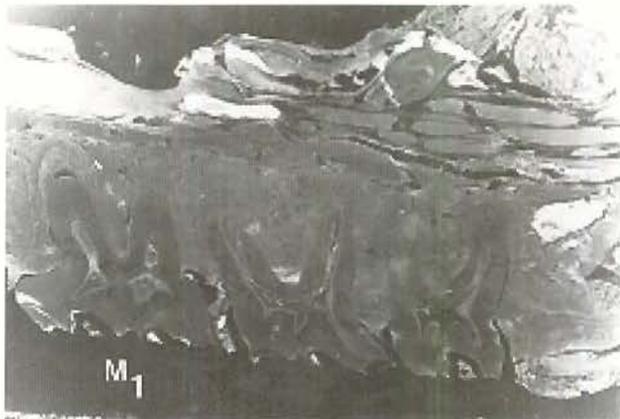


FIG. 6

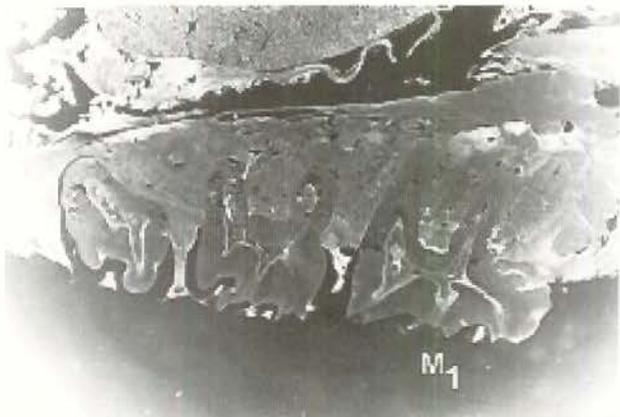


FIG. 7

LEGENDA DAS FIGURAS DA PRANCHA 02

Fig. 08 - Exemplar do subgrupo SG-1A (Hiperproteico, 1 dia de ação do DMD). Vista geral dos lados de tração e de pressão sofridas pelo ligamento.

Fig. 09 - Exemplar do subgrupo SG-1A (Hiperproteico, 1 dia de ação do DMD). Vista setorizada à altura do terço médio de raiz. Zona de pressão com área do ligamento hialinizada e lacuna de reabsorção radicular.

Fig. 10 - Exemplar do subgrupo SG-1A (Hiperproteico, 1 dia de ação do DMD). Vista setorizada à altura do terço cervical de raiz. Zona de pressão, com pequenas lacunas de reabsorção radicular.

Fig. 11 - Exemplar do subgrupo SG-1A (Hiperproteico, 1 dia de ação do DMD). Vista setorizada do terço médio e partes dos terços apical e cervical de raiz, lado submetido a pressão. Notar áreas irregulares na superfície do cimento e ação de osteoclastos.

Fig. 12 - Exemplar do subgrupo SG-1A (Hiperproteico, 1 dia de ação do DMD). Vista parcial da área periapical de raiz, lado sob tração. Notar zona de cimento mais espesso característica desta área, osteóide e pequena lacuna de reabsorção do cimento e dentina.

Fig. 13 - Exemplar do subgrupo SG-1B (Hiperproteico, 3 dias de ação do DMD). Vista parcial da área de periápice, zona de pressão, com aspectos do ligamento hialinizado e do osso alveolar.

Fig. 14 - Exemplar do subgrupo SG-1B (Hiperproteico, 3 dias de ação do DMD). Vista da região apical, lados de pressão e de tração. Observe-se lacuna de reabsorção radicular no lado de tração e pequenos sinais de irregularidade na superfície do cimento no lado sob pressão.

PRANCHA 2



FIG. 8

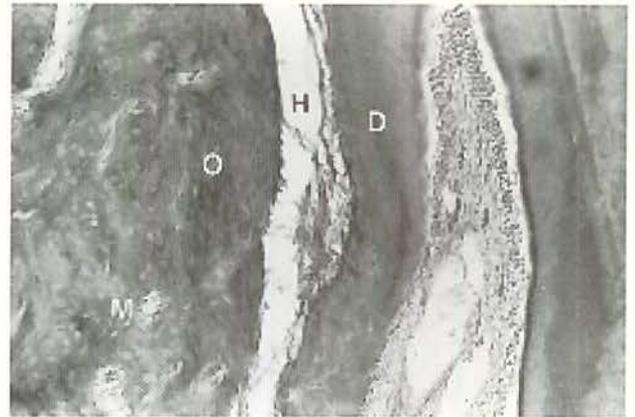


FIG. 9

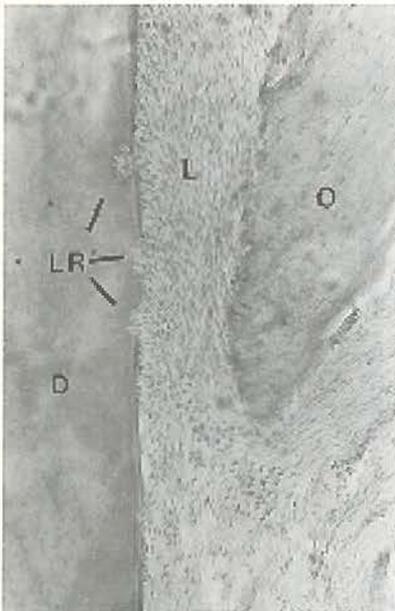


FIG. 10

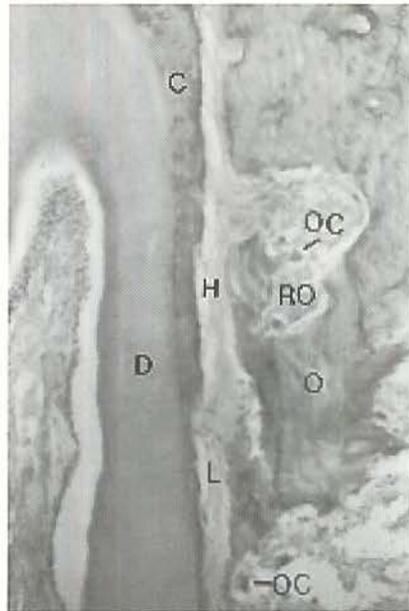


FIG. 11

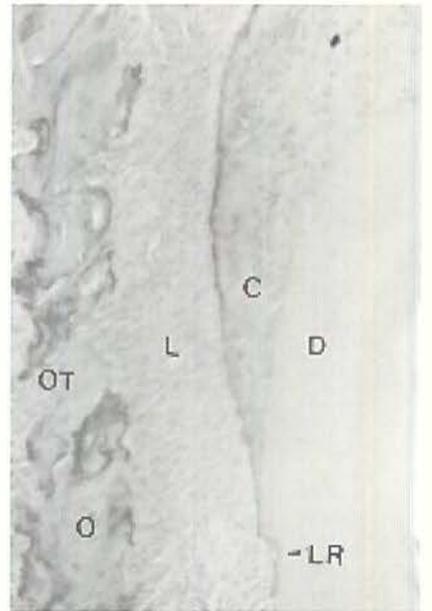


FIG. 12

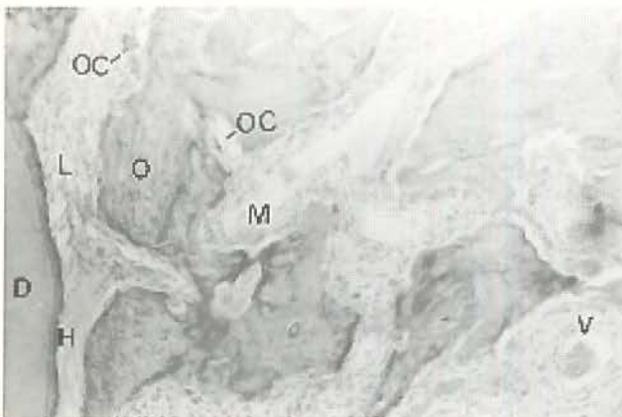


FIG. 13

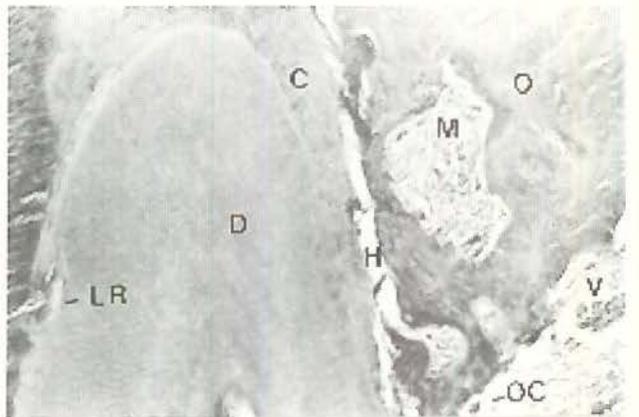


FIG. 14

LEGENDA DAS FIGURAS DA PRANCHA 03

- Fig. 15 - Exemplar do subgrupo SG-1B (Hiperproteico, 3 dias de ação do DMD). Vista da região periapical, lado de tração. Notar grande densidade das fibras do ligamento e presença de lacuna de reabsorção radicular.
- Fig. 16 - Exemplar do subgrupo SG-1C (Hiperproteico, 7 dias de ação do DMD). Vista parcial do ligamento sob tração na área cervical.
- Fig. 17 - Exemplar do subgrupo SG-1C (Hiperproteico, 7 dias de ação do DMD). Vista parcial da área sob pressão. Notar área hialinizada do ligamento já parcialmente recuperada e irregularidades na superfície do cimento.
- Fig. 18 - Exemplar do subgrupo SG-1C (Hiperproteico, 7 dias de ação do DMD). Vista parcial de raiz, abrangendo seu terço médio e partes dos terços apical e cervical, mostrando lados de pressão e de tração, com recuperação adiantada das dimensões do espaço periodontal.
- Fig. 19 - Exemplar do subgrupo SG-1C (Hiperproteico, 7 dias de ação do DMD). Vista parcial de área intermediária dos terços médio e apical sob pressão, sem sinais de hialinização do ligamento.
- Fig. 20 - Exemplar do subgrupo SG-1C (Hiperproteico, 7 dias de ação do DMD). Aspecto parcial de área intermediária dos terços médio e apical sob tração na raiz mesial e sob pressão na raiz distal, e osso alveolar na região da bifurcação. Note-se riqueza de fibras e de elementos celulares e aspectos normais das reações teciduais.

