



**ESTUDO DAS ALTERAÇÕES MORFOLÓGICAS E MORFOMÉTRICAS  
DAS CABEÇAS DA MANDÍBULA EM ROEDORES ADULTOS APÓS  
DIMINUIÇÃO DA DIMENSÃO VERTICAL DE OCLUSÃO**

**Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Odontologia da Universidade  
Paulista – UNIP para obtenção do  
título de Mestre em Odontologia,  
área de concentração Ortodontia e  
Ortopedia Facial.**

**MANUEL EDUARDO MOIOLLI RODRIGUES**

**SÃO PAULO  
2007**



**UNIVERSIDADE PAULISTA**

**ESTUDO DAS ALTERAÇÕES MORFOLÓGICAS E MORFOMÉTRICAS  
DAS CABEÇAS DA MANDÍBULA EM ROEDORES ADULTOS APÓS  
DIMINUIÇÃO DA DIMENSÃO VERTICAL DE OCLUSÃO**

**Dissertação apresentada ao Programa  
de Pós-Graduação em Odontologia da  
Universidade Paulista – UNIP para  
obtenção do título de Mestre em  
Odontologia, área de concentração  
Ortodontia e Ortopedia Facial.**

**Prof. Orientador: Dr. Adolpho Chelotti**

**MANUEL EDUARDO MOIOLLI RODRIGUES**

**SÃO PAULO  
2007**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Moiolli-Rodrigues, Manuel Eduardo.

Estudo das Alterações Morfológicas e Morfométricas das Cabeças da Mandíbula em Roedores

Adultos Após Diminuição da Dimensão Vertical de Oclusão. / Manuel Eduardo Moiolli Rodrigues.

97 p.

Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Odontologia. Faculdade de Odontologia. Instituto de Ciências da Saúde. Universidade Paulista. São Paulo, 2007.

Área de concentração: Clínica Infantil - Ortodontia

Orientador: Prof. Dr. Adolpho Chelotti.

1. Cabeças da Mandíbula. 2. Roedores Adultos. 3. Dimensão Vertical de Oclusão

## DEDICATÓRIA

Aos meus queridos filhos, **Lucca** e **Giuliana**, que com tanto carinho e amor souberam compreender minhas ausências durante esta difícil jornada, e a minha mulher **Paula** que se esforçou para suprir minhas ausências ensinando, cuidando, compreendendo e me apoiando em todos os momentos, dedico este trabalho.

## **AGRADECIMENTO ESPECIAL**

Ao **Professor Doutor Severo de Paoli**, Professor Titular de Histologia das Faculdades de Odontologia de Nova Friburgo e Teresópolis, pela dileta amizade, carinho, atenção e dedicação durante toda a fase experimental da pesquisa, sem as quais a realização deste trabalho não seria possível.

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais **Zenaide e Atualpa**, por terem me dado a vida e me ensinarem a vivê-la com dignidade, por terem se doado por inteiro renunciando aos seus sonhos, para que muitas vezes pudessem realizar os meus, por terem iluminado os caminhos obscuros com afeto e dedicação para que eu pudesse trilhá-los sem medo e com esperança.

Ao **Professor Doutor Adolfo Chelloti**, meu orientador, que com paciência e dedicação conduziu este trabalho, possibilitando meu crescimento profissional. Obrigado pelo exemplo, incentivo e compreensão.

Ao **Professor Doutor Kurt Faltin Júnior**, Professor Titular do Departamento de Ortodontia da UNIP, agradeço pela prestimosa ajuda que tanto acrescentou a este trabalho e pela compreensão e atenção dedicadas nos momentos mais difíceis e pelo exemplo de ser humano e de brilhante profissional que é.

À **Professora Doutora Cristina Lúcia Feijó Ortolani** por acreditar em mim desde o início e pelo apoio e senso crítico.

Ao Centro de Ciências da Saúde da Universidade Paulista - UNIP, na pessoa do seu **Diretor Professor Doutor Paschoal Laércio Harmonia**, onde tive a oportunidade de dar um importante passo rumo ao crescimento científico e profissional.

À coordenadora do Programa de Pós-graduação **Prof. Dra. Cíntia Helena Coury Saraceni**, agradeço o apoio.

Ao **Professor Doutor Mendel Abramowicz**, professor de Metodologia da pesquisa Científica e Bioestatística, da UNIP, pelo incentivo constante e exemplo profissional e pelos grandes ensinamentos transmitidos.

À **Professora Doutora Sonia Maria Ribeiro de Souza**, professora de Didática da UNIP, pelos grandes momentos vividos durante o programa de Mestrado, pelo profundo saber na arte de ensinar, pela atenção e simpatia.

Ao Instituto Biomédico da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, através de seu **Diretor o Professor Doutor Antonio Brisolla Diuana**, pela oportunidade de realizar o presente trabalho em suas dependências.

Ao **Professor Doutor Giuseppe Antonio Presta**, Professor titular do Departamento de Fisiologia do Instituto Biomédico da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, pela acolhida e fundamental auxilio durante a fase experimental do presente trabalho.

Aos **Professores Doutores Otílio Machado** Diretor do Centro de Ciências Médicas, **Luiz Carlos Nogueira** Diretor do Instituto Biomédico, **Mauricio Chagas** Professor Adjunto de Histologia da Universidade Federal Fluminense pelo apoio e amizade durante a realização do presente trabalho.

Ao **Professor Doutor Sebastião David dos Santos Filho**, Professor Titular do Departamento de Ciências Biológicas e da Saúde da Faculdade de Medicina da UNIFOA, pela dedicação e amizade na realização do levantamento estatístico do trabalho.

Ao **Professor Ernesto Ramos Malvar** pela amizade e por sua criteriosa revisão da língua portuguesa.

Ao **Mário José dos Santos Pereira** UERJ/IBRAG/DCF/Núcleo de Epidemiologia e Biologia da Nutrição, pela dedicação e auxílio durante a análise estatística específica.

A **CAPES** – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela bolsa a mim concedida, que permitiu o bom andamento tanto do curso de mestrado quanto desta pesquisa.

Aos colegas do curso de Pós-graduação Stricto Sensu da UNIP, **Adriana, Carla, Cybelle, Inês, Jefferson, Luciana, Luiz, Márcia, Renato, Roberto, Rodrigo e Vânia.**

Aos **Funcionários da Secretaria de Pós-Graduação da UNIP Fernanda, Leila, Raquel, Renata, Andréia e Edvan.**

Todo conhecimento inicia-se na  
imaginação, no sonho; só depois desce à  
realidade material e terrena por meio da lógica.

**Albert Einstein**

## Sumário

<b>Lista de Abreviaturas .....</b>	<b>xii</b>
<b>Lista de Figuras .....</b>	<b>xiv</b>
<b>Lista de Tabelas .....</b>	<b>xix</b>
<b>Resumo .....</b>	<b>xxi</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>xxiii</b>
<b>1. Introdução.....</b>	<b>2</b>
<b>2. Revisão da Literatura.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Crescimento e Desenvolvimento Craniofacial .....</b>	<b>5</b>
<b>3. Proposição.....</b>	<b>15</b>
<b>4. Materiais e Método.....</b>	<b>16</b>
<b>4.1 Amostra.....</b>	<b>16</b>
<b>4.2 Método .....</b>	<b>16</b>
<b>4.3 Materiais.....</b>	<b>18</b>
<b>4.3.1 Equipe .....</b>	<b>22</b>
<b>4.3.2 Procedimento .....</b>	<b>22</b>
<b>4.3.3 Coleta do Material .....</b>	<b>26</b>

<b>4.4 Processamento do Material para Microscopia de Luz .....</b>	<b>31</b>
<b>    4.4.1 Protocolo para o Uso de Descalcificadores.....</b>	<b>32</b>
<b>        4.4.1.1 Descalcificadores Simples .....</b>	<b>32</b>
<b>    4.4.2 Protocolos para Coloração de Tecidos .....</b>	<b>34</b>
<b>        4.4.2.1 Coloração de Tecidos .....</b>	<b>34</b>
<b>4.5 Análise Estatística .....</b>	<b>37</b>
<b>5. Resultados.....</b>	<b>38</b>
<b>    5.1 Análise Morfométrica .....</b>	<b>38</b>
<b>    5.2 Análise Histológica.....</b>	<b>43</b>
<b>6. Discussão .....</b>	<b>47</b>
<b>7. Conclusões.....</b>	<b>56</b>
<b>8. Referências Bibliográficas .....</b>	<b>58</b>
<b>9. Anexos .....</b>	<b>63</b>

## **Lista de Abreviaturas**

ATM – Articulação Temporomandibular

Fig. – Figura

g – Gramas

°C – Graus Celsius

UNIRIO – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

UNIP – Universidade Paulista

CONEP – Comissão Nacional de Ética em Pesquisa

COBEA – Colégio Brasileiro de Experimentação Animal

% – Por Cento

Nº. – Número

BD – Becton Dickinson

mg – Miligramas

kg – Quilograma

mm – Milímetros

° – Graus

EDTA – Ácido Etilenodiamino Tetracético Dissódico

ml – Mililitros

µm – Micrômetro

FAS – Solução de Ácido Acético e Formol

H. E. – Hematoxilina e Eosina

**Lista de Figuras**

<b>Figura 1 - Articulação temporomandibular humana.....</b>	9
<b>Figura 2 – Desenho esquemático a partir de micrografia da ATM do rato.....</b>	9
<b>Figura 3 – Representação esquemática comparativa da ATM e da oclusão dentária em alguns animais e no homem .....</b>	11
<b>Figura 4 – Fotomicrografia de áreas de nova formação óssea na cabeça da mandíbula de rato.....</b>	12
<b>Figura 5 – Fotomicrografia de áreas de nova formação óssea na cabeça da mandíbula de ratos.....</b>	13
<b>Figura 6 – A- Paquímetro Ortodôntico e Caneta Demarcatória para a gengiva.</b> <b>B- Compasso de pontas secas.....</b>	23
<b>Figura 7 – Processo de medição da dimensão vertical de oclusão através de paquímetros ortodônticos.....</b>	23
<b>Figura 8 – Compressor Jet-Master da Schulz com Turbina de Alta-Rotação adaptada em mangueira flexível de redução.....</b>	24
<b>Figura 9 – Imagem da realização dos desgastes com broca nos molares em A e nos incisivos em B.....</b>	25
<b>Figura 10 – A- Fragmento do incisivo de um rato. B – Imagem de mandíbula seca de rato.....</b>	25
<b>Figura 11 – Vista lateral esquemática do crânio do rato. Reparos anatomicos e planos de secção para redução da peça.....</b>	27

<b>Figura 12</b> – Imagem de uma cabeça da mandíbula de animal do grupo controle 14 dias obtida através de câmera digital adaptada á lupa estereoscópica aumento aproximado 6,5x.....	28
<b>Figura 13</b> – Imagem anterior analisada pelo programa Image-Pro Plus na qual foi demarcada a área de interesse pelo quadrado de referência... 28	
<b>Figura 14</b> – Imagem de uma cabeça da mandíbula de animal do grupo experimental 07 dias obtida através de câmera digital adaptada á lupa estereoscópica e analisada pelo programa Image-Pro Plus demonstrando o perímetro selecionado para medição.....	29
<b>Figura 15</b> – Desenho do corte da cabeça da mandíbula, obtido com a técnica de Campos et al. (1986) modificado pelo autor.....	30
<b>Figura 16</b> – Imagem de uma cabeça da mandíbula de animal do grupo controle 14 dias obtida através de câmera digital adaptada á lupa estereoscópica e analisada pelo programa Image-Pro Plus. Em A delimitado por área de Interesse 4 x 4 mm. Em B superfície delimitada pelo analisador do programa.....	31
<b>Figura 17</b> – Imagem de uma cabeça da mandíbula de animal do grupo controle 14 dias obtida através de câmera digital adaptada á lupa estereoscópica e analisada pelo programa Image-Pro Plus. Em A com mascara para segmentação em três áreas. Em B áreas delimitadas pelo analisador do sistema.....	31
<b>Figura 18</b> – Em A imagem da cabeça da mandíbula de rato pertencente ao grupo controle 07 dias e em B ao grupo experimental 07 dias	

obtidas através de câmera digital adaptada a lupa estereoscópica com aumento de aproximadamente 6.5x.....	38
<b>Figura 19</b> – Imagens obtidas através de câmera digital adaptada á lupa estereoscópica com aumento de aproximadamente 6.5x. Em A cabeça da mandíbula de Rato do Grupo Experimental de 07 dias, e em B de animal controle do mesmo grupo.....	39
<b>Figura 20</b> – Imagens obtidas através de câmera digital adaptada á lupa estereoscópica com aumento de aproximadamente 6.5x. Em A cabeça da mandíbula de Rato do Grupo Experimental de 14 dias, e em B de animal controle do mesmo grupo.....	39
<b>Figura 21</b> – Imagens obtidas através de câmera digital adaptada á lupa estereoscópica com aumento de aproximadamente 6.5x. Em A cabeça da mandíbula de Rato do Grupo Experimental de 28 dias, e em B de animal controle do mesmo grupo.....	39
<b>Figura 22</b> – Fotomicrografias de cortes da região da cabeça de mandíbula de Ratos do grupo 07 dias. Em A animal controle mostrando a integridade da cartilagem articular e osso com a presença de ósteons caracterizando tecido ósseo secundário. Em B animal experimental evidenciando lesões da cartilagem articular e osso com a presença de trabéculas e vasos sanguíneos dilatados. Coloração: Hematoxilina – Eosina. Aumento: 100x.....	44
<b>Figura 23</b> – Fotomicrografias de cortes da região da cabeça de mandíbula de Ratos do grupo 07 dias. Em A animal controle mostrando a	

integridade da cartilagem articular e osso. Em B animal experimental evidenciando lesões da cartilagem articular e osso com a presença de trabéculas de osteoblastos. Coloração: Hematoxilina – Eosina. Aumento: 200x.....44

**Figura 24** – Fotomicrografias de cortes da região da cabeça de mandíbula de Ratos do grupo 07 dias. Em A animal controle mostrando a integridade da cartilagem articular e osso com a presença de sistema de Havers. Em B animal experimental evidenciando lesões na matriz da cartilagem articular. Coloração: Hematoxilina – Eosina. Aumento: 400x.....44

**Figura 25** – Fotomicrografias de cortes da região da cabeça de mandíbula de Ratos do grupo 14 dias. Em A animal controle mostrando a integridade da cartilagem articular e osso com a presença de ósteons. Em B animal experimental evidenciando lesões da cartilagem articular e osso com a presença de trabéculas e vasos sangüíneos dilatados. Coloração: Hematoxilina – Eosina. Aumento: 100x.....45

**Figura 26** – Fotomicrografias de cortes da região da cabeça de mandíbula de Ratos do grupo 14 dias. Em A animal controle mostrando a integridade da cartilagem articular e osso. Em B animal experimental evidenciando lesões da cartilagem articular e vasos sangüíneos dilatados. Coloração: Hematoxilina – Eosina. Aumento: 200x.....45

**Figura 27** – Fotomicrografias de cortes da região da cabeça de mandíbula de Ratos do grupo 14 dias. Em A animal controle mostrando a integridade da cartilagem articular e osso. Em B animal experimental evidenciando lesões na matriz da cartilagem articular e osso com a presença de osteoclastos e osteoblastos nas trabéculas. Coloração: Hematoxilina – Eosina. Aumento: 400x.....45

**Figura 28** – Fotomicrografias de cortes da região da cabeça de mandíbula de Ratos do grupo 28 dias. Em A animal controle mostrando a integridade da cartilagem articular e osso com a presença de ósteons. Em B animal experimental evidenciando lesões da cartilagem articular e vasos sanguíneos dilatados. Coloração: Hematoxilina – Eosina. Aumento: 100x.....46

**Figura 29** – Fotomicrografias de cortes da região da cabeça de mandíbula de Ratos do grupo 28 dias. Em A animal controle mostrando a integridade da cartilagem articular e osso. Em B animal experimental evidenciando lesões da cartilagem articular e osso com a presença de maior quantidade de ósteons. Coloração: Hematoxilina – Eosina. Aumento: 200x.....46

**Figura 30** – Fotomicrografias de cortes da região da cabeça de mandíbula de Ratos do grupo 28 dias. Em A animal controle mostrando a integridade da cartilagem articular e osso. Em B animal experimental evidenciando uma porção da cartilagem articular e a presença de maior quantidade de ósteons. Coloração: Hematoxilina – Eosina. Aumento: de 400x.....46

## **Lista de Tabelas**

<b>Tabela 1-</b> Grupos de animais com a indicação do tempo de sacrifício após o primeiro desgaste nos incisivos inferiores, intervalo entre as sessões e o número de sessões a que foram submetidos. Cada grupo foi composto por cinco animais e mais três controle.....	29
<b>Tabela 2-</b> Demonstra a média das relações perímetro/área das cabeças das mandíbulas dos grupos experimentais e controles de 07, 14 e 28 dias.....	41
<b>Tabela 3-</b> Demonstra a média das relações perímetro/área das cabeças das mandíbulas dos grupos experimentais e controles de 07, 14 e 28 dias no seguimento Central “B”.....	43
<b>Tabela 4-</b> Peso inicial x peso final x dimensão vertical de oclusão inicial x dimensão vertical de oclusão final 29/07/2007.....	63
<b>Tabela 5-</b> Peso inicial x peso final x dimensão vertical de oclusão inicial x dimensão vertical de oclusão final 05/08/2007.....	64
<b>Tabela 6-</b> Peso inicial x peso final x dimensão vertical de oclusão inicial x dimensão vertical de oclusão final 12/08/2007.....	65
<b>Tabela 7-</b> Peso inicial x peso final x dimensão vertical de oclusão inicial x dimensão vertical de oclusão final 19/08/2007.....	66
<b>Tabela 8-</b> Comprimento inicial dos incisivos x comprimento final x diferença 29/07/2007.....	68

**Tabela 9-** Comprimento inicial dos incisivos x comprimento final x diferença

05/08/2007..... 69

**Tabela 10-** Comprimento inicial dos incisivos x comprimento final x diferença

12/08/2007..... 70

**Tabela 11-** Comprimento inicial dos incisivos x comprimento final x diferença

19/08/2007..... 71

## Resumo

MOIOLLI-RODRIGUES, M. E. Estudo das Alterações Morfológicas e Morfométricas das Cabeças da Mandíbula em Roedores Adultos após Diminuição da Dimensão Vertical de Oclusão [Study of the Morphologic and Morphometrics Alterations of the Heads of the Jaw in Adult Rodents after Decrease of the Vertical Dimension of Occlusion] Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Paulista, 2007.

O objetivo do presente estudo foi verificar se a Diminuição Patológica da Dimensão Vertical de Oclusão em Roedores Adultos é capaz de produzir alterações morfológicas e/ou morfométricas em suas cabeças da mandíbula e caso elas ocorram em que região predominaria. Vinte e quatro ratos (*Rattus norvegicus albinus*, variedade Wistar), machos, adultos, com idade média de 90 dias e aproximadamente 260 g de peso inicial em média que foram divididos em 3 grupos experimentais e de cada grupo foram separados três animais que serviram de controle. Foram procedidos desgastes oclusais e incisais até que se reproduzisse uma significativa diminuição da dimensão vertical de oclusão. Os animais foram sacrificados e tiveram suas cabeças da mandíbula, mensuradas e analisadas morfométrica e histologicamente através da microscopia de luz, nos seguintes intervalos: 07 dias após os desgastes para o 1º grupo, 14 dias para o 2º grupo e 28 dias para o 3º grupo. Com a finalidade de quantificar o grau de modificação da forma da superfície das cabeças da mandíbula e verificar a região de predominância destas alterações, foram medidas suas alturas em dois diferentes ângulos (75º e 125º) utilizando sempre a imagem lateral e analisadas a relação perímetro/área de três seguimentos A,

B e C. A análise através da lupa estereoscópica demonstrou que houveram significativas alterações de forma e tamanho nas cabeças das mandíbulas estudadas em comparação com as dos animais controle e que a região que mais alterações sofreu durante todo o período experimental foi a região central, que corresponde à área de maior solicitação funcional durante o processo fisiológico da mastigação. A análise através da relação perímetro/área das cabeças das mandíbulas demonstrou terem ocorrido alterações nessas medidas no grupo experimental 07 dias em relação às cabeças da mandíbula dos ratos controle do mesmo grupo, que mostram áreas de remodelagem, recuperando suas dimensões a partir do grupo experimental 14 dias e no grupo 28 dias as medidas se equivaliam. As lâminas histológicas coradas pela técnica da hematoxilina-eosina e analisadas através da microscopia de luz mostraram grandes áreas de reabsorção óssea em imagens de degeneração da cabeça da mandíbula no grupo experimental 07 dias, porém identificamos áreas de neoformação óssea a partir do grupo experimental 14 dias chegando a apresentar rimas de osteoblastos em áreas de intensa remodelação óssea, com a forte presença de trabeculado ósseo no grupo 28 dias. A diminuição patológica da dimensão vertical de oclusão em ratos provocou modificações morfológicas e morfométricas nas áreas estudadas das cabeças da mandíbula, e que após um período inicial a adaptação que ocorreu nessas cabeças da mandíbula se completa com um processo de remodelação que, leva ao restabelecimento das funções mastigatórias.

Palavras Chave: 1. Cabeças da Mandíbula 2. Roedores Adultos 3. Dimensão Vertical de Oclusão.

## Abstract

MOIOLLI-RODRIGUES, M. E. Study of the Morphologic and Morphometrics Alterations of the Heads of the Jaw in Adult Rodents after Decrease of the Vertical Dimension of Occlusion. Thesis (Master in Orthodontics) - Institute of Health Sciences, Paulista University, 2007.