PRANCHA 3

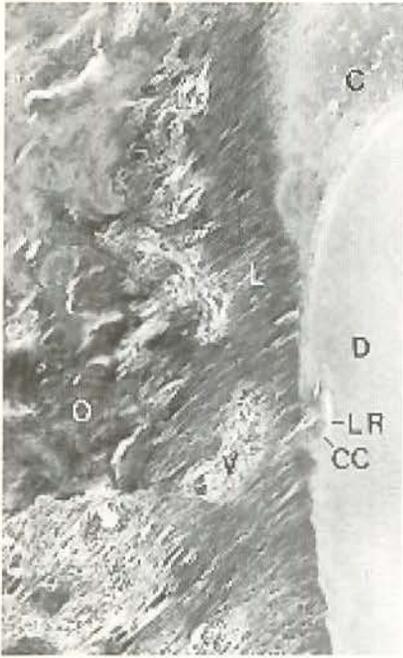


FIG. 15

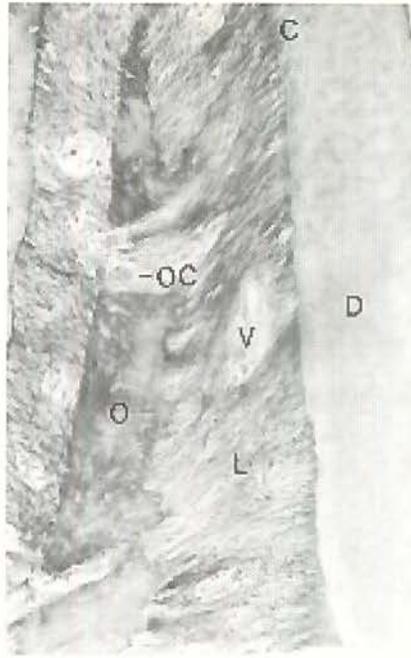


FIG. 16

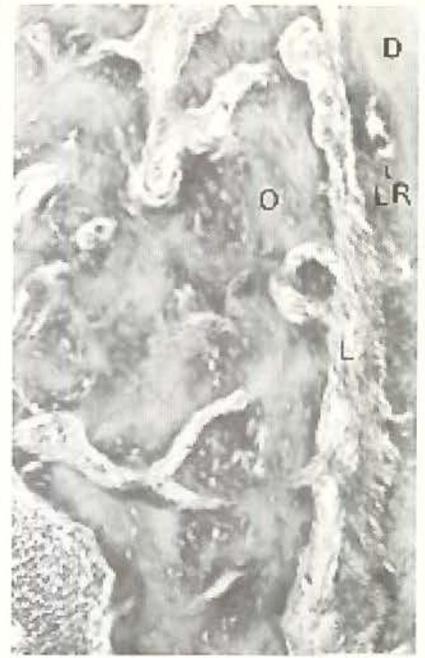


FIG. 17

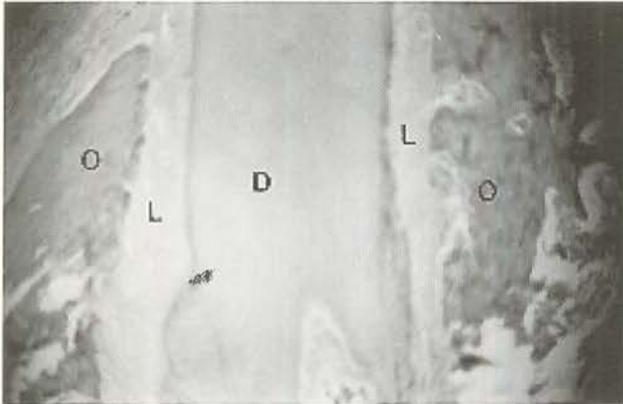


FIG. 18

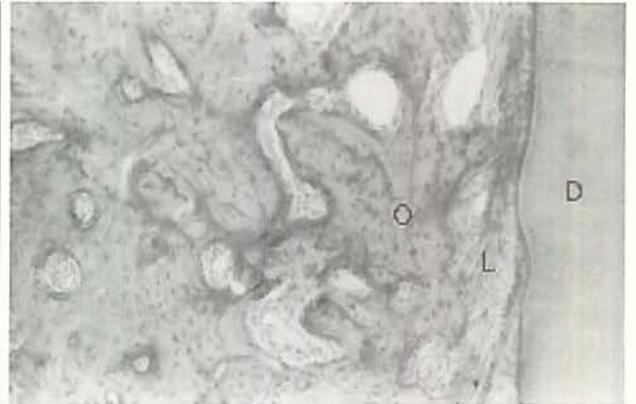


FIG. 19

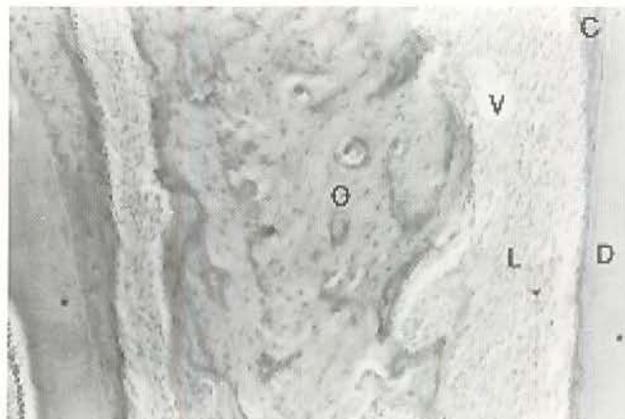


FIG. 20

LEGENDA DAS FIGURAS DA PRANCHA 04

Fig. 21 - Exemplar do subgrupo SG-2A (Normoproteico, 1 dia de ação do DMD).
Aspecto de área periapical de raiz submetida a pressão. Observar lacuna de reabsorção ativa do cimento e áreas de reabsorção igualmente ativa do osso alveolar e um ligamento com aspecto normal de reação adaptativa.

Fig. 22 - Exemplar do subgrupo SG-2A (Normoproteico, 1 dia de ação do DMD).
Vista de área à altura do terço médio radicular, zona de bifurcação submetida a tração. Notar zonas de formação de osteóide.

Fig. 23 - Exemplar do subgrupo SG-2B (Normoproteico, 3 dias de ação do DMD).
Vista de área limítrofe entre terço apical e médio de raiz, mostrando zona sob pressão em franco processo de adaptação.

Fig. 24 - Exemplar do subgrupo SG-2B (Normoproteico, 3 dias de ação do DMD).
Vista de área limítrofe entre terço apical e médio de raiz, exibindo simultaneamente zonas sob pressão e sob tração em processo de resposta adaptativa.

Fig. 25 - Exemplar do subgrupo SG-2B (Normoproteico, 3 dias de ação do DMD).
Aspecto do cimento, ligamento e osso alveolar em área sob pressão, à altura do terço médio da raiz.

Fig. 26 - Exemplar do subgrupo SG-2B (Normoproteico, 3 dias de ação do DMD).
Vista da raiz dentária, ligamento e osso alveolar na zona de bifurcação.

PRANCHA 4

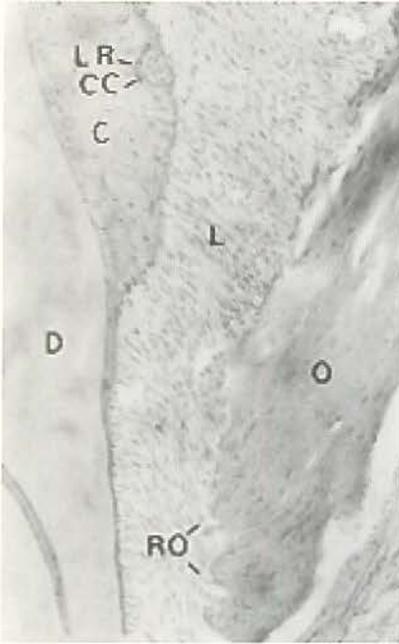


FIG. 21

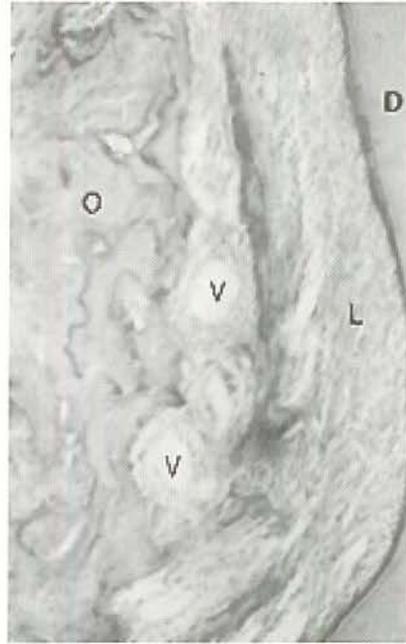


FIG. 22

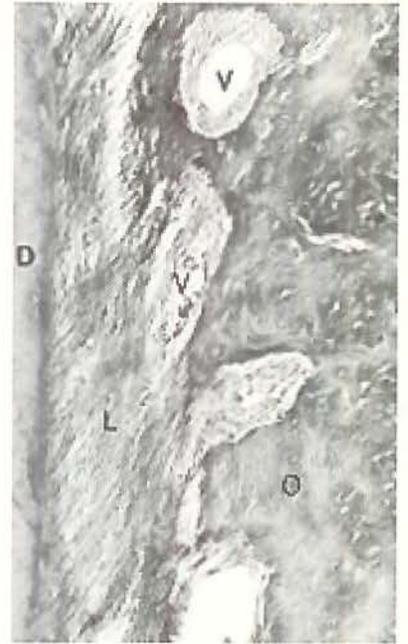


FIG. 23

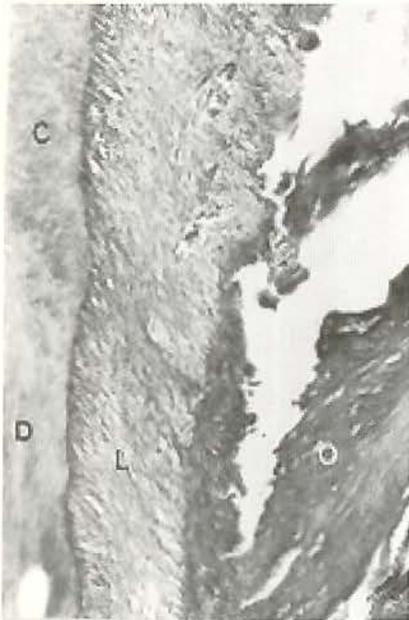


FIG. 24

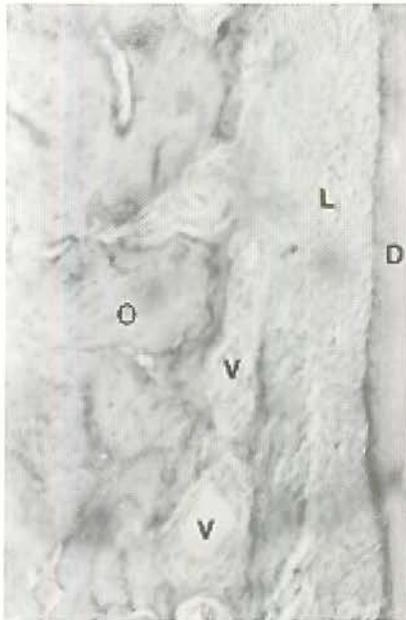


FIG. 25

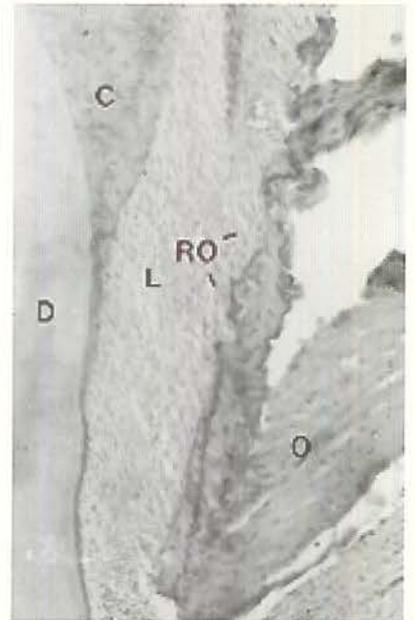


FIG. 26

LEGENDA DAS FIGURAS DA PRANCHA 05

Fig. 27 - Exemplar do subgrupo SG-2C (Normoproteico, 7 dias de ação do DMD).
Vista parcial da raiz dentária, ligamento e osso alveolar, à altura do terço médio radicular, exibindo área sob pressão.

Fig. 28 - Exemplar do subgrupo SG-2C (Normoproteico, 7 dias de ação do DMD).
Vista parcial de raiz dentária, ligamento e osso alveolar, à altura do terço médio radicular, em zona submetida a tração.

Fig. 29 - Exemplar do subgrupo SG-2C (Normoproteico, 7 dias de ação do DMD).
Zona do terço médio radicular, lado sob pressão.

Fig. 30 - Exemplar do subgrupo SG-2C (Normoproteico, 7 dias de ação do DMD).
Vista de setor do ligamento sob tração.