The objective of the present study was to verify if the Pathological Decrease of the Vertical Dimension of Occlusion in Adult Rodents is capable to produce morphologic and/or morphometrics alterations in their heads of the jaw and in case they happen in that area would prevail. Twenty-four mice (*Rattus norvegicus albinus*, variety Wistar), males, adults, with medium age of 90 days and approximately 260 g of initial weight on average that you/they were divided in 3 experimental groups and of each group they were separate three animals that served as control. Wear and tear occlusals and incisals were proceeded until that if it reproduced a significant decrease of the vertical dimension of occlusion. The animals were sacrificed and they had their heads of the jaw, measured and analyzed morphometric and histological through the light microscopy, in the following intervals: 07 days after the wear and tear for the 1st group, 14 days for the 2nd group and 28 days for the 3rd group. With the purpose of to quantify the degree of modification in the way of the surface of the heads of the jaw and to verify the area of predominance of these alterations, their heights were measured in two different angles (75<sup>th</sup> and 125<sup>th</sup>) always using the lateral image and analyzed the relationship perimeter/area of three continuations A, B and C. the analysis through the stereoscopic magnifying glass demonstrated that there were significant form alterations and size in the

heads of the jaws studied in comparison with the one of the animals control and that the area that more alterations suffered during the whole experimental period was the central area, that it corresponds to the area of larger functional request during the physiologic process of the mastication. The analysis through the relationship perimeter/area of the heads of the jaws demonstrated have happened alterations in those measured in the group experimental 07 days in relation to the heads of the jaw of the mice control of the same group, that you/they show remodeling areas, recovering their dimensions starting from the group experimental 14 days and in the group 28 days the measures were equal her. The red-faced histological sheets for the technique of the hematoxilina-eosina and analyzed through the light microscopy showed great areas of bone reabsorption in images of degeneration of the head of the jaw in the group experimental 07 days, however we identified areas of bone neoformation starting from the group experimental 14 days getting to present osteoblasts rhymes in areas of intense bone remodeling, with to strong presence of bone trabeculate in the group 28 days. The pathological decrease of the vertical dimension of occlusion in mice provoked morphologic and morphometrics modifications in the studied areas of the heads of the jaw, and that after an initial period the adaptation that happened in those heads of the jaw is completed with a remodeling process that, it takes to the re-establishment of the masticatory functions.

Keywords: 1. Heads of the Jaw 2. Adult Rodents 3. Vertical Dimension of Occlusion.

## 1. Introdução

O conhecimento da anatomia, histologia e fisiologia da Articulação Temporomandibular (ATM) é de suma importância para os profissionais de saúde, principalmente para o Cirurgião-Dentista, o Médico, o Fisioterapeuta e o Fonoaudiólogo, que trabalham em uma relação mais estreita com o sistema estomatognático do qual é elemento constituinte a ATM e, portanto muito nos interessa conhecer o quanto mais profundamente possível suas estruturas e as alterações sofridas por elas durante sua atividade fisiológica, evolução e desenvolvimento.

Sob o ponto de vista histológico é uma articulação sinovial do tipo diartrose bilateral que difere das demais pelo revestimento fibroso das estruturas articulares, tanto da cabeça da mandíbula como da cavidade articular e eminência articulares, ao contrário das outras, que apresentam as superfícies ósseas articulares recobertas apenas por cartilagem hialina.

As alterações morfológicas e morfométricas que sofre a ATM e em particular a cabeça da mandíbula simplesmente durante seus movimentos fisiológicos já seria um amplo campo de estudo para o pesquisador interessado, portanto, pelas suas particularidades e singularidades em vista das demais articulações do corpo, torna-se objeto de pesquisa dos mais importantes.

Tomando como assunto a Articulação Temporomandibular e como tema as Alterações Morfológicas e Morfométricas apresentadas pela Cabeça da Mandíbula após a Diminuição da Dimensão Vertical de Oclusão,

propusemo-nos a verificar se a Diminuição Patológica da Dimensão Vertical de Oclusão em Roedores Adultos é capaz de produzir alterações morfológicas e/ou morfométricas em suas cabeças da mandíbula.

Revendo a bibliografia a respeito verificamos que o assunto é pouco estudado apresentando poucas citações na literatura consultada sobre o tema. Devido a sua complexidade, e as dificuldades que o estudo do assunto nos reserva, e ainda sob o ponto de vista da pesquisa científica, este é sem dúvida alguma um dos estudos mais importantes das alterações induzidas do sistema estomatognático, tendo em vista que a Diminuição Patológica da Dimensão Vertical de Oclusão pode dificultar ou mesmo até impedir o funcionamento normal e equilibrado do sistema, principalmente como fator limitador da função mastigatória dos roedores.

Comparando os diversos métodos de avaliação das alterações morfológicas sofridas pela ATM verificamos que alguns são inconclusivos do ponto de vista histológico, como a análise radiográfica, por exemplo, ou demasiadamente detalhados como o implante de pinos metálicos seguido de análise microscópica de cortes histológicos, outros são questionáveis, ou não suficientemente verificados como a ressonância nuclear magnética, portanto o método da pesquisa de laboratório com cobaias vivos seguida de sacrifício e análise morfométrica e histológica dos resultados foi considerado bom, nos pareceu ser um método rápido, apropriado, de baixo custo e de realização bastante viável, muito usado por diversos pesquisadores

(Campos et al., 1985) e além do fato de a ATM do rato e a do homem serem muito semelhantes, o que nos fez optar por tal método.

Pelas razões acima citadas aplicamos este método, com a finalidade de encontrar dados científicos quantitativa e qualitativamente suficientes para a consolidação do trabalho.

## 2. Revisão da Literatura

### 2.1 Crescimento e Desenvolvimento Craniofacial

Desarmonias oclusais têm sido relatadas como causadoras de vários distúrbios no aparelho mastigador, e os efeitos mais evidentes ocorrem próximo aos dentes envolvidos, acarretando injúrias em caso de forças parafuncionais, ao ligamento periodontal, aos ossos alveolares, ao cimento e aos dentes. Entretanto as alterações podem também se manifestar em outras áreas, como a da articulação temporomandibular. Após a perda de grande número de dentes, a estabilização da mandíbula é feita através dos músculos da mastigação com conseqüente sobrecarga na articulação temporomandibular, possibilitando ocorrerem modificações histomorfológicas, patológicas e fisiopatológicas de suas estruturas articulares (Martins et al., 1991).

Durante o crescimento, a estrutura e a forma de um osso se adaptam progressivamente à soma de todas as forças mecânicas exercidas sobre ele. Quando essas forças atingem o equilíbrio, o crescimento provavelmente cessa, e a morfologia desse osso está então adaptada as suas várias funções. Quando se avalia o padrão de desenvolvimento, é importante considerar forma, função e crescimento para uma compreensão da morfologia craniofacial (Campos et al., 1986).

A diminuição da dimensão vertical de oclusão aliada a outros fatores, como dor, perdas dos guias cuspídeos, estímulos aferentes alterados, certamente promovem alterações na função muscular, pela mudança de

posição do “nível” ideal de relacionamento maxilo-mandibular, sendo que o encontro das arcadas antagonistas se dará mais próximo da maxila (Martins et al., 1991).

Enlow (1993) afirmou que a cabeça da mandíbula é considerada um centro primário de crescimento mandibular e que durante o desenvolvimento da mandíbula esta funciona como um campo regional de crescimento que provê as suas próprias circunstâncias locais. Porém, em relação às necessidades adaptativas e de crescimento da mandíbula, o ramo também está diretamente envolvido. A largura horizontal do ramo determina a posição vertical e o crescimento dos componentes nasais e mastigatórios da face média. As dimensões e a morfologia do ramo estão diretamente envolvidas nas inserções dos músculos mastigatórios; o ramo deve acomodar o tamanho e crescimento deles. A cabeça da mandíbula acompanha o crescimento de todo o ramo, e não o conduz. Toda mandíbula desloca-se anteriormente, ao mesmo tempo em que cresce posteriormente e a quantidade desse deslocamento anterior iguala-se a extensão do ramo e ao crescimento da cabeça da mandíbula, a quantidade de aumento da fossa craniana média anteriormente a cabeça da mandíbula, a extensão do movimento anterior da linha de referência vertical e a extensão do deslocamento maxilar anterior resultante.

Moss e Young (1960); Moss e Salentijn (1969) e Moss (1981) sugeriram serem os tecidos esqueléticos passivos, estando sob controle de componentes funcionais. Chamou este novo conceito de "hipótese da matriz

funcional". Concluindo que a origem do crescimento e a manutenção de todo tecido esquelético e órgãos são sempre secundários e compensatórios. Obrigatoriamente, são responsáveis pela operação dos principais eventos e processos que ocorrem nos tecidos esqueléticos e órgãos especificamente relacionados com as matrizes funcionais.

Björk (1963) descreveu o crescimento vertical das cabeças da mandíbula associado à diminuição do ângulo mandibular e acentuada reabsorção compensatória abaixo do ângulo. O crescimento das cabeças da mandíbula em direção anterior estaria assim, associado aos aumentos no ângulo mandibular, além de contribuir para o crescimento contínuo do ramo em direção céfalo-posterior. E ainda que o mecanismo fisiológico das cabeças da mandíbula representa um centro de adaptação estrutural e funcional, a essas modificações individuais, e não o de controle, que governaria o crescimento de outras partes da mandíbula. É um local de crescimento que combina articulação com crescimento regional, proporcionando adição de osso novo que produzirá um dos movimentos dominantes do crescimento total da mandíbula.

As estruturas craniofaciais apresentam capacidade de adaptação, Figún e Garino (1988); Mohl et al. (1989) e Sharawy et al. (1989) relatam a capacidade de adaptação da ATM diante de forças que incidem sobre esta estrutura. Esta capacidade de adaptação utilizando modelos experimentais animais foi especificamente relatada por Martins et al. (1991); Tuominen et

al. (1993); Monje et al. (1993); McCormick et al. (1995) e Karaharju-Suvanto et al. (1996).

Puricelli (1995) e Ponzoni e Puricelli (1997), em observações clínicas e radiografias pós-operatórias na artroplastia biconvexa, relatam crescimento da base do crânio como possível compensação funcional na mandíbula e na oclusão dentária, após alteração de direção do vetor de força mandibular sobre a ATM. A direção do vetor de força mandibular, na ATM normal se faz no sentido pôstero-anterior e ífero-superior, através da eminênci articular e da cabeça da mandíbula e deve promover estímulo de crescimento fisiológico, porém, de acordo com Martins et al. (1991) esta direção pode sofrer mudanças e provocar alterações histológicas significativas tanto na cabeça da mandíbula como na superfície articular do osso temporal.

A ATM é uma das mais importantes articulações do corpo humano. É uma articulação bi-sinovial, do tipo diartrose bilateral, complexa. As regiões da cabeça da mandíbula e do osso temporal onde ocorrem os movimentos compõem as superfícies articulares da ATM. No osso temporal a superfície articular é um quadrilátero irregular, formado anteriormente pela eminênci articular e, posteriormente pela face articular da cavidade articular do osso temporal, segundo Öberg et al. (1971); Griffin e Harris (1975) e Figún e Garino (1988).

De acordo com Ten Cate (1988) a cápsula articular prende a cabeça da mandíbula ao osso temporal. A camada interna apresenta células endoteliais especiais que formam a estrutura sinovial cuja função é produzir

líquido e prover nutrientes, lubrificação da articulação e capacidade imunológica ao conjunto. Segundo Solberg (1989) o disco articular divide a ATM em dois espaços articulares: o supra-discal e o infra-discal (Fig.1 e 2).

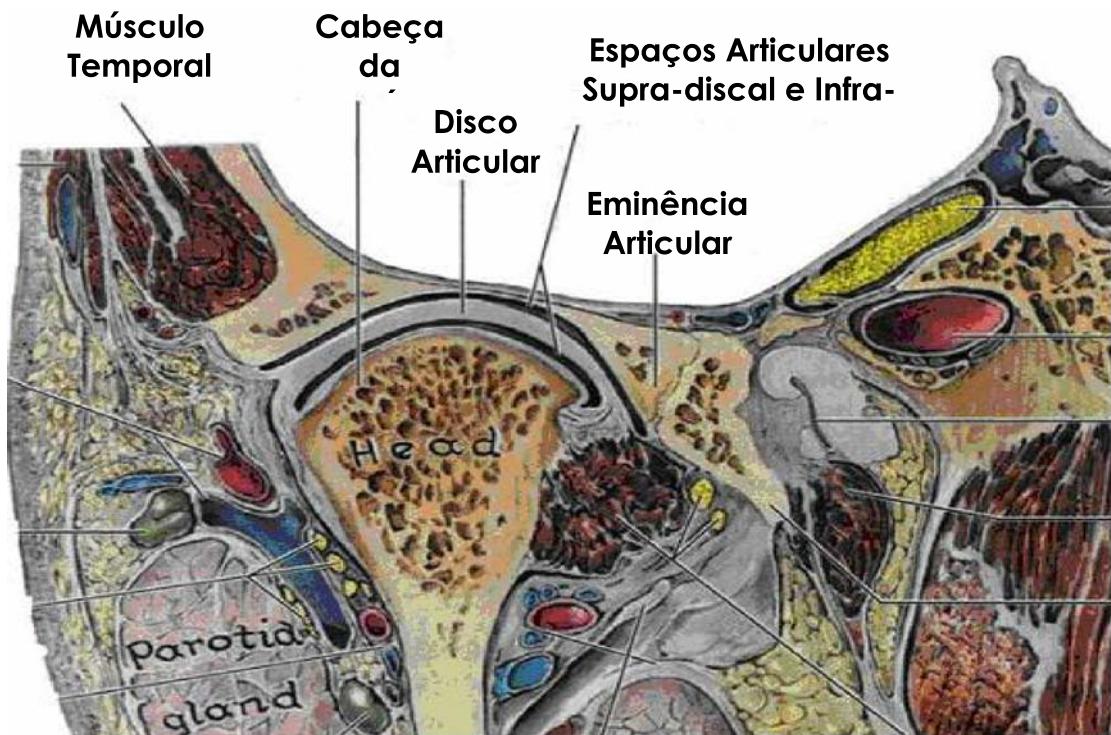


Figura 1: Articulação temporomandibular humana imagem adaptada de Moore, (1999).

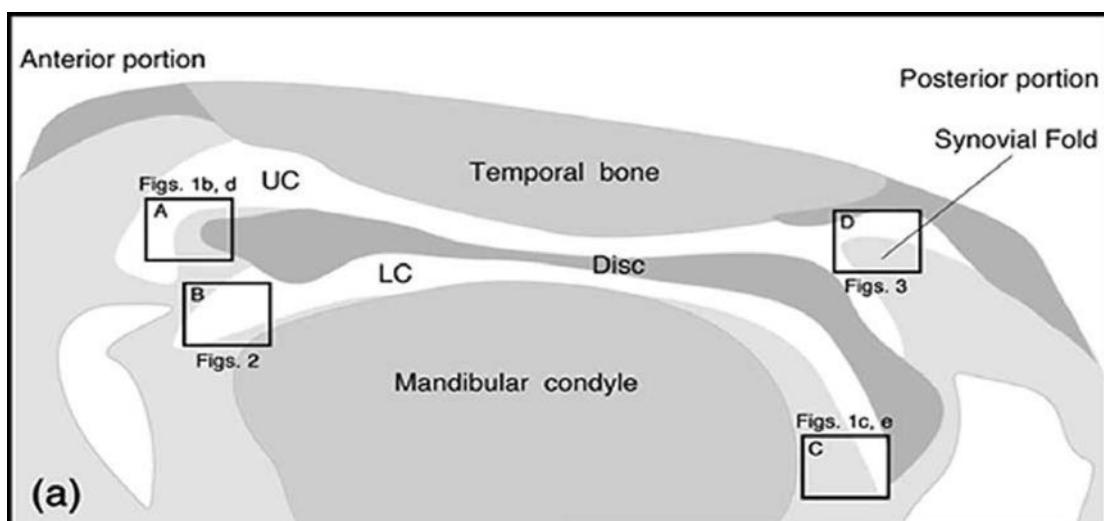


Figura 2. Desenho esquemático a partir de micrografia da ATM do rato evidenciando o côndilo mandibular ou cabeça da mandíbula, adaptada de Yamaza (2003).

A ATM do rato também é dividida em compartimentos superiores e inferiores por um disco articular, e a membrana sinovial recobre estes compartimentos, sendo, portanto muito semelhante à ATM humana (Yamaza, 2003).

Breitner (1940) e Baume e Derichsweiler (1961), evidenciaram modificações histológicas na cabeça da mandíbula e cavidade articular como resultado de forças mecânicas específicas atuando sobre o dente e similares àquelas produzidas pelos aparelhos ortodônticos, para movimentos anterior e distal da mandíbula.

Avant et al. (1952) observaram, em ratos, atividade remodeladora associada às trocas oclusais. Esta atividade remodeladora devida a alterações oclusais foi descrita também por Furstman (1965), em ATM de ratos, e produzida, experimentalmente, pela extração dos dentes molares.

Avant et al. (1952); Baume e Derichsweiler (1961); Folke e Stallard (1966); Pietrokovski (1970); Carlsson e Öberg (1974); McNamara (1975); Simon (1977); Mongini (1977); Carlson et al. (1978) e McNamara e Carlson (1979), trabalhando com diferentes animais, discutem e admitem a existência de uma relação entre o grau de remodelação da ATM e as condições oclusais, baseados em descrições de anatomia microscópica indicando diferenças regionais, mesmo de aumento ou diminuição de camadas sem, no entanto, quantificação.

Campos et al. (1986) afirmam que a articulação temporomandibular, durante a sua existência, é submetida a forças provocadas por modificações oclusais resultantes da perda de dentes, de enfermidades e de acidentes,

que podem alterar o engrenamento dentário normal. Além dessas causas, o cirurgião-dentista, quando de suas atividades normais visando à recuperação estético-funcional do aparelho mastigador, pode produzir outras perturbações, tais como o aumento ou a diminuição da dimensão vertical. Essas modificações produzem na ATM reações de acomodação, que são remodelações adaptativas às novas condições oclusais.

De acordo com Petrovic e Stutzmann (1991) a articulação temporomandibular do rato se assemelha muito, tanto morfologicamente, quanto funcionalmente à do homem (Fig. 3).

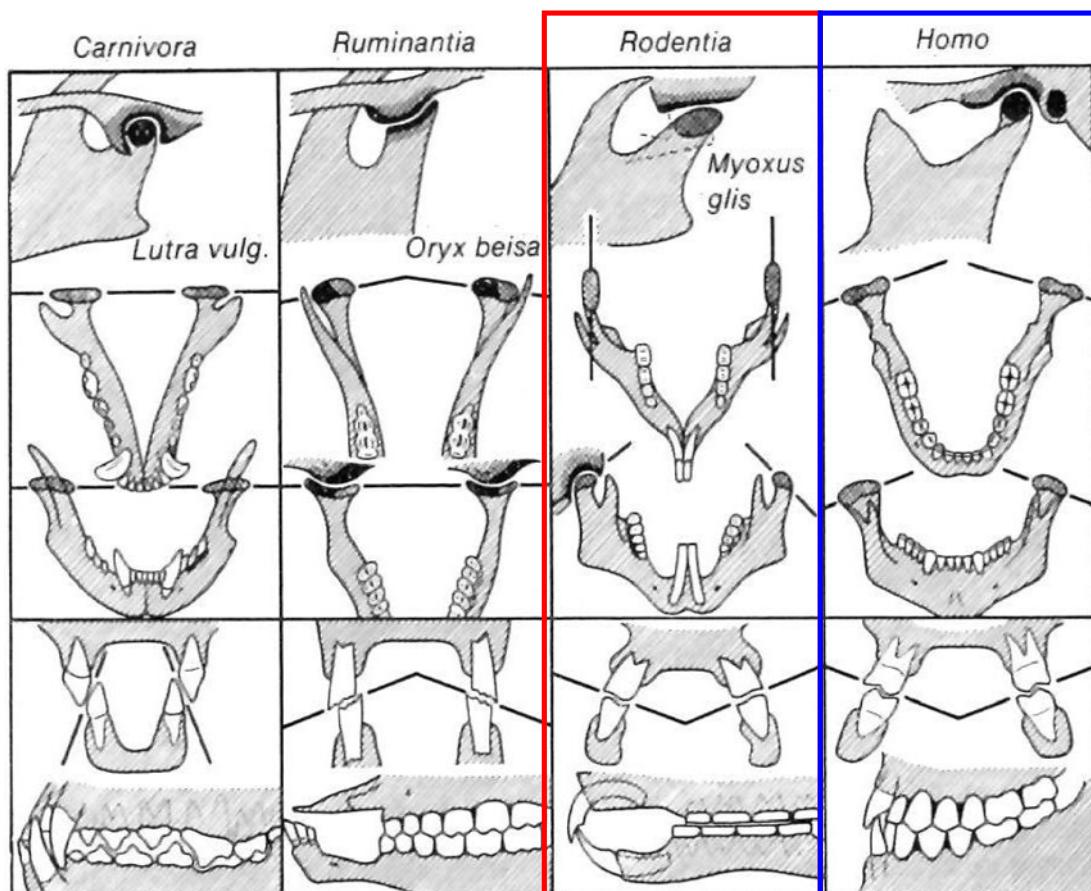


Figura 3 – Representação esquemática comparativa da ATM e da oclusão dentária em alguns animais e no homem segundo Gyst in Joest (1967), modificado pelo autor.

Observações Histológicas revelaram uma camada mais fina de cartilagem nas cabeças da mandíbula em ratos com baixa função mastigatória. Reduzindo-se a carga na cabeça da mandíbula através de desgastes nos incisivos também foi demonstrado a obtenção de uma camada de cartilagem mais fina que nos animais do grupo controle, (Kiliaridis et al. 1996).

De acordo com Campos et al. (1986), a proporção entre áreas das regiões da cabeça da mandíbula, nas projeções lateral e horizontal pode-se verificar que a maior área é dos animais controle, diminuindo para os demais grupos, com exceção da cabeça da mandíbula direita aos 90 dias, a qual apresenta o controle com área menor que a dos experimentais, o mesmo acontecendo com a do lado esquerdo aos 90 dias, cuja área é maior do que de seu controle (Fig. 4).