PRANCHA 5

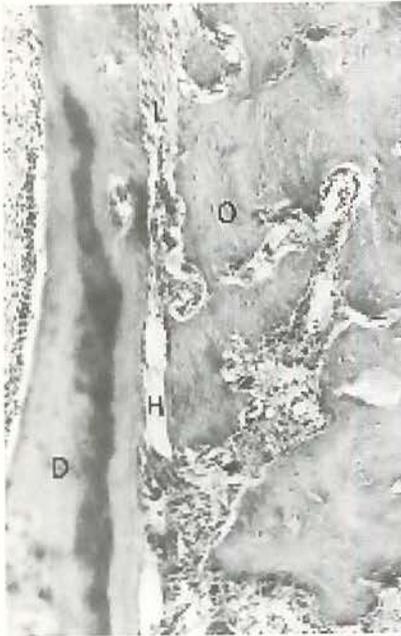


FIG. 27

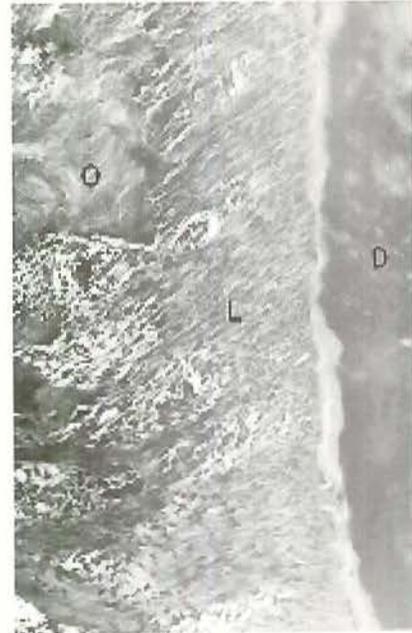


FIG. 28

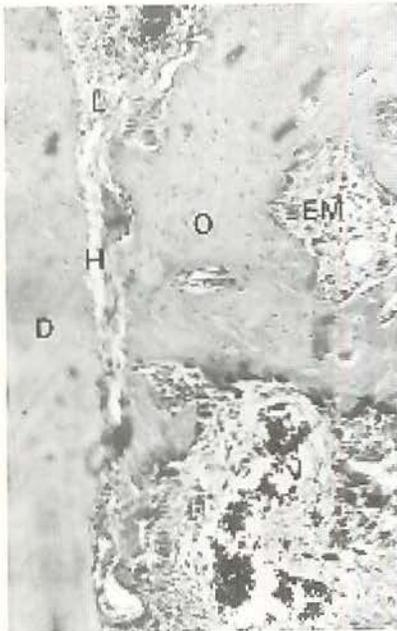


FIG. 29

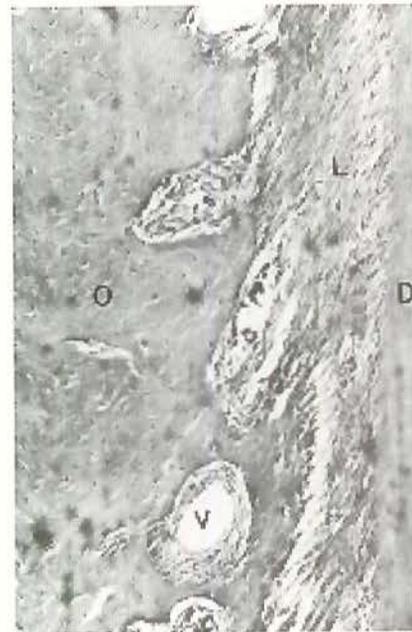


FIG. 30

LEGENDA DAS FIGURAS DA PRANCHA 06

- Fig. 31 - Exemplar do subgrupo SG-3A (Hipoproteico, 1 dia de ação do DMD). Vista do periodonto à altura do terço cervical da raiz., com lacunas de reabsorção de cimento e dentina.
- Fig. 32 - Exemplar do subgrupo SG-3A (Hipoproteico, 1 dia de ação do DMD). Vista do periodonto à altura do terço apical e médio da raiz, exibindo zona sob pressão.
- Fig. 33 - Exemplar do subgrupo SG-3A (Hipoproteico, 1 dia de ação do DMD). Vista de área sob tração, com lacuna de reabsorção "desativada".
- Fig. 34 - Exemplar do subgrupo SG-3B (Hipoproteico, 3 dias de ação do DMD). Vista do periodonto à altura do terço médio radicular e parte do terço apical, área sob tração.
- Fig. 35 - Exemplar do subgrupo SG-3B (Hipoproteico, 3 dias de ação do DMD). Vista da zona de bifurcação, exibindo tanto áreas sob pressão quanto sob tração.
- Fig. 36 - Exemplar do subgrupo SG-3B (Hipoproteico, 3 dias de ação do DMD). Outra vista de zona de bifurcação, com áreas sob pressão e sob tração.

PRANCHA 6

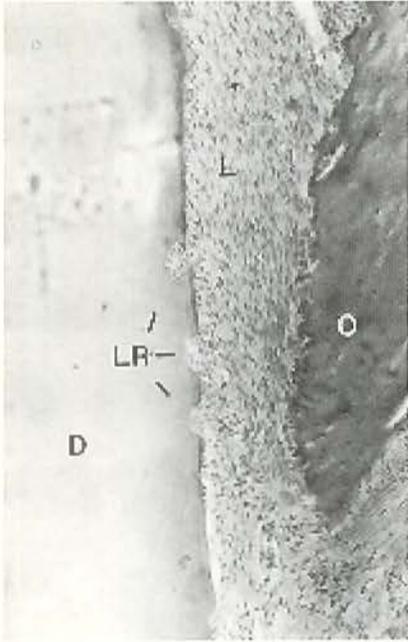


FIG. 31

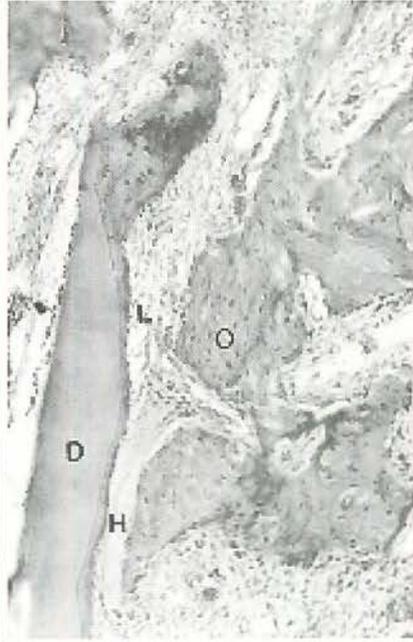


FIG. 32

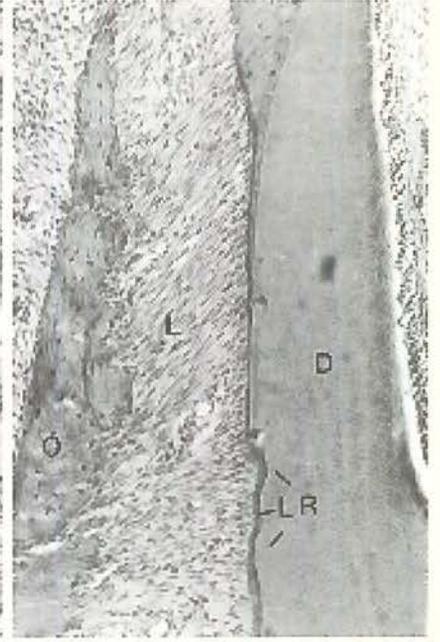


FIG. 33

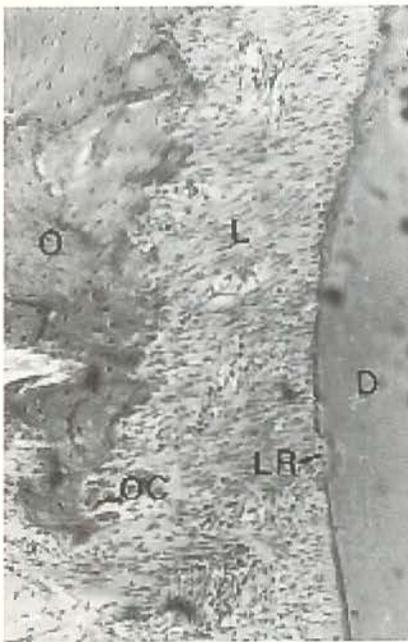


FIG. 34

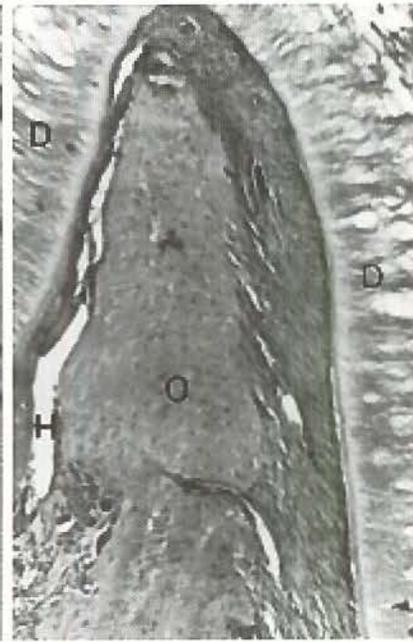


FIG. 35

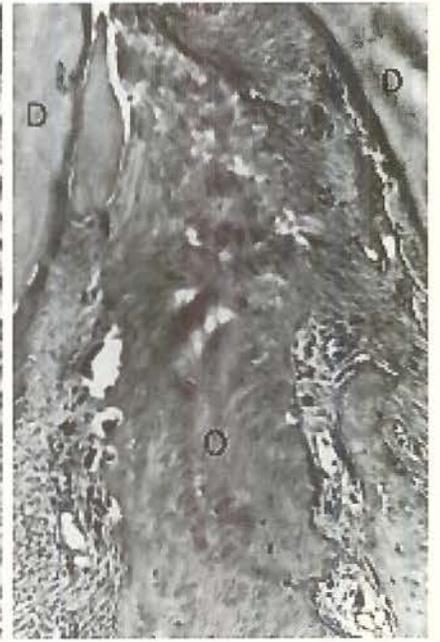


FIG. 36

LEGENDA DAS FIGURAS DA PRANCHA 07

- Fig. 37 - Exemplar do subgrupo SG-3C (Hipoproteico, 7 dias de ação do DMD). Vista do periodonto à altura dos terços médio e apical de raiz, exibindo extensa área sob pressão onde se pode observar ainda a presença de setores hialinizados no ligamento.
- Fig. 38 - Exemplar do subgrupo SG-3C (Hipoproteico, 7 dias de ação do DMD). Vista do periodonto na zona de bifurcação radicular.
- Fig. 39 - Exemplar do subgrupo SG-3C (Hipoproteico, 7 dias de ação do DMD). Vista do periodonto na zona de bifurcação radicular.
- Fig. 40 - Exemplar do subgrupo SG-3C (Hipoproteico, 7 dias de ação do DMD). Aspecto detalhado do periodonto à altura do setor limítrofe entre os terços médio e apical de raiz, em área sob pressão.
- Fig. 41 - Exemplar do subgrupo SG-3C (Hipoproteico, 7 dias de ação do DMD). Vista centrada à altura do terço médio radicular, mostrando periodonto em setor sob tração, com algumas pequenas lacunas de reabsorção "ativa".
- Fig. 42 - Exemplar do subgrupo SG-3C (Hipoproteico, 7 dias de ação do DMD). Aspecto do osso alveolar bastante poroso (osteoporose) em zona de bifurcação radicular.

PRANCHA 7



FIG. 37



FIG. 38



FIG. 39

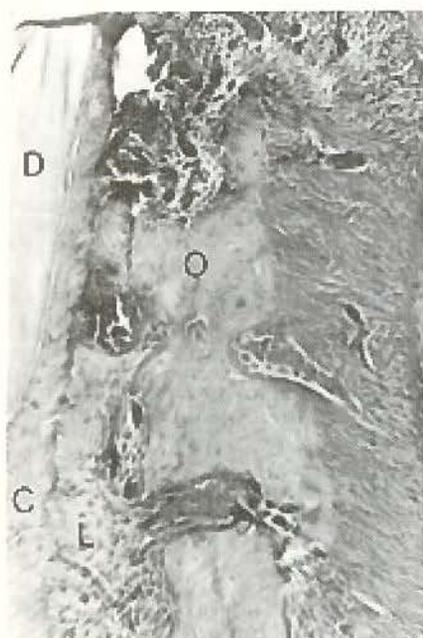


FIG. 40

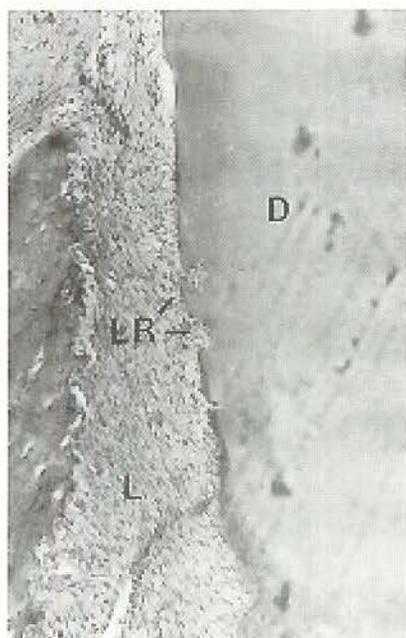


FIG. 41



FIG. 42

5.3 - DA OBSERVAÇÃO HISTOLÓGICA

Muito embora os objetivos centrais deste trabalho sejam os de proceder uma avaliação do fenômeno de reabsorção radicular dentária e suas eventuais relações com os diferentes teores proteicos da dieta, tal como se pode depreender da leitura dos itens da proposição, não nos parece razoável isolar a abordagem daquele fenômeno das demais alterações que porventura ocorreram nas estruturas adjacentes à superfície radicular dos dentes, em razão das óbvias e estreitas relações que se mantêm entre elas. Assim é que nossa abordagem histológica inevitavelmente estende-se a uma avaliação do tecido ósseo alveolar e do ligamento periodontal. Desta forma, acreditamos poder oferecer uma visão um pouco mais ampla e abrangente deste estudo e, talvez, facilitar o entendimento da questão.