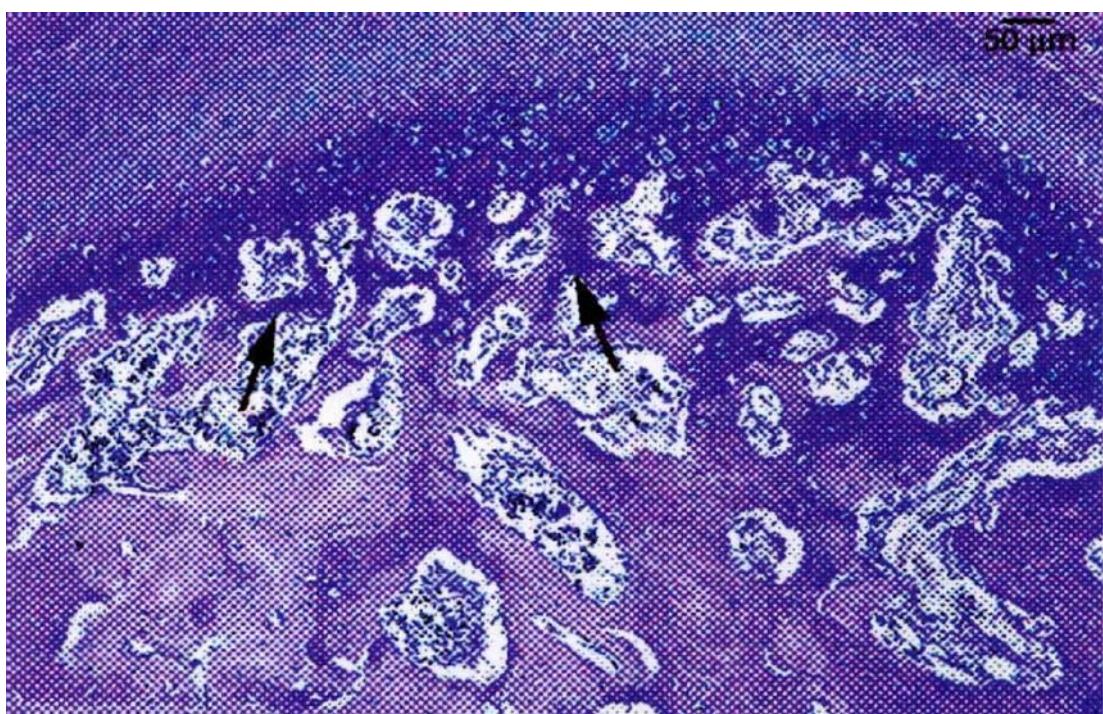


Figura 4 - Fotomicrografia de áreas de nova formação óssea na cabeça da mandíbula de rato do grupo experimental 30 dias ao redor da zona de erosão Rabie et al. (2004).

Liu et al. (2007) trabalhando com ratos em crescimento verificaram que a quantidade de osso formado é maior na região sub-condral superior e menor na região sub-condral posterior, e ainda que os estímulos mecânicos oriundos de um deslocamento funcional produzem uma série de respostas morfológicas e histológicas na cabeça da mandíbula e conduzem a assimetria condilar e mandibular nos ratos (Fig. 5).

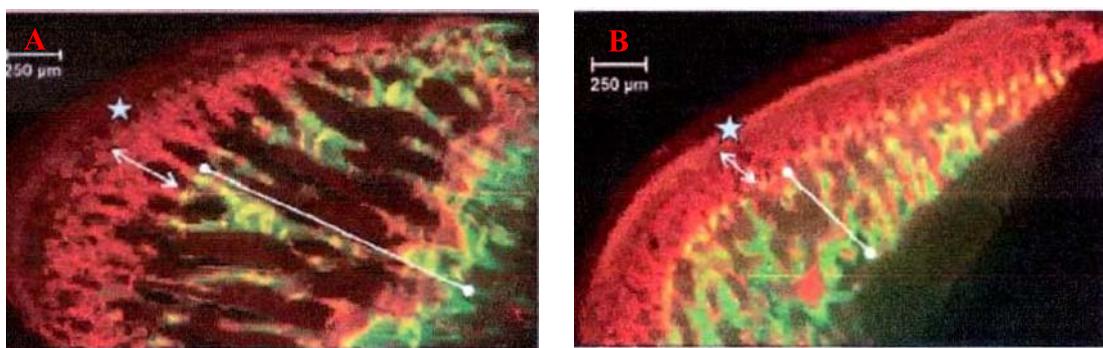


Figura 5 - Fotomicrografia de áreas de nova formação óssea na cabeça da mandíbula de ratos. Em A cabeça da mandíbula em rápido crescimento evidenciando a região sub-condral e em B cabeça da mandíbula em crescimento lento Liu et al. (2006).

Mavropoulos et al. (2005) verificou que a mandíbula pode ser considerada uma estrutura que mantém relações biométricas ótimas entre a ATM, os dentes, e os pontos onde as forças musculares são aplicadas. Concluiu ainda que a alteração das demandas funcionais e mecânicas da mastigação em ratos experimentais conduziu a mudanças na densidade mineral do osso em região específica da cabeça da mandíbula durante o seu crescimento. E a redução das forças exercidas durante a mastigação (dieta macia) resultou na redução da densidade do osso em todas as regiões estudadas. A inserção de um dispositivo de abertura da mordida (bite block) provocou estiramento dos tecidos moles, tendo por resultado a aplicação de uma força contínua nos molares inferiores, que aumentaram a densidade

mineral do osso na região do processo alveolar apenas em sua região apical.

Segundo Huang et al. (2002) a remoção unilateral de dentes levou a um espessamento da cartilagem da cabeça da mandíbula, alterações na morfologia dos núcleos dos condrócitos na cartilagem condilar e disco, e aumentos nos níveis de íons negativamente carregados na camada hipertrófica da cartilagem da cabeça da mandíbula. Foram ainda observadas pequenas diferenças, depois da remoção unilateral dos dentes, entre os lados funcionais e não funcionais da ATM.

Sugiyama et al. (1999) afirmam que mudanças no ambiente intra-articular associado com discrepâncias oclusais verticais podem influenciar o crescimento craniofacial e das cabeças da mandíbula em indivíduos em crescimento.

### **3. Proposição**

Neste trabalho temos como proposta:

- 1- Gerar dados que nos possibilite verificar se a diminuição patológica da dimensão vertical de oclusão pode efetivamente levar a alterações significativas do ponto de vista morfológico e morfométrico nas cabeças das mandíbulas de roedores adultos, e se de fato trata-se de patologia restritiva do ponto de vista funcional.
- 2- Verificar em que região da cabeça da mandíbula de fato estas supostas alterações podem ocorrer.

#### 4. Materiais e Método

**4.1 Amostra:** Pesquisa de laboratório com cobaios vivos seguida de sacrifício e análise morfológica e morfométrica a luz da microscopia de luz dos resultados. Foram utilizados 24 (vinte e quatro) ratos (*Rattus norvegicus albinus*, variedade Wistar), machos, adultos, com idade média de 90 dias e aproximadamente 260 g de peso corporal, provenientes do Biotério do Departamento de Fisiologia da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro - UNIRIO, criados e mantidos em condições convencionais, com temperatura de 20°C á 25°C sob ciclo de luz claro/escuro de 12 horas, alimentados com ração balanceada para roedores de laboratório (marca Purina Agribrands tipo Labina) e água foram oferecidos *ad libitum*, estando de acordo com os princípios éticos na experimentação animal e seguindo as normas do CONEP (Comissão Nacional de Ética em Pesquisa). O manuseio dos animais foi de acordo com os princípios propostos pelo COBEA (Colégio Brasileiro de Experimentação Animal), para que representem estatisticamente a avaliação do trabalho, permitindo-nos comparar os resultados com o de pesquisas já realizadas, além de permitir também a reproduzibilidade destes resultados por outros pesquisadores.

**4.2 Método:** Fizemos inicialmente um estudo preliminar com apenas 3 ratos que desgastamos seus incisivos em intervalos de sete dias e os molares em uma única intervenção, observamos seus períodos de

alimentação e controlamos seus pesos por 30 dias. Pudemos verificar que os desgastes não interferiram em sua dieta, nem tampouco provocaram perda de peso acentuado e, portanto optamos pela manutenção da dieta a base de ração dura considerada adequada aos roedores durante toda as fases da pesquisa. Utilizamos então 24 roedores adultos com idade de aproximadamente 90 dias e 260g de peso inicial em média que foram divididos em 3 grupos experimentais e de cada grupo foram separados três animais que serviram de controle. Os animais foram acomodados em gaiolas especiais, sendo uma gaiola para cada grupo devidamente identificada e tiveram suas caudas marcadas com corante vital (tinta nanquim) em listras paralelas, com a quantidade de listras que identificasse cada rato do grupo, ou seja, de uma a oito listras e só então foram submetidos à anestesia e foram procedidos os desgastes oclusais e incisais até que se reproduzisse uma significativa diminuição da dimensão vertical de oclusão sem, no entanto provocar exposições pulpares, aqueles em que accidentalmente ocorreram exposições pulpares foram rejeitados e substituídos por outros animais. Seus pesos corporais foram controlados e acompanhados semanalmente para verificarmos sua evolução (Tabelas 4, 5, 6, 7). Adotamos um cronograma experimental onde os animais foram sacrificados e tiveram suas ATM examinadas e mais especificamente suas cabeças da mandíbula, mensuradas e analisadas através da microscopia de luz, nos seguintes intervalos: 07 dias após os desgastes para o 1º grupo, 14 dias para o 2º grupo e 28 dias para o 3º grupo.

#### **4.3 Materiais:**

- Ácido fórmico 60% - Labsynt Produtos para Laboratório Ltda. – Diadema, São Paulo
- Álcool 70% - Álcool Santa Cruz Ltda. – Cumbica, São Paulo
- Alicates Ortodônticos Nº. 053, 109, 121, 139, 325, 767, Jomag Indústria e Comércio de Alicates Ltda. - São Paulo
- Agulha descartável 20x5,5 BD - Becton Dickinson Indústrias Cirúrgicas Ltda. – Juiz de Fora – Minas Gerais
- Avental descartável
- Balança – Triple Beam Balance – Ohio – USA
- Brocas diamantadas em forma de roda, de chama e cônicas– Nº. 1051, 2200, 3022FF, 3053 – KG - Sorensen – São Paulo
- Cabo de bisturi – Metalúrgica Fava, São Paulo
- Câmera Digital para Microscopia de Luz – Modelo U-SPT - Olympus Optical C.O. Ltda – Japão
- Campos descartáveis 40x70 – Descarpack Descartáveis do Brasil Ltda. – São Paulo
- Caneta de alta rotação refrigerada para Odontopediatria – Kavo Indústria de Equipamentos Odontológicos S.A. - Joinville, Santa Catarina

- Caneta para retro-projetor com tinta permanente – Pilot Brasil – São Paulo
- Cassete para material histológico – Hisosette I – Simport Plastic – Canadá
- Compassos de pontas secas com ajuste milimétrico – ICE – São Paulo
- Compressor Portátil – Jet Máster com adaptação para Turbina de Alta-Rotação – Schulz – Joinville – Santa Catarina
- Corantes histológicos (hematoxilina-eosina e Alcian blue-PAS staining)
- Espátulas Nº.1 – Duflex - SS White – Juiz de Fora
- Espátulas Nº.7 - Duflex - SS White – Juiz de Fora
- Espelhos Bucais descartáveis – Odontoprev – São Paulo
- Flash circular para fotografias intra-oraes – Vivitar – Macro 5000 - Inglaterra
- Formol a 10% - Labsynth Produtos para Laboratório Ltda – Diadema, São Paulo
- Gaiolas individuais plásticas com grade superior metálica, específicas para uso no biotério (4)
- Garrafas para água (4)

- Gaze hidrófila – Umed Indústria e Comércio Produtos Hospitalares Ltda – Umuarama, Paraná
  - Lâmina de barbear tipo Gilette – Gilette do Brasil, Rio de Janeiro
  - Lâminas de bisturi números 12 e 22 – BD – Becton Dickinson Indústrias Cirúrgicas Ltda – Juiz de Fora – Minas Gerais
  - Lâminas histológicas 76x26 mm – Knittel Gläser, Alemanha
  - Lamínulas histológicas 24x32 mm – Knittel Gläser, Alemanha
  - Líquido de Bouin – mistura de ácido pícrico, formol e ácido acético
- Labsynth Produtos para Laboratório Ltda – Diadema, São Paulo
- Luvas de couro grossas – Marangori – Porto Alegre
  - Luvas de procedimento – Satari antiderrapante – Siam Sempermed Corp. Ltda – Tailândia
  - Lupa Estereoscópica - Nikon SMZ-1000 – Nikon Corporation Instruments Company - Japão
  - Maquina fotográfica digital com função macro – Fujifilm – FinePix S 7000 – Fuji - Japão
  - Maravalha (Serragem) – Labortec – Rio de Janeiro
  - Microscópio de Luz – Modelo BX40F3 – Olympus Optical C.O. Ltda – Japão

- Microscópio de Luz – Modelo CHS – Olympus Optical C.O. Ltda – Japão
- Paquímetros Ortodônticos ICE – São Paulo
- Parafina histológica – Labsynth Produtos para Laboratório Ltda – Diadema, São Paulo
- Pinça clínica – Metalúrgica Fava, São Paulo
- Pinça dente de rato - Metalúrgica Fava, São Paulo
- Pinça hemostática curva tipo mosquito - Metalúrgica Fava, São Paulo
- Placa de vidro despolida – JON Comércio de Produtos Odontológicos – São Paulo
- Placa de vidro polida - JON Comércio de Produtos Odontológicos – São Paulo
- Povidine – Qualiplus Ind. e Com. Ltda – Rio de Janeiro
- Ração para Roedores – Agribrand Tipo Labina Purina S/A – Paulínia – São Paulo
- Seringa descartável para insulina - BD – Becton Dickinson Indústrias Cirúrgicas Ltda – Juiz de Fora – Minas Gerais
- Tesoura para corte de tecido - Metalúrgica Fava, São Paulo

- Tesoura para divulsão de tecido - Metalúrgica Fava, São Paulo
- Tinta nanquim – Acrilex – São Bernardo do Campo
- Vetaset (Cetamina) – Fort Dodge Animal Health - Iowa, USA – Importado por Fort Dodge Saúde Animal Ltda. – Campinas, São Paulo
- Virbaxyl 2% (Xylasina) – Virbac do Brasil Indústria e Comércio Ltda. - São Paulo

#### **4.3.1 Equipe:**

- Para a realização deste trabalho a equipe foi composta de:
  - 01 cirurgião-dentista;
  - 01 morfologista;
  - 01 bioterista;
  - 01 técnico de laboratório.

#### **4.3.2 Procedimento:**

- Todos os animais receberam pontos demarcatórios em suas gengivas inseridas através de canetas marcadoras permanentes (Fig. 5) reforçadas por aplicadores do tipo micro brush embebidos em corante vital (tinta nanquim), que foram utilizados para a mensuração da dimensão

vertical em máxima intercuspidação dentária, através de compassos de pontas secas e paquímetros ortodônticos milimetrados (Fig. 6 e 7).



Figura 6 – A- Paquímetro Ortodôntico e Caneta Demarcatória para a gengiva. B- Compasso de pontas secas para medição da dimensão vertical de oclusão.

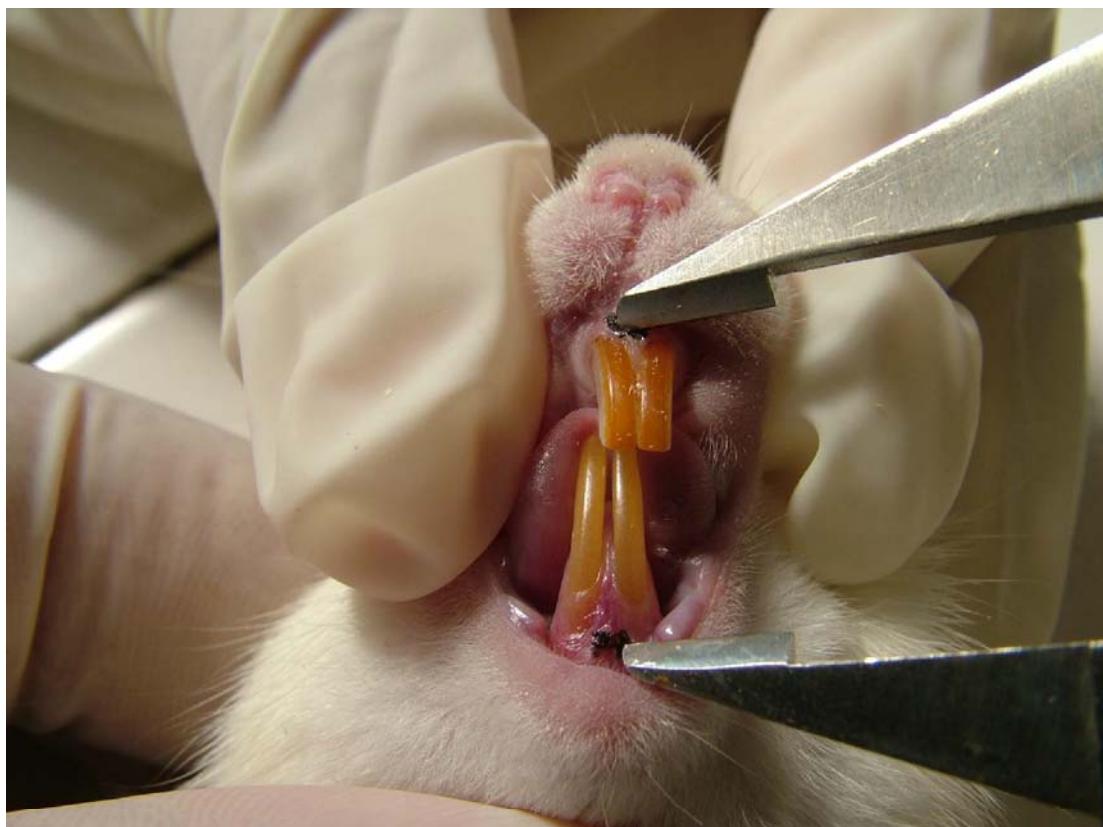


Figura 7 – Processo de medição da dimensão vertical de oclusão através de paquímetros ortodônticos.

- No primeiro dia do experimento todos os animais, exceto os que foram utilizados como controle foram anestesiados com injeção intraperitoneal de miorrelaxante Virbaxyl 2% (Xylasina - Virbac do Brasil) na

dosagem de 5mg/kg. Foi associada à primeira droga 50mg/kg de anestésico Vetaset (Cloridrato de Cetamina - Fort Dodge Animal Health - Iowa, USA), resultando na proporção total de 55mg/kg de massa corporal, Kabus (2006), e tiveram os incisivos inferiores desgastados por broca diamantada em forma de chama e cônicas nº. 1051 e 2200 (KG-Sorensen, Brasil) em caneta de alta-rotação adaptada a um compressor Jet-Master da Schulz (Fig.8) na altura da papila gengival (em média 7mm) (Fig. 10), que foram repetidos a cada sete dias em decorrência do crescimento contínuo desses dentes hiodontes, de acordo com o preconizado por Campos, et al. (1986). Os molares superiores e inferiores também foram desgastados por broca diamantada em forma de roda nº. 3022FF e 3053 (Sorensen, KG, Brasil) (Fig. 8) em suas superfícies oclusais na ordem de 1 mm em cada arcada (Fig. 9 e 10), para obtermos uma redução na dimensão vertical que reproduzisse um efeito patológico nas ATM dos animais.



Figura 8 – Compressor Jet-Master da Schulz com Turbina de Alta-Rotação adaptada em mangueira flexível de redução.

- A taxa de irrupção dos incisivos inferiores foi medida semanalmente utilizando-se uma lente com grade calibrada em lupa estereoscópica para medir a distância entre o bordo incisal desgastado e a margem gengival dos incisivos inferiores (Tabelas 8, 9, 10, 11).
- Foram também observadas e medidas clinicamente com paquímetro ortodôntico as dimensões verticais dos animais respeitando o cronograma experimental e realizadas fotografias de suas arcadas em todas as etapas da pesquisa.

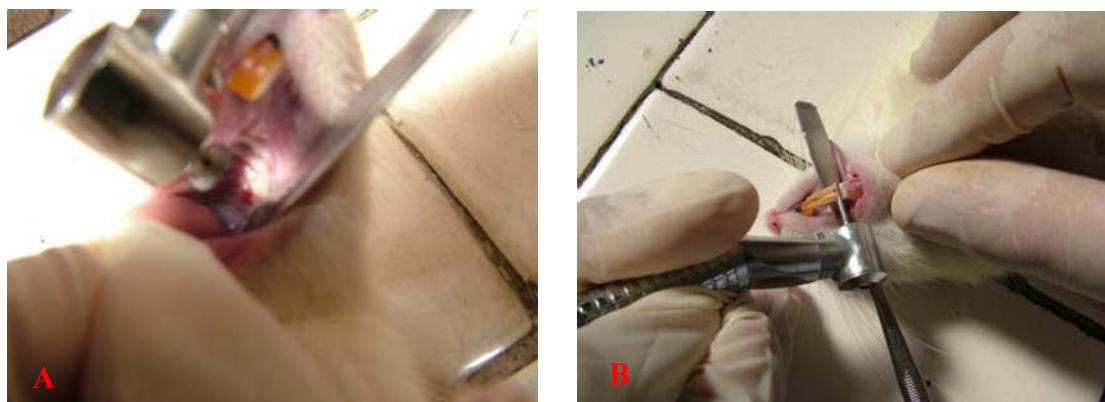


Figura 9 – Imagem da realização dos desgastes com broca nos molares em A e nos incisivos em B.



Figura 10 – A- Fragmento do incisivo de um rato resultado do corte realizado. B – Imagem de mandíbula seca de rato, evidenciando o desgaste obtido nos molares.

- As hemi-mandíbulas foram fixadas na platina da lupa com massa plástica, perpendicularmente à uma escala milimetrada disposta no mesmo plano focal, para a obtenção das imagens digitais das cabeças das mandíbulas dos dois grupos (experimental e controle) em seus três tempos (07, 14 e 28 dias) em uma lupa Nikon SMZ-1000 equipada com câmera digital modelo U-SPT – Olympus com aumento de aproximadamente 6,5x (Fig. 18).
- Para a obtenção dos dados morfométricos utilizamos o software de análise de imagens Image Pro Plus versão 4.5.1.29 (Media Cybernetics, USA). Com o sistema calibrado a partir da escala de referência, posicionamos um quadrado de 4 mm de lado, paralelo à borda da imagem, na extremidade da cabeça da mandíbula. O lado oposto desta área de interesse delimitou a porção da cabeça da mandíbula a ser medida. Foram obtidos o perímetro e a área de cada espécime, usados para o cálculo da relação perímetro/área (Fig. 12, 13 e 14).