Por outro lado, numa tentativa de ordenar a apresentação dos resultados dessa observação histológica, julgamos necessário ou, pelo menos, conveniente dividi-la por sub-itens, da seguinte forma:

5.3.1 - Aspectos histológicos do periodonto de sustentação do M1 dos animais submetidos, no período de 1 dia, à ação do DMD

(Animais dos subgrupos SG-1A, SG-2A e SG-3A)

5.3.1.1 - Osso alveolar.

5.3.1.2 - Ligamento periodontal

5.3.1.3 - Superfície radicular.

5.3.2 - Aspectos histológicos do periodonto de sustentação do M1 dos animais submetidos, no período de 3 dias, à ação do DMD.

(Animais dos subgrupos SG-1B, SG-2B e SG-3B)

5.3.2.1 - Osso alveolar

5.3.2.2 - Ligamento periodontal

5.3.2.3 - Superfície radicular.

5.3.3 - Aspectos histológicos do periodonto de sustentação do M1 dos animais submetidos, no período de 7 dias, à ação do DMD.

(Animais dos subgrupos SG-1C, SG-2C e SG-3C)

5.3.3.1 - Osso alveolar

5.3.3.2 - Ligamento periodontal

5.3.3.3 - Superfície radicular.

Naturalmente, a par da abordagem focalizando as eventuais alterações ocorridas em torno do M1 experimental, faremos uma descrição dos aspectos verificados no periodonto do M1 "controle", isto é, do dente de animal mantido sob dieta normal (normoproteica) e livre de ação do dispositivo de movimentação dentária (DMD).

Dadas as características da metodologia empregada neste trabalho, o registro dos fenômenos histológicos encontrados no experimento terá caráter puramente descritivo, sem possibilidade de quantificações dos eventos, seguindo a mesma linha de inúmeros trabalhos congêneres.

Descrição de periodonto de sustentação do M1 de rato normal.

OSSO ALVEOLAR - O osso alveolar maxilar do rato mostrou-se, em todas as secções histológicas, com uma atividade intensa e normal de osteoblastos e osteoclastos, presença de espaços medulares gradualmente menores à medida que se observou cortes procedentes de animais que, no decorrer do período experimental foram ganhando idade, além de se notar uma atividade remodeladora cujos sinais morfológicos puderam ser detectados mediante a presença de tecido osteóide em torno de osteoblastos. Vez por outra, puderam ser vistos osteoclastos inseridos em lacunas de reabsorção. O trabeculado mostrou-se conforme o arranjo e distribuição esperados, intercalado por extensos espaços medulares, nos quais puderam ser observados elementos celulares mesenquimais indiferenciados em torno de vasos sanguíneos. Por todos esses aspectos, o osso mostrou-se normal., coincidindo com descrições encontradas em trabalhos descritivos anteriores.

LIGAMENTO PERIODONTAL - O exame das lâminas exibiu um ligamento hígido, contendo elementos celulares característicos deste tecido, isto é, fibroblastos em abundância envolvidos por fibras colágenas dispostas em feixes direcionados

conforme seus respectivos setores do periodonto. Puderam ser nitidamente observadas as fibras de Sharpey inserindo-se tanto no cemento radicular quanto na superfície do osso alveolar. Percebeu-se boa distribuição de vasos capilares irrigando ou drenando o ligamento, em torno dos quais se observou presença de células indiferenciadas e fibroblastos jovens. Restos epiteliais de Malassez e alguns macrófagos também estiveram presentes numa distribuição considerada normal. Não se observou áreas hialinizadas, espaços periodontais reduzidos ou ampliados e nada que denotasse situação de desequilíbrio.

SUPERFÍCIE RADICULAR - O cemento radicular dos segmentos histológicos examinados apresentou-se com aspectos variados, ora mais ora menos espesso, evidentemente considerando-se a incidência dos cortes histológicos, porém com aspecto geral normal. Observou-se camada de cementoblastos revestindo externamente sua superfície, bem como, circunstancialmente, algumas lacunas de reabsorção "inativas", isto é, sem a presença de cementoclastos e com suas paredes revestidas de cementoblastos, de ocorrência considerada normal. A espessura da camada de cemento mostrou-se praticamente uniforme em torno das raízes dentárias (sempre que os cortes histológicos não incidiram obliquamente), naturalmente com exceção das áreas apicais, onde normalmente ela se apresenta mais espessa em dentes de rato. Estrias perpendiculares à superfície radicular puderam ser observadas penetrando o cemento, dando inserção às fibras de Sharpey. Incluídos no cemento, notou-se a presença de cementócitos em abundância.

ANÁLISE DOS GRUPOS EXPERIMENTAIS

5.3.1.1 - OSSO ALVEOLAR (1 dia de experimento)

A - Subgrupo SG-1A - Dieta hiperproteica

Nas áreas submetidas diretamente a pressão, defronte a zonas do ligamento comprimidas, observou-se desorientação das fibras de Sharpey que, em algumas áreas não se mostraram muito definidas, verificando-se nitidamente tentativas de adaptação do tecido ósseo à força aplicada, com presença de zonas de reabsorção onde foram detectados osteoclastos em atividade. Mais internamente, o

osso não se apresentou com sinais evidentes de resposta à pressão exercida pelo DMD sobre o dente, mantendo-se em tudo muito semelhante ao descrito na observação desse mesmo tecido alveolar do rato mantido sob dieta normal e livre de qualquer ação biomecânica artificial. Nas áreas submetidas a esforço de tração, a parede alveolar manteve-se revestida de osteoblastos, iniciando-se a neo-formação óssea por aposição, com uma camada de tecido osteóide já um pouco mais espessa do que a observada em outras áreas. Nas camadas subjacentes e mais internas do osso destas regiões submetidas a tração, não se pôde notar alteração significativa, estando os espaços medulares, trabeculado e elementos celulares com aspectos inalterados. (figs.8, 9, 10, 11 e 12)

B - Subgrupo SG-2A - Dieta normoproteica.

As superfícies alveolares situadas frente a zonas do ligamento que sofreram pressão exibiram situação semelhante àquela apresentada pelos animais mantidos sob dieta hiperproteica, isto é, foram notadas características histológicas que indicavam reações iniciais de resposta remodeladora. Nestas áreas notou-se "fuga" de osteoblastos e uma desorganização das camadas superficiais do osso, presença de zonas de reabsorção por ação de osteoclastos e destruição de fibras de Sharpey. Nas suas porções mais internas, o osso também não mostrou ainda alterações significativas, exibindo as mesmas características dos espécimes do subgrupo anteriormente analisado. Quanto às superfícies ósseas alveolares situadas diante de áreas submetidas a tração também as características histológicas pareceram manter-se inalteradas até esta fase do experimento. (figs.21 e 22).

C - Subgrupo SG-3A - Dieta hipoproteica.

Nos exemplares mantidos sob esta dieta parcialmente desprovida de proteína e também sacrificados após 1 dia de experimento, pôde-se observar um osso alveolar com aspecto menos denso do que o normal, isto é, com aparência mais imatura, exibindo espaços medulares mais amplos e um trabeculado mais desorganizado e de aspecto fibroso. Quanto aos espaços medulares (canais de Havers) embora amplos, se apresentaram pouco numerosos. Estas condições puderam ser observadas no interior do osso, inclusive nas porções interradiculares

(região da bifurcação). Nas superfícies ósseas alveolares situadas defronte às áreas de pressão, percebeu-se diminuição da quantidade de osteoblastos e pouca atividade remodeladora por parte de osteoclastos. Por outro lado, nas áreas submetidas a tração, a superfície do osso alveolar exibiu pouca atividade néo-formadora de osso, com presença muito discreta de tecido osteóide, revelando-se uma reação reparadora mais lenta do que a verificada nos subgrupos anteriores, até este período do experimento. O quadro geral do tecido ósseo analisado sugere fortemente um estado de osteoporose. (figs.31,32 e 33).

5.3.1.2 - LIGAMENTO PERIODONTAL (1 dia de experimento).

A - Subgrupo SG-1A - Dieta hiperproteica.

No seu aspecto geral, o ligamento mostrou-se dotado de características normais em torno das raízes dentárias examinadas. Nas áreas submetidas a pressão, porém, os fenômenos destrutivos foram evidentes e predominantes sobre os formativos ou reparadores. Notou-se com frequência a presença de áreas necróticas, desorganizadas, com degradação do colágeno e aspecto hialinizado. Puderam ser vistos vasos comprimidos e com trombose, além de presença de infiltrados de neutrófilos e macrófagos. Já se pôde notar sinais de esforço reparador em zonas estreitamente ligadas ao osso e ao cimento, porém em estágios apenas iniciais. Nas regiões onde o ligamento sofreu alargamento de seu espaço em razão de força de tração, notou-se alongamento dos feixes de fibras periodontais, sem prejuízo para as áreas de inserção tanto no osso quanto no cimento. A densidade celular e fibrosa dessas zonas não pareceu alterada. (figs. 8, 9, 10 e 11)

B - Subgrupo SG-2A - Dieta normoproteica.

Nestes animais, o ligamento pareceu apresentar aspectos muito semelhantes àqueles descritos para o subgrupo anterior, denotando uma capacidade de resposta muito próxima daquela exibida pelos exemplares acima citados. Nada realmente digno de nota pôde ser observado. (figs. 21 e 22)

C - Subgrupo SG-3A - Dieta hipoproteica.

Nos animais mantidos sob dieta parcialmente carente em proteína, o ligamento mostrou uma população celular aparentemente menos numerosa e com aspecto menos organizado e menos denso do que nos exemplares dos demais subgrupos, embora não se tenha podido quantificar tais aspectos em função da metodologia empregada. Nas áreas sob pressão, pôde-se notar extensas zonas hialinizadas e necrosadas, circundadas por tecido desorganizado, com predominância de fenômenos destrutivos. Em contrapartida, as reações reparadoras caracterizadas pela presença de infiltrado inflamatório pareceram menos evidentes do que o esperado. Observou-se presença de vasos comprimidos e trombóticos próximos às áreas submetidas a pressão. No lado que sofreu tração, os esforços de aposição óssea não se mostraram muito evidentes, com áreas muito discretas de tecido osteóide. (figs.31,32 e 33).

5.3.1.3 - SUPERFÍCIE RADICULAR (1 dia de experimento).

A - Subgrupo SG-1A - Dieta hiperproteica.

O contorno da superfície radicular obtido pelos cortes analisados mostrou-se, de um modo geral, bem delineado, sem alterações substanciais, exibindo esporádicos pontos de solução de continuidade da linha de cimento, isto é, pequenas lacunas de reabsorção, às vezes totalmente desvinculadas das áreas que sofreram pressão ou tração, porém já reparadas e revestidas por cementoblastos. Alguns sinais de reabsorção ativa do cimento puderam ser observados, com a presença de cementoclastos atuantes no interior de pequenas lacunas, situação esta, contudo, bastante rara no lote de lâminas deste subgrupo. Tal como esperado, a camada de cimento envolvendo as raízes dentárias não se apresentou homogênea, mostrando-se mais espessa em torno das áreas apicais. Alguma variação deste aspecto pôde ser notada em razão da incidência do corte histológico em direção mais oblíqua, em áreas de curvatura radicular. O cimento mostrou aspecto tecidual normal, com boa distribuição de cementócitos e cementoblastos, assim como estrias de inserção de fibras de Sharpey. Nas áreas defronte ao ligamento comprimido pela pressão do DMD, o cimento exibiu superfície externa desprovida de cementoblastos e fibras de Sharpey descaracterizadas. Não se observou nestas áreas a presença de cementoclastos atuantes. Nas zonas situadas diante do ligamento distendido pela

força de tração, o cimento não mostrou alterações sensíveis, a não ser ocasionais rompimentos das fibras de Sharpey. (figs. 8, 9, 10 e 11).

B - Subgrupo SG-2A - Dieta normoproteica.

O material histológico proveniente deste subgrupo exibiu situação muito semelhante à descrita para o subgrupo anterior, no que se refere às condições da superfície radicular, nada havendo digno de referência especial. O cimento radicular não pareceu afetado de maneira sensível nem diante de áreas submetidas a pressão nem defronte a zonas sob tração. Lacunas de reabsorção "desativadas" puderam ser observadas, porém, sem muita frequência e numa distribuição aleatória, sem aparente vínculo com as áreas pressionadas ou tracionadas. Algumas delas mostraram profundidade suficiente para atingir a dentina, encontrando-se, porém, revestidas de cimento e cementoblastos.(figs. 21 e 22).

C - Subgrupo SG-3A - Dieta hipoproteica.

Os cortes histológicos referentes a este subgrupo mostraram um cimento muito delgado que, em diversos segmentos se apresentou desprovido da camada de cementoblastos, porém com uma linha tênue que sugere um tecido cementóide. Detectou-se também um número aparentemente maior de lacunas de reabsorção do cimento, atingindo a dentina, embora com extensão e profundidade pequenas. Defronte a áreas comprimidas do ligamento, não foram comuns lesões da camada de cimento, não tendo sido porém notada a presença de cementoclastos com a frequência esperada. Não se observou até esta fase experimental a ocorrência de fenômenos histológicos típicos de esforço reparador, especialmente no que se refere ao cimento radicular.(figs.31,32 e 33).

5.3.2.1 - OSSO ALVEOLAR (3 dias de experimento).

A - Subgrupo SG-1B - Dieta hiperproteica.

O osso alveolar exibiu uma estruturação bastante densa e bem formada, embora ainda com aspecto de tecido jovem, em razão da idade dos animais. Foram nítidos os fenômenos que denotam esforço reparador, com reabsorção e aposição

ósseas em suas fases iniciais representadas pela presença de tecido conjuntivo fibroso preenchendo espaços medulares. ao lado da presença de osteoclastos em franca atividade. Esses aspectos puderam ser notados ao longo de todo o osso alveolar, inclusive nas áreas interradiculares (bifurcação) do primeiro molar. Linhas de osteoblastos estavam presentes na superfície alveolar submetida a tração, produzindo tecido osteóide. Tal como esperado, nas áreas sob pressão, os fenômenos de reabsorção óssea se fizeram mais frequentes. (fig 15).

B - Subgrupo SG-2B - Dieta normoproteica.

Em praticamente todos os aspectos que puderam ser observados, os cortes histológicos dos espécimens deste subgrupo se apresentaram com características muito semelhantes às descritas acima para o subgrupo SG-1B, no que se refere ao osso alveolar, revelando respostas esperadas deste tecido frente às forças aplicadas sobre o dente, no sentido de manter equilíbrio no espaço periodontal. (fig 23, 24, 25 e 26).

C - Subgrupo SG-3B - Dieta hipoproteica.

Além dos fenômenos reparadores acima descritos, o osso alveolar dos animais deste subgrupo exibiu extensas camadas de osteóide sobre a superfície voltada para o interior do alvéolo. As porções internas do osso mostraram-se com aspecto fibroso, rico em osteócitos porém com aparência imatura. A substância intercelular pouco calcificada sugere imaturidade. Os espaços medulares se apresentaram amplos e numerosos, sugerindo um quadro de osteoporose e fibrosamento. (fig 34,35 e 36).

5.3.2.2 - LIGAMENTO PERIODONTAL (3 dias de experimento)

A - Subgrupo SG-1B - Dieta hiperproteica

Aspecto geral bastante denso, rico em fibras colágenas dispostas em feixes encorpados e organizados ao longo de praticamente todo o espaço

periodontal, com exceção das áreas submetidas a pressão, onde se observou zonas hialinas circundadas por elementos celulares que sugerem fenômenos de reparação. Foram observados elementos celulares conjuntivos do tipo macrófago polimorfonuclear e neutrófilo. Vasos dotados de angioblastos e alguns (capilares venosos) cheios de elementos sanguíneos figurados. Nas áreas submetidas a tração, pôde-se observar massas de colágeno e fibroblastos ainda sem aspecto organizado preenchendo o espaço periodontal alargado. Chamou a atenção a riqueza de fibroblastos em todo o ligamento. Restos epiteliais de Malassez também foram encontrados com certa frequência. De um modo geral, o número de células próprias do ligamento nos pareceu normal, com exceção das áreas submetidas a pressão. (Figs 13 e 14).

B - Subgrupo SG-2B - Dieta normoproteica.

Em todos os aspectos, o ligamento neste subgrupo exibiu semelhança com a situação descrita para o subgrupo hiperproteico. Mostraram-se evidentes as alterações produzidas pela ação das forças utilizadas para a movimentação dentária. A capacidade de recuperação e adaptação do sistema periodontal pareceu preservada pela clara dinâmica de reestruturação do ligamento, incluindo fenômenos de degradação e neoformação de fibras colágenas, infiltração de neutrófilos e macrófagos, juntamente com um esforço de se recuperar a espessura do espaço periodontal reservado para o ligamento, caracterizado pela remodelação das paredes ósseas do alvéolo. (Figs 23, 24, 25 e 26).

C - Subgrupo SG-3B - Dieta hipoproteica.

Os exemplares deste subgrupo mostraram aparente atraso nos fenômenos reparadores do ligamento, no qual as fibras colágenas mostraram-se menos densas, ao lado de maior persistência de áreas hialinizadas. De uma maneira geral, o aspecto aparente do ligamento sugere menor densidade de elementos celulares e de fibras. A recuperação das dimensões do espaço periodontal também se afigurou menos eficiente do que nos subgrupos anteriormente descritos, denotando provável dificuldade no processo de adaptação do ligamento à ação das forças de movimentação dentária. No quadro geral, porém, nenhuma outra diferença substancial pôde ser notada no aspecto histológico do ligamento, a não ser uma certa desorganização dos feixes de fibras em algumas áreas. (fig 34, 35 e 36)

5.3.2.3 - SUPERFÍCIE RADICULAR (3 dias de experimento)

A - Subgrupo SG-1B - Dieta hiperproteica

As amostras histológicas deste subgrupo não exibiram áreas significativas de reabsorção radicular, sendo que as pequenas lacunas presentes em alguns cortes acharam-se revestidas com cementoblastos. Não se percebeu relação entre a localização destas lacunas com as áreas submetidas a pressão ou a tração. (figs. 13 e 14).

B - Subgrupo SG-2B - Dieta normoproteica

Também para este subgrupo os aspectos acima descritos são válidos. (figs 23, 24, 25 e 26).

C - Subgrupo SG-3B - Dieta hipoproteica

Algumas lacunas de reabsorção de cimento puderam ser detectadas, todas com pouca extensão e profundidade, tendo sido notado, contudo, em algumas delas a presença de cementoclastos em atividade. Sua distribuição, porém, não mostrou relação direta com áreas de tração ou de pressão, tendo sido encontradas numa distribuição aparentemente aleatória. Embora a metodologia não permita quantificação precisa, a ocorrência de lacunas de reabsorção pareceu maior nas amostras histológicas provenientes deste subgrupo. (fig 34, 35 e 36).

5.3.3.1 - OSSO ALVEOLAR (7 dias de experimento)

A - Subgrupo SG-1C (dieta hiperproteica)

Ainda neste período experimental pôde-se notar presença simultânea de fenômenos destrutivos e reparadores no osso alveolar, especialmente nas áreas submetidas a tração e pressão, tanto nas paredes alveolares quanto no osso interradicular (região da bifurcação), com presença de osteoclastos e osteoblastos e alguns fragmentos ósseos. Pela existência de tais fenômenos, pode-se constatar a permanência do esforço de adaptação do periodonto às exigências provocadas pela

aplicação da força para movimentação dentária, ainda neste intervalo de tempo experimental. A atividade osteoblástica de síntese óssea mostrou-se normal. (figs 16, 17, 18, 19 e 20).

B - Subgrupo SG-2C (dieta normoproteica)

O mesmo quadro descrito para o subgrupo hiperproteico pôde ser observado nos cortes histológicos obtidos dos exemplares mantidos sob dieta normoproteica, neste período de 7 dias (168 horas) de ação do DMD, nada ocorrendo que pudesse denunciar dificuldades no processo de remodelação e adaptação das estruturas ósseas envolvidas no sistema de sustentação dentária diante da ação da força empregada. (figs 27, 28, 29 e 30).

C - Subgrupo SG-3C (dieta hipoproteica)

Embora os exemplares deste subgrupo tenham exibido sinais histológicos de fenômenos da mesma natureza que os observados nos subgrupos anteriores, pode-se dizer que se achavam "atrazados" no processo de remodelação óssea e na capacidade de adaptação geral do periodonto às novas condições posicionais do dente, principalmente no que se refere à reconstrução (aposição) óssea e eliminação de material hialinizado e sua substituição. A concentração de elementos celulares neoformadores de osso não pareceu sofrer alteração significativa ao longo das paredes alveolares, contudo o tecido osteóide subjacente mostrou-se imaturo e mais escasso para o período considerado, pelo menos no aspecto visual. A presença de osteoclastos também não mostrou diferença sensível em relação aos demais grupos. O que ficou evidente foi o aspecto de osteoporose para os exemplares deste grupo. (figs 37, 38, 39, 40, 41 e 42).

5.3.3.2 - LIGAMENTO PERIODONTAL (7 dias de experimento).

A - Subgrupo SG-1C (Dieta hiperproteica)

Também para o ligamento periodontal, neste período experimental de 7 dias, os fenômenos típicos de adaptação (destrutivos e reparadores) se mostraram

normais, com presença de elementos celulares macrófagos, proliferação de fibroblastos e formação de fibras colágenas, angioblastos e células conjuntivas indiferenciadas. A atividade fibroblástica denota a manutenção da capacidade de adaptação do ligamento às exigências ou demandas provocadas pela ação da força ortodôntica empregada, havendo reabsorção e neoformação de tecido conjuntivo fibroso ao longo de todo o espaço periodontal, principalmente e com mais intensidade nas áreas sob pressão e tração. Neste período, não se pôde encontrar extensas áreas hialinizadas, evidenciando que foram gradualmente recuperadas, ainda que não de forma completa. (figs 16, 17, 18, 19 e 20).

B - Subgrupo SG-2C (Dieta nomoproteica).

Não se notou diferença entre os aspectos descritos para o subgrupo SG-1C e aqueles verificados nos corte histológicos dos animais do subgrupo SG-2C, no que se refere às condições gerais do ligamento periodontal, ficando patentes os mesmos fenômenos típicos de recuperação já abordados. (figs 27, 28, 29 e 30)

C - Subgrupo SG-3C (Dieta hipoproteica).

O ligamento periodontal dos animais mantidos sob dieta hipoproteica mostrou-se, ao cabo de 7 dias, com aspecto mais rarefeito e com uma evidente desorganização de fibras. Parelamente, notou-se diminuição da vascularização e presença de vasos com aspecto irregular. O aspecto pouco denso do ligamento parece ser consequência de pouca quantidade de substância intercelular de natureza colágena. Não se percebe com nitidez as fibras de Sharpey, mal definidas tanto na sua inserção óssea quanto no cimento radicular. Foi observada a presença de osteoclastos e células indiferenciadas em atividade junto às paredes ósseas alveolares. No geral, o espaço periodontal mostrou-se alargado e com falta de fibras periodontais suficientes no lado submetido a tração. Nestas áreas de tração, não se verificou perda de inserção das fibras de Sharpey, a não ser em algumas áreas restritas. Os problemas de vascularização foram mais evidentes nas áreas submetidas a pressão. A presença de osteoblastos não pareceu grandemente alterada. O quadro geral sugere dificuldades de recuperação e reorganização do ligamento. (figs 37, 38, 39, 40, 41 e 42).

5.3.3.3 - SUPERFICIE RADICULAR (7 dias de experimento).

A - Subgrupo SG-1C (Dieta hiperproteica).

Os cortes histológicos obtidos deste subgrupo não exibiram quadro de reabsorção radicular que pudesse sugerir uma situação fora da comum, isto é, houve áreas em que pequenas lacunas de reabsorção do cimento puderam ser observadas, porém sem intensidade significativa e sem relação aparente com setores submetidos a pressão ou tração. As pequenas e eventuais lacunas encontradas achavam-se revestidas de cementoblastos e não foram vistos cementoclastos em ação. Ao longo da superfície radicular, a linha de cementoblastos apresentou aspecto normal e a espessura da camada de cimento mostrou-se compatível com o habitual, apresentando-se mais espessa nas áreas próximas ao ápice radicular. (figs 16, 17, 18, 19 e 20).