#### **4.3.3 Coleta do Material**

- Seguindo o cronograma experimental os animais foram anestesiados e sacrificados através do deslocamento cervical, decapitados em guilhotina de acordo com o cronograma da tabela 1 e suas ATM retiradas em bloco de acordo com o preconizado por Campos et al. (1986) (Fig. 11) e pré-fixadas e conservadas em formol (Labsynth) a 4% em água destilada a 4°C por 72 horas, após este período foram dissecadas,

estudadas, analisadas, fotografadas (Fig. 18) e mensuradas especificamente em suas cabeças da mandíbula através do método já descrito (Fig. 12, 13 e 14), que em seguida foram descalcificadas e processadas pelo método histológico de rotina para inclusão em parafina, a fim de serem processados cortes histológicos de espessura adequada, que foram corados pelo método da hematoxilina-eosina para análise em microscopia de luz (Fig. 22 a 30).

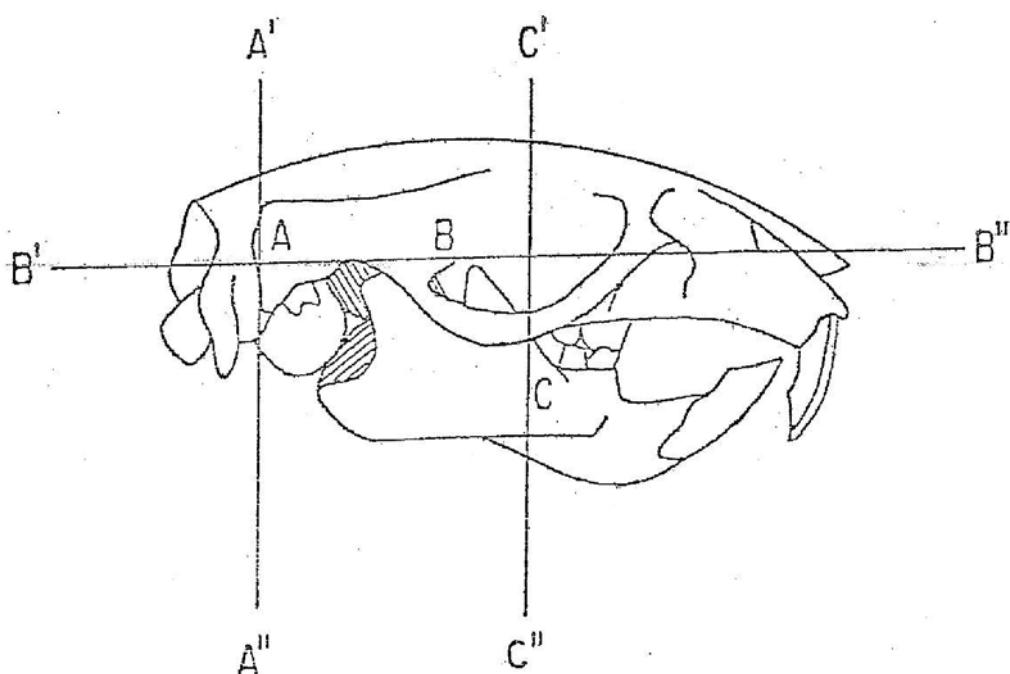


Figura 11 - Vista lateral esquemática do crânio do rato. Reparos anatomicos e planos de secção para redução da peça. A – Crista de inserção posterior do músculo temporal, B – Base de implantação do arco zigomático, C – Último dente molar, A' – A'' – Plano de Secção Frontal, B' – B'' – Plano de secção horizontal, C' – C'' – Plano de secção da mandíbula (Campos et al. 1986).



Figura 12 – Imagem de uma cabeça da mandíbula de animal do grupo controle 14 dias obtida através de câmera digital adaptada á lupa estereoscópica aumento aproximado 6,5x.

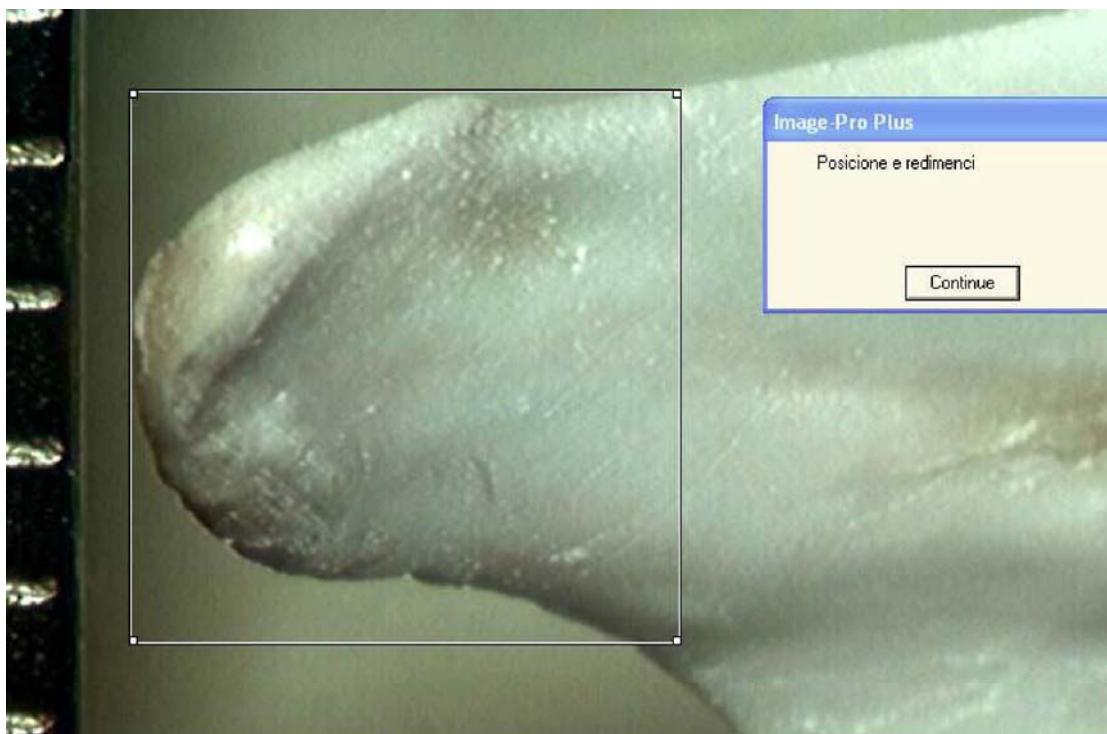


Figura 13 – Imagem anterior analisada pelo programa Image-Pro Plus na qual foi demarcada a área de interesse pelo quadrado de referência para obtenção da área da cabeça da mandíbula.



Figura 14 – Imagem de uma cabeça da mandíbula de animal do grupo experimental 07 dias obtida através de câmera digital adaptada à lupa estereoscópica e analisada pelo programa Image-Pro Plus demonstrando o perímetro selecionado para medição aumento 6,5x.

GRUPO	NÚMERO DE SESSÕES DE DESGASTE NOS INCISIVOS INFERIORES	INTERVALO ENTRE AS SESSÕES DE DESGASTE	TEMPO DE SACRIFÍCIO APÓS O PRIMEIRO DESGASTE
1	1	-	7 dias
2	2	168 horas	14 dias
3	3	168 horas	28 dias
4 (controle) cujos animais foram distribuídos nos grupos experimentais e sacrificados nos mesmos períodos	Nenhum	-	Nenhum (Sacrifício aos 7, 14 e 28 dias sem que nenhum desgaste tenha sido processado)

Tabela 1 – Grupos de animais com a indicação do tempo de sacrifício após o primeiro desgaste nos incisivos inferiores, intervalo entre as sessões e o número de sessões a que foram submetidos. Cada grupo foi composto por cinco animais e mais três controle.

- Com a finalidade de quantificar o grau de modificação da forma da superfície das cabeças da mandíbula e verificar a região de predominância destas alterações, foram medidas suas alturas em dois diferentes ângulos ( $75^\circ$  e  $125^\circ$ ) utilizando sempre a imagem lateral (Fig. 15) e analisadas a relação perímetro/área de três seguimentos A, B e C (Fig. 16 e 17).

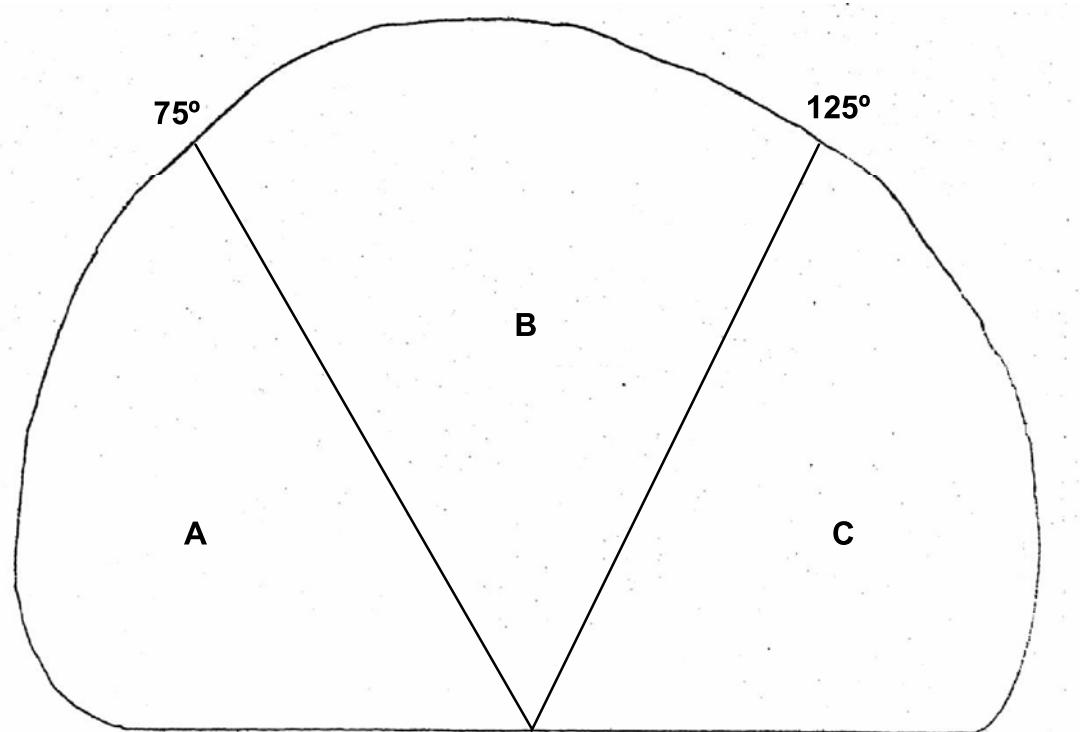


Figura 15 – Desenho do corte da cabeça da mandíbula, obtido com a técnica de Campos et al. (1985) modificado pelo autor, demonstrando os ângulos e as áreas de medição a serem empregados em que foram divididas as cabeças das mandíbulas estudadas.