B - Subgrupo SG-2C (Dieta normoproteica).

O quadro observado neste subgrupo, no que se refere à superfície radicular externa, pouco difere do descrito para o subgrupo SG-1C, não havendo também nada digno de nota especial. (figs 27, 28, 29 e 30).

C - Subgrupo SG-3C (Dieta hipoproteica).

As lâminas histológicas obtidas dos animais deste subgrupo, de uma maneira geral, não apresentaram grande diferença daquelas dos demais subgrupos quanto ao aspecto das superfícies radiculares. O que se observou de particularidade foi a presença de algumas lacunas de reabsorção do cimento desprovidas do revestimento de cementoblastos e a presença esporádica de cementoclastos, sugerindo processo ativo de reabsorção. Entretanto, a distribuição dessas lacunas não guarda relação com áreas de pressão ou de tração, e nenhuma delas se mostrou profunda ou extensa. (figs 37, 38, 39, 40, 41 e 42).

6. DISCUSSÃO

6 - DISCUSSÃO

De forma a preservar coerência com o enunciado da proposição, o presente capítulo abriga considerações a respeito dos dados e resultados obtidos neste trabalho, bem como comparações destes com resultados e conclusões apresentados em trabalhos similares.

Portanto, para atender a uma ordenação que facilite o entendimento, decidiu-se dividir a discussão em duas partes. Na primeira delas, far-se-á uma abordagem geral do grau de comprometimento e resposta dos tecidos periodontais estudados frente às variáveis testadas, isto é, a subnutrição proteica conjugada à ação mecânica de movimentação dentária. Na segunda parte, uma abordagem sobre as eventuais correlações entre as variáveis acima citadas e o fenômeno da reabsorção radicular dentária externa.

Antes, porém, de adentrarmos pela discussão dos aspectos histológicos que representam o cerne do trabalho, devemos dirigir alguma atenção a pormenores considerados importantes e que dizem respeito à aplicação da metodologia proposta. Assim sendo, pode-se considerar válido o processo experimental posto em prática para se obter estado de subnutrição proteica dos grupos de animais experimentais, com base em critérios preconizados por BEST & TAYLOR (7), uma vez que nítidas diferenças de peso corporal dos animais puderam ser notadas pela simples visualização do gráfico 01. A nosso ver, o peso corporal se prestou adequadamente a tal avaliação, dispensando dosagens sanguíneas e outros exames complementares indicados para esse fim, opinião esta respaldada pela utilização do mesmo critério feita anteriormente por diversos outros autores tais como FRANDSEN e cols. (17), STAHL & MULLER (60) e, mais recentemente, por PRATA (50).

Esta correlação, peso corporal / idade / desenvolvimento do animal, foi também utilizada por FARRIS & GRIFFITH (16), que consideram o peso corporal como expressão prática destes estados, o que pôde ser constatado em linhas gerais em nosso trabalho. A evidência dos dados obtidos no presente trabalho parece bastar para provar que os animais do Grupo 3 (hipoproteico) exibiram valores baixos de peso corporal associados a evidente subdesenvolvimento geral, quando comparados com ratos dos outros grupos experimentais.

Por outro lado, corroborando esta afirmação, a análise histológica do periodonto dos animais mantidos sob dieta hipoproteica revelou, como se pode observar nas descrições contidas nos resultados, alterações características desta

deficiência alimentar e que serão alvo de comentários analíticos no decorrer deste capítulo.

Quanto à eficiência do método mecânico empregado para se obter a movimentação dentária (DMD - dispositivo de movimentação dentária), já testado e descrito por MYERS & WYATT (40) e HELLER & NANDA (21) além de outros pesquisadores que os sucederam, inclusive PRATA (50) sob nossa orientação, parece não caber discussão, mormente ao verificarmos os dados que figuram nas tabelas 5 - 6 e 7 do presente trabalho. Cabe notar que a eficiência mecânica do DMD efetivamente esgotou-se ao cabo de 4 a 5 dias, tendo sido observado que, após este período, os 2,0 mm de ativação da mola espiral daquele dispositivo haviam sido consumidos. Isto, evidentemente, não significou movimentação do MI no mesmo grau porque houve resposta recíproca do incisivo central superior utilizado como ancoragem e que, por sua vez, também sofreu inclinação para lingual.

Ainda com relação ao grau de movimentação dentária obtido nos animais deste experimento, pode-se observar que os valores médios registrados para os subgrupos SG-1A (hiperproteico) foi maior, seguindo-se, pela ordem, os subgrupos normoproteico e hipoproteico. Este fato, verificado praticamente na mesma proporção nos três períodos experimentais (1 - 3 e 7 dias), mesmo não tendo sido alvo de tratamento estatístico, revela nítida dificuldade de movimentação dentária nos animais mantidos com dieta hipoproteica, em comparação com os ratos alimentados com dieta normoproteica. Essa situação, igualmente constatada por PRATA (50), também houvera sido antes verificada por MIDGETT e cols. (38). Complementando visualização dos dados dispostos nas tabelas 5 - 6 e 7, verifica-se que tais diferenças ficam mais claras na representação ilustrativa do gráfico 02. Esses resultados, embora limitados, sugerem fortemente a inferência de que fatores nutricionais proteicos mantidos em níveis inadequados na dieta podem dificultar a movimentação ortodôntica.

Quanto ao método radiográfico eleito para se proceder a mensuração do grau de movimentação dentária, consideramos conveniente justificá-lo pela facilidade de visualização do conjunto DMD + dentes + osso basal, tudo em projeção sobre um único plano (o plano do filme radiográfico), o que, sem dúvida, permite melhor padronização do sistema. Essa projeção representada na fig. 04 facilita a mensuração.

A correlação acima inferida entre dificuldade de movimentação dentária e baixos níveis proteicos na dieta, pode estar relacionada com a constatação feita por CARNEIRO & FAVA DE MORAES (11), de que a taxa de renovação natural de

colágeno a nível de ligamento periodontal é das mais intensas dentre os tecidos do organismo e, portanto, tal estrutura estaria extremamente vulnerável a eventuais fatores que pudessem retardar ou dificultar esse "turnover". Ora, se o colágeno não se renova adequadamente, todo o processo necessário para reparação do ligamento injuriado pela ação de forças ortodônticas ou assemelhadas certamente fica comprometido. Somando-se a tais fatores, deve ser considerada a observação de BAUMRIND & BUCK (5), que se referiram a uma queda na taxa de síntese de colágeno nas áreas do ligamento submetidas a pressão.

Por outro lado, os resultados que apontam para dificuldades de movimentação dentária entre os animais mantidos sob dieta hipoproteica mostram-se sensivelmente correlacionados com o que pudemos observar histologicamente nos exemplares deste subgrupo experimental, ou seja, retardo das atividades teciduais reparadoras, fato aliás já observado e descrito por CHAWALA & GLICKMAN (13), FRANSEN e cols.(17) e STAHL e cols.(60).

Quanto à eleição de um método radiográfico auxiliar, empregado neste trabalho para a mensuração da movimentação dentária, a nosso ver, acha-se plenamente justificada pela facilidade de visualização do conjunto DMD + dentes + osso, em projeção praticamente ortogonal sobre um único plano (o do filme radiográfico), o que possibilita melhor padronização do sistema, tal como já testado por PRATA (50).

Com relação ao método histológico utilizado, a opção pelo convencional (fixação, descalcificação, inclusão em parafina/celoidina, cortes seriados de 7 micra, coloração com HE e observação sob microscopia óptica) nos pareceu suficiente para analisar os aspectos de interesse para o trabalho, conforme o fizeram diversos autores precedentes, tais como CHAWALA & GLICKMAN (13), STAHL & MULLER (60), ITOIZ e cols. (25), OLIVER (44) e vários outros.

Adentrando pela análise histológica propriamente dita, pôde-se verificar que, no que tange ao osso alveolar, as amostras colhidas dos animais mantidos sob dieta hiperproteica exibiram aspectos característicos de reação à ação do DMD, sem qualquer alteração digna de nota. O quadro apresentado por tais exemplares, tanto para o período de 1 - 3 ou 7 dias de experimento, foi compatível com as descrições sobejamente encontradas na literatura pertinente, como por exemplo pode-se encontrar em alguns dos autores mais expressivos dedicados ao tema, desde trabalhos clássicos: SCHWARZ (55) STUTEVILLE (63), REITAN (51), FRANSEN e cols.(17) e MACAPANPAN e cols. (37) e outros.

Um fato que nos pareceu digno de nota nestes exemplares mantidos sob dieta hiperproteica fôï uma aparente ampliação da capacidade regeneradora dos setores alveolares submetidos a pressão e tração, onde os fenômenos de reabsorção e aposição se apresentaram comparativamente mais efetivos do que nos exemplares mantidos sob dieta normoproteica e hipoproteica, obviamente considerados em cada período experimental. A presença de áreas densamente revestidas de osteoblastos e camadas expressivas de osteóide, parecem contrastar com os exemplares hipoproteicos. (figs.31 a 42). O aspecto osteoporoso do osso alveolar detectado entre os animais hipoproteicos não pôde ser visto entre os exemplares hiper e normoproteicos. Esta observação corrobora resultados apresentados por FRANDSEN e cols. (17), STAHL & MULLER (60), STAHL e cols. (61), CARRANZA e cols. (12) GLICKMAN (18) e PRATA (50).

A presença discreta de osteoblastos revestindo as paredes alveolares submetidas a pressão, nos exemplares hipoproteicos (figs.31 a 42) pareceu ser uma constante nos três períodos experimentais, sugerindo dificuldade no processo reparador do osso. Ao mesmo tempo, notou-se menor presença de tecido osteóide nas áreas submetidas a tração. Além disso, esse tecido permaneceu com aspecto imaturo nos exemplares sacrificados aos 7 dias, quando comparados com os animais dos subgrupos hiper e normoproteicos sacrificados após o mesmo período.

Embora não se possa considerar um dado absolutamente confiável, aparentemente a presença de osteoclastos foi menos notada entre os exemplares hipoproteicos, fato este que, entretanto, mereceria melhor investigação, uma vez que, em sendo verdadeiro, contribuiria também para a explicação do retardo de movimentação dentária observado dentre os exemplares dos subgrupos hipoproteicos. A confiabilidade desta observação, a nosso ver, pode estar comprometida pelo acaso ou por "artefato de técnica", isto é, os cortes histológicos obtidos poderiam simplesmente não ter coincidido com áreas onde tais células estivessem presentes. De qualquer forma, as áreas de reabsorção óssea nas paredes alveolares de tais exemplares não se mostraram tão frequentes e nítidas quanto nos demais subgrupos.

Tal como descrito por CARRANZA e cols.(12), o quadro de osteoporose dentre os animais mantidos sob dieta hipoproteica também também pôde ser detectado no osso alveolar inter-radicular.

De uma maneira geral, portanto, o tecido ósseo deu mostras de respostas alteradas frente à dieta parcialmente carente de proteína, confirmando observações anteriores de alguns autores, dentre os quais JUNQUEIRA & CARNEIRO (27),

que ressaltaram ser tal tecido bastante sensível a diversos fatores nutricionais, especialmente durante fases de crescimento, destacando-se as proteínas que, por consequência, correlacionam-se com os aminoácidos essenciais para a síntese de colágeno por parte dos osteoblastos.

Por outro lado, no que se refere ao ligamento periodontal, nosso trabalho evidenciou que suas respostas à ação do DMD se mostraram típicas e bem características, de conformidade com descrições já bastante conhecidas e apresentadas na literatura, no caso de animais mantidos sob dietas hiper e normoproteica. Portanto, a clássica descrição do ligamento comprimido nas áreas de pressão e distendido nas áreas de tração, acompanhado de reações histológicas correspondentes e características, encaixa-se perfeitamente no contexto das narrativas de inúmeros autores que anteriormente estudaram a questão, dentre os quais lembramos ITOIZ e cols. (25), ZAKI & HUYSEN (66), BUTLER (10), AZUMA (2) e KING & FISCHLSCHWEIGER (28), estando óbvio que as descrições não se resumem à compressão e tração do referido tecido, mas sim enriquecidas com outros detalhes característicos tais como ocorrência de zonas de hialinização e necrose setorizadas do ligamento, compressão dos vasos sanguíneos, surgimento de osteoclastos, desorganização temporária dos feixes de fibras, "fuga" de osteoblastos das áreas comprimidas, presença de infiltrado inflamatório com células indiferenciadas do conjuntivo, etc... Quanto ao lado submetido a tração, o quadro se apresentou também típico, com distensão das fibras e raro rompimento delas em alguns setores, ocasional desinserção das fibras de Sharpey, esforço de reparação óssea com aposição de osteóide, distensão de vasos e também infiltrado inflamatório. (Vide figuras e suas respectivas legendas).

O que se pôde notar no ligamento como diferenças consideráveis entre os espécimes não privados de proteína e aqueles mantidos sob dieta hipoproteica foi a ocorrência, nestes últimos, de maior escassez de fibras periodontais, pouca definição das fibras de Sharpey inseridas no osso e número aparentemente reduzido de elementos celulares e substância intercelular menos densa sob o aspecto óptico. Estas condições se mantiveram nos períodos de 3 e 7 dias de ação do DMD, associadas à presença de infiltrado inflamatório, espaço periodontal diminuído no lado da pressão e aumentado no lado da tração, ao lado de escassez de vasos sanguíneos.

O aspecto desorganizado das fibras periodontais e de todo o tecido do ligamento permaneceu quase constante nos espécimes hipoproteicos durante os três períodos experimentais. Estas observações são corroboradas por descrições

anteriormente feitas por CHAWALA & GLICKMAN (13) e STAHL & MULLER (61), que também testaram efeitos de dietas carentes ou isentas de proteína sobre o ligamento mantido sob "stress" causado pela movimentação dentária decorrente da aplicação de forças.

Além disso, a verificação de que a permanência de zonas hialinas no ligamento dos espécimes hipoproteicos em contraposição com sua gradual diminuição entre os espécimes hiper e normoproteicos, sugere que este tenha sido um dos fatores que contribuíram para a ocorrência de atraso constatado na movimentação dentária dos ratos mantidos sob dieta hipoproteica. A relação direta entre o retardo de recuperação de áreas hialinizadas e da espessura normal do espaço periodontal (regeneração do ligamento) e a lentidão de movimentação dentária, obviamente, é fato conhecido há muito tempo, porém permite-nos admitir a probabilidade de que, neste experimento, o fenômeno tenha ocorrido em função da carência proteica.

O mesmo raciocínio provavelmente possa ser aplicado em relação à evidente dificuldade de reorganização das fibras periodontais observada nas amostras histológicas dos animais do grupo 3 (G-3).

Quanto ao fenômeno de reabsorção radicular externa, alvo central de nossa curiosidade científica, pôde ser constatado que, embora tenha ocorrido em vários espécimes histológicos obtidos, sua presença não chegou a caracterizar uma situação inusitada em comparação com experimentos semelhantes conduzidos por outros autores, bem como não pareceu diferir substancialmente de situações de movimentação dentária dissociadas da variável "carência proteica".

Foram observadas lacunas de reabsorção de cimento, atingindo superficialmente a dentina, tanto em espécimes hiperproteicos quanto hipoproteicos e normoproteicos, com uma distribuição espacial aparentemente aleatória, isto é, sem relação direta com áreas de pressão ou de tração provocadas pela ação do DMD.

Um fator que provavelmente deve ter contribuído para a pouca evidência deste fenômeno foi a curta duração do experimento, uma vez que parece consolidado o conceito, pelo menos no âmbito da ortodontia, de que reabsorções radiculares costumam surgir em intervenções mecânicas prolongadas sobre os dentes. Por outro lado, o curto período experimental foi proposital, exatamente para se excluir esta variável (longa duração) do presente experimento, assim como se procurou excluir forças excessivas ou intermitentes, que pudessem mascarar eventuais efeitos da variável "proteína". Considerando-se que o potencial

de ativação do DMD obtido por ocasião de sua adaptação na boca dos animais esgotou-se ao cabo de 4 a 5 dias, qualquer outra reativação do dispositivo para prosseguir na aplicação de forças sobre o dente experimentado, de modo a prolongar os períodos experimentais, representaria inevitavelmente a introdução de uma nova variável, isto é, o uso de força intermitente, além de acentuar o fator "stress" com novas manipulações dos animais.

Entretanto, devemos ponderar que esta estratégia utilizada evidentemente não seria a única alternativa para se abordar a questão, ficando aberto o problema para novas tentativas de solução experimental. Com isto queremos dizer que o tempo experimental poderia ser ampliado, com algumas modificações da metodologia, visando especificamente a questão da reabsorção radicular, tentando, por outro lado, um controle mais preciso sobre as demais variáveis. A nosso ver, porém, estes aspectos não invalidam as observações que resultaram do presente trabalho, mormente quando comparadas com descrições oferecidas por trabalhos semelhantes.

Um fato que nos chamou a atenção no presente trabalho talvez possa representar indícios de alguma influência do fator proteico sobre o grau de reabsorção radicular. Trata-se da ocorrência de lacunas de reabsorção "ativa" dentre os espécimes hipoproteicos com uma frequência aparentemente maior do que nos espécimes hiper e normoproteicos, nos quais as lacunas se apresentaram quase sempre "desativadas", isto é, sem sinais de atividade cementoclástica. Obviamente, em termos histológicos, tal informação não nos permite conclusões taxativas, porque é necessário levar em conta que o método e a espessura dos cortes pode mascarar estes aspectos.

Por outro lado, a condição hipoproteica que sabidamente afeta a proliferação e atividade celulares, poderia até estar concorrendo para dificultar o processo de reabsorção radicular que, por sua vez, é um processo celular-dependente. Este raciocínio puramente especulativo não nos parece desprovido de algum fundamento, uma vez que o surgimento de lacunas de reabsorção radicular como decorrência de movimentação dentária sem dúvida é parte integrante dos processos de readaptação do periodonto às novas condições do espaço periodontal. Portanto, sempre que houver dificuldade ou atraso nestes processos de remodelação do periodonto, é de se esperar também certa dificuldade na ocorrência de reabsorções radiculares.

Todo esse raciocínio que, na verdade, contraria nossa hipótese inicial, naturalmente não passa de um exercício de lógica fundamentada em algumas

observações extraídas deste trabalho, não encerrando absolutamente qualquer caráter conclusivo.

7. CONCLUSÕES

7 - CONCLUSÕES

O presente experimento, considerados os limites da metodologia utilizada, permite as seguintes conclusões:

1 - O tratamento dietético hipoproteico imposto a um dos grupos de animais experimentais foi responsável por um retardo no processo de movimentação dentária, em termos quantitativos, isto é, menor movimentação nos animais hipoproteicos em cada um dos intervalos de tempo experimental.

2 - O tratamento dietético hipoproteico foi capaz de provocar osteoporose a nível de osso alveolar nos animais a ele submetidos, ao longo dos três intervalos de tempo experimental.

3 - As respostas do tecido ósseo à ação do dispositivo de movimentação dentária mostraram-se dificultadas e desorganizadas nos espécimes do grupo hipoproteico, em comparação com aquelas observadas nos espécimes dos grupos hiper e normoproteico.

4 - A movimentação dentária mostrou-se mais efetiva, em termos quantitativos, nos animais hiperproteicos.

5 - As respostas do ligamento periodontal à ação das forças do DMD mostraram-se menos efetivas e organizadas e mais lentas entre os espécimes hipoproteicos.

6 - O processo de reabsorção dentária radicular externa não exibiu diferenças visuais significativas entre os espécimes dos três grupos experimentais básicos (hiperproteico, normoproteico e hipoproteico), no que se refere ao número e extensão de lacunas de reabsorção.

7 - Houve sinais de maior presença de lacunas de reabsorção radicular "ativa" dentre os espécimes hipoproteicos em relação aos animais hiper e normoproteicos que, embora também tenham exibido lacunas, as apresentaram com aspecto "passivo".

RESUMO

RESUMO

O presente trabalho foi elaborado com base em afirmações científicas descritas na literatura odontológica, segundo as quais deficiências proteicas na dieta podem provocar distúrbios nos tecidos componentes do sistema periodontal. Isto, portanto, permitiu a formulação de hipótese segundo a qual, nestas condições de deficiência, as respostas dos citados tecidos frente à ação conjugada de forças ortodônticas talvez pudessem ser de alguma forma alteradas. O autor procurou dar enfoque especial à questão da reabsorção radicular externa e analisá-la no contexto das variáveis acima consideradas.

O experimento foi realizado em ratos, cujos grupos amostrais foram tratados com dietas proteicas diferenciadas e aos quais foram adaptados dispositivos mecânicos capazes de produzir movimentação dentária semelhante à ortodôntica, por períodos de 1, 3 e 7 dias.

Mediante processo radiográfico foram registrados os graus de movimentação do primeiro molar superior direito de cada animal dos diferentes grupos experimentais e, através de processo histológico e microscopia ótica convencionais, realizou-se detalhada análise do osso alveolar, ligamento periodontal e superfície radicular do referido dente.

O autor chegou às seguintes conclusões: 1) Verificou-se menor grau de movimentação dentária nos animais mantidos sob dieta hipoproteica, durante os três períodos experimentais (1, 3 e 7 dias). 2) Constatou-se a ocorrência de osteoporose a nível de osso alveolar entre todos os exemplares mantidos sob dieta hipoproteica, durante os três períodos experimentais. 3) Observou-se dificuldade e desorganização nas respostas do tecido ósseo dos animais hipoproteicos frente à movimentação dentária, quando comparadas com as apresentadas pelos animais hiper e normoproteicos. 4) A movimentação dentária mostrou-se mais efetiva em termos quantitativos nos animais mantidos sob dieta hiperproteica. 5) As respostas do ligamento periodontal às forças de movimentação dentária mostraram-se menos organizadas e mais lentas nos ratos mantidos sob dieta hipoproteica. 6) No que se refere ao número e extensão de lacunas, o fenômeno de reabsorção dentária externa não exibiu diferenças consideráveis entre os exemplares dos três grupos dietéticos diferentes. 7) Detectou-se sinais de presença de maior número de lacunas de reabsorção radicular "ativa" dentre os espécimes do grupo hipoproteico.

SUMMARY

SUMMARY

The present work was based on scientific statements described in the dental literature, according to which protein deficiencies in the diet can produce functional and structural disturbances in the tissues of the periodontal system. That allowed therefore the formulation of an hypothesis according to which, under this deficiency conditions, the responses of the mentioned tissues facing the gathered action of orthodontic forces could perhaps be changed in someway. The author tried to give special focus to the question of external root resorption and analyses it in the context of the variables above considered.

The experiment was made in rats which sample groups were treated with different protein diets and to which mouths were adapted mechanical apparatus able to produce dental movements similar to the orthodontic one , for periods of 1, 3 and 7 days.

Radiographic process was used to register the movement levels of the upper right molar of each animal of the different groups and a detailed analysis of the alveolar bone, the periodontal ligament and root surface of the refered teeth was made through conventional histologic and microscopic methods of examination.

This work allowed the author the following conclusions:

- 1) A lower level of dental movements was verified in the animals kept under hipoprotein diet during the three experimental periods (1, 3 and 7 days).
- 2) During the three experimental periods the occurrence of osteoporosis in the alveolar bone among all the exemplars kept under hipoprotein diet was confirmed.
- 3) Difficulty and disorganization in the osseous tissue response of hipoprotein animals.
- 4) Dental movement showed itself more efficient in quantitative terms in the animals kept under hiperprotein diet.
- 5) The responses of periodontal membrane to dental moving forces showed themselves less organized and slower in rats kept under hipoprotein diet.
- 6) Referring to the lacunae number and extention, the external dental root resorption phenomenon didn't show considerable differences between the animals of the three different diet groups.
- 7) Signals of presence of a bigger number of "active" root resorption lacunae among the animals of the hipoprotein group were found.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

8- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS (*)

- 1 - ARNESEN, F. A. Avaliação da reabsorção radicular externa consecutiva ao tratamento ortodôntico. Piracicaba, 1984, 91 p. [Tese (Mestrado) FOP-UNICAMP].
- 2 - AZUMA, M. Study on histologic changes of periodontal membrane incident to experimental tooth movement. Bull. Tokyo med. dent. Univ., 17: 149-78, 1970.
- 3 - BACCHI, E. O. S. Alterações do periodonto de sustentação do saguí (Callithrix jacchus) sob interferência oclusal e hipovitaminose C. Piracicaba, 1976, 96 p. [Tese (Doutoramento) - FOP-UNICAMP].
- 4 - BAUMRIND, S. A reconsideration of the propriety of the "pressure-tension" hypothesis. Am. J. Orthod., 55 (1): 12-22, Jan., 1969.
- 5 - _____ & BUCH, D.L. Late changes in cell replication and protein synthesis in the periodontal ligament incident to tooth movement. Am. J. Orthod., 57: 109-31, Feb. 1970.
- 6 - BECKS, H. & COWDEN, R. C. Root resorption and their reation to patologic bone formation. Part II: Classification, degrees, prognosis and frequency. Am. J. Orthod., 28: 513-36, 1942.
- 7 - BEST, C. H. & TAYLOR, N. B. The physiological basis of medical practice. 8th Edition, The WILLIANS & WILKINS Co., Baltimore 1966, 1263-65.
- 8 - BISSADA, N. P. & DE MARCO, T. J. The effect of a hypocalcemic diet on the periodontal structures of the adult rat. J. Periodont., 45,(10): 739-45, Oct., 1974.
- 9 - BOISSON, M. & GIANELLY, A. A. Collagen synthesis in the rat gingiva during tooth movement. Am. J. Orthod., 80 (3): 289-99, Sept., 1981.

(*) Capítulo elaborado de conformidade com a NB/66 da ABNT, 1978. Abreviaturas de periódicos de acordo com a "World List of Scientific Periodicals" 4 th Ed., London, Butterworths, 1963, 3 v.

- 10 - BUTLER, T. Comparative histologic study of heavy intermittent and light continuous forces. Am. J. Orthod., 56 (6): 604-12, Dec. 1969.
- 11 - CARNEIRO, J. & FAVA DE MORAES, F. Radioautographic visualization of collagen metabolism in the periodontal tissues of the mouse. Arch. oral Biol., 10: 833-48, 1965.
- 12 - CARRANZA, P.A. et alii. Histometric analysis of interradicular bone in protein deficient animals. J. periodont. Res., 4: 292-5, 1969.
- 13 - CHAWALA, T. N. & GLICKMAN, I. Protein deprivation and the periodontal structures of the albino rat. Oral Surg., 4: 578-602, May 1951.
- 14 - COPELAND, S. & GREEN, L. J. Root resorption in maxillary central incisors following active orthodontic treatment. Am. J. Orthod., 89: 51-5, 1986.
- 15 - DESHIELDS, R. W. A study of root resorption in treated class II, division 1 malocclusion. Angle Orthodont., 39: 231-45, 1969.
- 16 - FARRIS, E. J. & GRIFFITH, J. O. The rat in laboratory investigation. New York, Hofner, 1971.
- 17 - FRANDBSEN, A. M. et alii. The effects of various levels of dietary protein on the periodontal tissues of young rats. J. Periodont., 24 (3): 135-42, Jul. 1953.
- 18 - GLICKMAN, I. Influências nutricionais na etiologia da doença periodontal. In: _____, Periodontia Clínica de Glickman., ed. por F.A. Carranza Junior e cols. 5. ed., Rio de Janeiro, Guanabara, 1986, Cap. 23, p. 443-57.
- 19 - GOLBIE, R. S. & KING, G. J. Root resorption and tooth movement in orthodontically treated in calcium-deficient, and lactating rats. Am. J. Orthod., 85 (5): 424-30, May 1984.
- 20 - GOOD, R. A. ; WEST, A. & FERNANDEZ, G. Nutritional modulation of immune responses. Fedn Proc. Am. Soes. exp. Biol., 39: 3098-104, 1980.

- 21 - HELLER, I. J. & NANDA, R. Effect of metabolic alteration of periodontal fibers on orthodontic tooth movement. An experimental study. Am. J. Orthod., 75 (3): 239-58, Mar. 1979.
- 22 - HERMANSON, P. C. Alveolar bone remodeling incident to tooth movement. Angle orthodont., 42 (2): 107-115, Apr. 1972.
- 23 - HERZBERG, B. L. Bone changes incident to orthodontic tooth movement in man. J. Am. dent. Ass., 19: 1777-88, 1932.
- 24 - HUETTNER, R. J. Experimental histologic study of the effects of orthodontic tooth movement on the gingiva and periodontal membrane in the macaca Rhesus monkey. Am. J. Orthod., 46 (12): 929, Dec. 1960.
- 25 - ITOIZ, M. E.; CARRANZA, F. A. ; CABRINI, R. L. Histologic and histometric study of experimental occlusal trauma in rats. J. Periodont., 34 (4): 305-14, Jul. 1963.
- 26 - JOHNSTON, P. B. Tissue response to tooth movement in normal and rachitic rats. Am. J. Orthod., 46 (6): 626-7, Aug. 1960.
- 27 - JUNQUEIRA, L. C. & CARNEIRO, J. Histologia básica., 6. ed., Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1985, p. 155.
- 28 - KING, G. J. & FISCHLSCHWEIGER, W. The effect of force magnitude on the extractable bone resorptive activity and cemental cratering in orthodontic tooth movement. J. dent. Res., 61 (6): 775-9, 1982.
- 29 - KOUMAS, H. & MATTEWS, J. L. Effect of pressure on the formation of collagen in the periodontal ligament. Am. J. Orthod., 56 (6): 604-12, Dec. 1969.
- 30 - LANGDORF, S. R. & SIMS, M. R. Upper molar root resorption because of distal movement. Am. J. Orthod., 79: 669-79, 1981

- 31 - LANGDORF, S. R. & SIMS, M. R. Root surface resorption, repair, and periodontal attachment following rapid maxillary expansion in man. Am. J. Orthod., 81: 108-15, 1982.
- 32 - LIMA, A. F. M. et alii. Evolução da doença periodontal em ratos tratados com vitamina A. Ciênc. Cult., 41 (1): 76-80, Jan. 1989.
- 33 - LINGE, L. & LINGE, B. O. Patient characteristics and treatment variables associated with apical root resorption during orthodontic treatment. Am. J. Orthod. Dentofac. Orthoped., 99: 35-43, 1991.
- 34 - LISTERGARTEN, M. A. Intracellular collagen fibrils in the periodontal ligament of the mouse, rat, hamster, guinea pig and rabbit. J. Periodont. Res., 8 (6): 335-42, 1973.
- 35 - LITTON, S. F. Orthodontic tooth movement during an ascorbic acid deficiency. Am. J. Orthod., 65 (3): 290-302, Mar. 1974.
- 36 - LURA, H. E. Tissue reactions of bone upon mechanical stresses. Am. J. Orthod., 38 (6): 453-9, 1952.
- 37 - MACAPANPAN, L. C.; WEINMAN, J. P. ; BRODIE, A. G. Early tissue changes following tooth movement in rats. Angle orthodont., 24: 79-95, Apr. 1954.
- 38 - MIDGETT, H. J. ; SHAYE, R. ; FRUGE, J. F. The effect of altered bone metabolism on orthodontic tooth movement. Am. J. Orthod., 80 (3): 256-62, Sep. 1981.
- 39 - MOYERS, R. E. The periodontal membrane in Orthodontics. J. Am. dent. Ass., 40 (1): 22-7, Jan. 1950.
- 40 - MYERS, H. I. & WYATT, W. P. Same histopathologic changes in the hamster as a result as a continuously acting orthodontic appliance. J. dent. Res., 40 (4): 846-56, Jul./ Aug. 1961.

- 41 - NASCIMENTO, A. & SALLUM, A. W. Periodontal changes in distant teeth due to trauma from occlusion. J. Period. Res., 10: 44-8, 1975.
- 42 - NIZEL, A. E. Protein nutrition and its interactions with infections. In: _____ Nutrition in preventive dentistry science and practice. Philadelphia, W.B. Saunders, 1972, cap. 6, p. 80-93.
- 43 - NUNES GALVÃO, C. A. A. Efeito da administração de hormônio somatotrófico e da tiroxina sobre o crescimento da mandíbula de ratos hipofisectomizados. Araçatuba, 1965 [Tese (Doutoramento) - FOA-UNESP].
- 44 - OLIVER, W. M. The effect of deficiencies of calcium, vitamin D or calcium and vitamin D and of variations in the source of dietary protein on the supporting tissues of the rat molar. J. Periodont. Res. 4 (1): 56-69, 1969.
- 45 - OPPENHEIM, A. Tissue changes, particularly of the bone, incident to tooth movement. Am. J. Orthod., 3: 57-67 ; 113-32, 1911 / 1912.
- 46 - _____. Bone changes during tooth movement. Int. J. Orthod. Dent. Child., 16: 535-51, 1930.
- 47 - _____. Human tissue response to orthodontic intervention of short and long duration. Am. J. Orthod. Oral Surg., 28: 263-301, 1942.
- 48 - _____. A possibility for orthodontic physiologic movement. Am. J. Orthod., 30: 277-345, 1944.
- 49 - PINTO, O. F. Nutrição na clínica odontológica. In: LASCALA, N.T. & MOUSSALI, N.H. Periodontia clínica e especialidades afins. São Paulo, Artes Médicas, 1980. p. 677-85.
- 50 - PRATA, R. S. Efeitos de teores proteicos da dieta, conjugados à ação de força mecânica, sobre tecidos periodontais do molar de rato. Piracicaba, 1991, 127 p. [Tese (Mestrado) FOP-UNICAMP].

- 51 - REITAN, K. The initial tissue reaction incident to orthodontic tooth movement. Acta odont. scand., 9 (suppl. 6) 23-33, 195-217, 1951.
- 52 - RYGH, P. Ultrastructural cellular reactions in pressure zones of rat molar periodontium incident to orthodontic tooth movement. Acta odont. scand. 30 (5): 575-93, Nov. 1972.
- 53 - _____. Ultrastructural changes in pressure zones of human periodontium incident to orthodontic tooth movement. Acta odont. scand., 31 (2) 109-22, 1973.
- 54 - SANDESTED, C. Eineig beitrage zur theorie der zahn regulierung. Nord. tandl. Tidsskr., 4, 1904; 1 e 2, 1905. Apud SCHWARZ, A. M., op. cit. ref. 54.
- 55 - SCHWARZ, M. Tissue changes incidental to orthodontic tooth movement. Int. J. & Orthod.oral Surg., 18: 331-52, April 1932.
- 56 - SEIPP JUNIOR, H. A study of tooth migration in rachitic and non - rachitic rats. Am. J. Orthod., 46 (10): 795, Oct. 1960.
- 57 - SILVA FILHO, O.G. et alii Estimativa da reabsorção radicular em 50 casos ortodônticos bem finalizados. Ortodontia, 26 (1): 24-37, jan./ fev./ mar./ abr. 1993.
- 58 - SKILLEN, W.G. & REITAN, K. Tissue changes following rotation of tooth in the dog. Angle orthodont., 10: 140-7, 1940.
- 59 - SMITH, R. K. & ROBERTS, W. E. Cell kinetics of the inicial response to orthodontically induced osteogenesis in rat molar periodontal ligament. Calcif. Tiss. Int., 30 (1): 51-6, 1980.
- 60 - STAHL, S. S. ; MILLER, S. C.; GOLDSMITH, E.C. The effects of vertical occlusal trauma on the periodontium of protein deprived young adult rats. J. Periodont., 28: 87-96, Apr. 1957.

- 61 - STAHL, S. S. ; MILLER, S. C. ; GOLDSMITH, E.C. Effects of various diets on the periodontal structures of hamsters. J. Periodont., 20: 7-14, Jan. 1958.
- 62 - STOREY, E. The natural history of tooth movement. Am. J. Orthod., 63: 292-314, 1973.
- 63 - STUTEVILLE, P. H. Injuries caused by orthodontic forces and ultimate results of these injuries. Am. J. Orthod., 24: 103-16, 1938.
- 64 - WALDO, C. M. A method for the study of tissue response to tooth movement. J. dent Res., 32 (5): 690-1, Oct., 1953.
- 65 - WALDO, C. M. & ROTHBLATT, J. M. Histologic response to tooth movement in the laboratory rat. J. dent. Res., 33 (4): 481-6, Aug. 1954.
- 66 - ZAKI, A. E. & VAN HUYSEN, G. Histology of the periodontium following tooth movement. J. dent. Res., 42 (6): 1373-9, Nov./Dec. 1963.