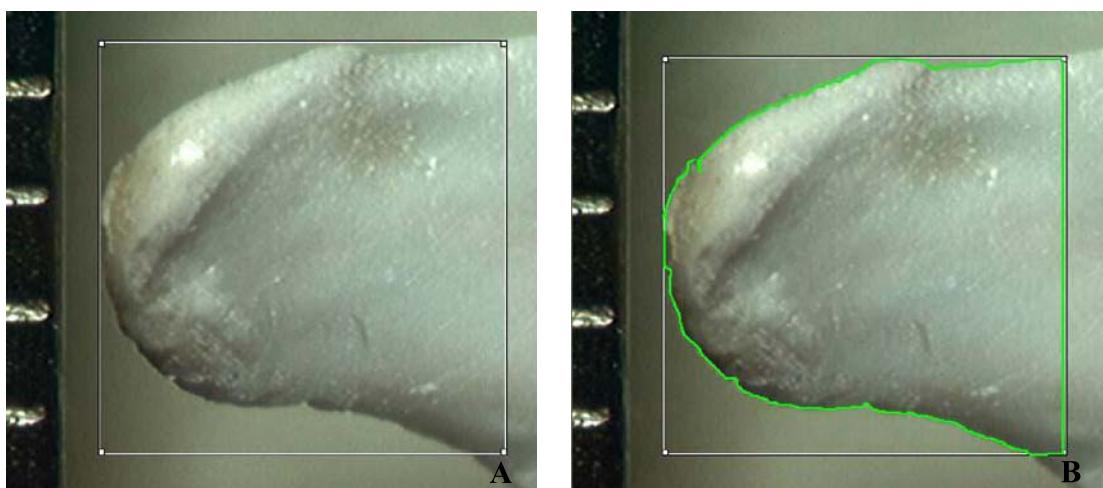


Figura 16 – Imagem de uma cabeça da mandíbula de animal do grupo controle 14 dias obtida através de câmera digital adaptada à lupa estereoscópica e analisada pelo programa Image-Pro Plus. Em A delimitado por área de Interesse 4 x 4 mm. Em B superfície delimitada pelo analisador do programa.

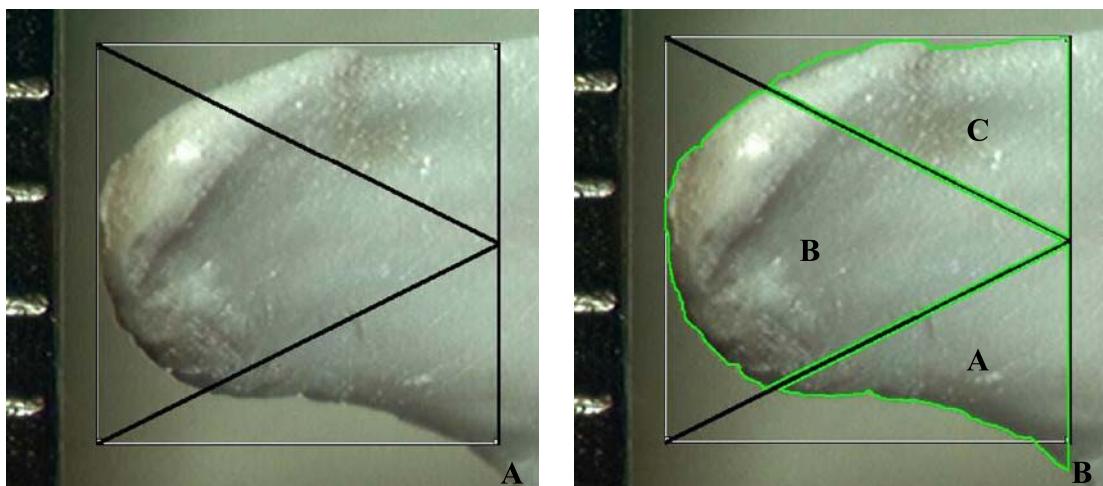


Figura 17 – Imagem de uma cabeça da mandíbula de animal do grupo controle 14 dias obtida através de câmera digital adaptada à lupa estereoscópica e analisada pelo programa Image-Pro Plus. Em A com máscara para segmentação em três áreas. Em B áreas delimitadas pelo analisador do sistema para medição dos segmentos.

#### 4.4 Processamento do Material para Microscopia de Luz.

Foram obtidas 48 cabeças de mandíbula, provenientes de 24 ratos utilizados no experimento, o material foi descalcificado em EDTA (ácido etilenodiamino tetracético dissódico) a 4,13% em PH 7,4 por um período de 25 a 30 dias em temperatura ambiente, para técnicas histológicas. Logo após, foram submetidos aos procedimentos padronizados de desidratação

em etanol, diafanização em xanol e inclusão em parafina, com a face de corte no sentido longitudinal. O material foi cortado na espessura de 5 a 6  $\mu\text{m}$  com auxílio do micrótomo (AMERICAN OPTICAL modelo Spencer 820).

Foi montado um corte em cada lâmina de vidro, com coloração pelo H.E. (Hematoxilina Eosina), sendo realizados 3 cortes em cada peça, perfazendo um total de 144 lâminas.

Os cortes foram analisados em microscópios de luz modelos BX40F3 e CHS – Olympus Optical C.O. LTD. do Departamento de Fisiologia da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro. Cada lâmina foi observada e fotografada em 3 aumentos distintos 100, 200 e 400 vezes, o que gerou 432 micrografias que foram cuidadosamente analisadas.

#### **4.4.1 Protocolo para o Uso de Descalcificadores**

##### **4.4.1.1 Descalcificadores Simples**

Para que se possa examinar o tecido ósseo, tecido com áreas de calcificação, deve-se antes incluir e cortar o tecido proceder-se à descalcificação e desmineralização, método que consiste na remoção do cálcio tecidual, sem alterações ou ruptura celular. Para tanto, os fragmentos de tecido não devem ser mais espessos que 5 mm.

Várias substâncias podem ser empregadas como descalcificadores, todas de natureza ácida: ácido nítrico, fórmico, clorídrico, acético, pícrico,

sulfúrico, tricloroacético, sulfossalicílico, FAS e EDTA (Junqueira e Carneiro, 1985).

Procede-se do seguinte modo:

- 1) Fixa-se o tecido em Zenker ou Formol a 04% por 72 horas, antes de qualquer processo de descalcificação;
- 2) Coloca-se o fragmento do tecido em líquido descalcificador, em um volume 100 vezes maior ao da peça, trocando-se de líquido diariamente, até que o tecido amoleça (geralmente 25 a 30 dias). O tempo é determinado transpassando o tecido com um alfinete. Quando não houver resistência está no ponto de poder ser cortado;
- 3) Trata-se pela solução de Sulfato de sódio tamponado 5% em PH 7,4 por 24 horas;
- 4) Desidrata-se em álcool 80% e absoluto;
- 5) Coloca-se em Xilol até a diafanização;
- 6) Coloca-se na parafina previamente aquecida a 60°C e mantém-se aquecida por 2 horas. Esse tempo deve ser controlado até completa penetração da parafina;
- 7) Monta-se e cora-se de maneira usual;
- 8) Cora-se pelo H.E. ou métodos específicos, conforme estudo a ser realizado.

O Descalcificador Utilizado foi:

➤ EDTA ----- 10g

Ácido nítrico ----- 10 ml

Aldeído fórmico (37 – 40 %) ----- 10 ml

Água Destilada ----- 80ml

Depois de descalcificado, colocar o tecido em água de torneira durante 2 horas e depois em álcool 80%, para evitar inchação turva do tecido.

#### **4.4.2 Protocolos para Coloração de Tecidos**

##### **4.4.2.1 Coloração de Tecidos (Hematoxilina – Eosina)**

A) Corantes e Soluções:

1 – Hematoxilina de Harris

2 – Eosina

3 – Álcool 95% acidificado com álcool clorídrico 1%

B) Fixador: indiferente

C) Método de Coloração:

Desparafinar;

Lavar em água de torneira por 5 minutos;

Corar pela Hematoxilina de Harris por 5 a 15 minutos;

Lavar em água de torneira por 5 minutos e limpar as lâminas;

Diferenciar em álcool – ácido até que os núcleos fiquem bem diferenciados;

Lavar em água de torneira por 10 minutos;

Corar pela Eosina por 3 a 5 minutos;

Lavar em água destilada;

Desidratar;

Montar;

D) Resultados:

Azul – núcleo, bactérias e cálcio;

Rosa – citoplasma;

Vermelho – hemácias e granulações eosinófilas;

Azul claro – mucoproteína;

## HEMATOXILINA – (Harris)

Hematoxilina cristalizada ----- 5g

Álcool 95% ----- 100ml

Sulfato de alumínio e amônio (alume amoniacal ou de potássio)----- 20g

Água Destilada ----- 1.000 ml

Ácido acético ----- 2- 4 ml

Óxido de mercúrio (vermelho) ----- 3 g

Dissolver a hematoxilina no álcool. Dissolver o sulfato na água quente. Juntar as duas soluções, ferver rapidamente e juntar o óxido de mercúrio, fervendo novamente a solução, até ela tornar-se de cor vermelho-escuro. Esfriar rapidamente e adicionar o ácido acético. O ácido acético aumenta a especificidade do corante em corar o núcleo. Este corante é altamente estável. Filtrar antes do uso.

Se os núcleos se corarem em vermelho muito forte, adicionar ao corante gotas de Bicarbonato de sódio 1% para alcalinizá-lo.

Diferenciar em solução de ácido clorídrico 0,5% em álcool 70%. Depois, neutralizar com álcool amoniacal 70% (gotas de hidróxido de amônio em álcool).

Tempo de coloração: 2 a 5 minutos.

#### 4.5 Análise Estatística

A análise estatística dos dados foi feita com auxílio do software Prism 4.0 (GraphPad Inc., USA). Comparamos os grupos controle e experimental de 7, 14 e 28 dias pós-intervenção usando o teste de Mann-Whitney com um nível de significância de 5% ( $P<0,05$ ).

As dimensões das cabeças das mandíbulas foram baseadas em observações dos espécimes, distribuídos em grupos de 07, 14 e 28 dias para o sacrifício cada um composto por 03 animais controle e 05 animais experimentais.

A estimativa de erro do método para medir as alterações das cabeças das mandíbulas, foi baseada em uma comparação das medidas obtidas em 3 seções histológicas adjacentes da porção central e periférica destas cabeças. As demais medidas foram realizadas após um período de até 15 dias, e o cálculo de erro do método foi realizado através do teste de Mann-Whitney, seguido do teste de Kruskall-Wallis com Pós-teste de Dunn com a finalidade de nos permitir comparar mais de dois grupos simultaneamente, especificamente utilizado para poder verificar a área de prevalência das alterações morfométricas das cabeças da mandíbula.

## 5. Resultados

### 5.1 Análise Morfométrica

A análise através da lupa estereoscópica demonstrou que houveram significativas alterações de forma e tamanho nas cabeças das mandíbulas estudadas em comparação com as dos animais controle (Fig. 18).

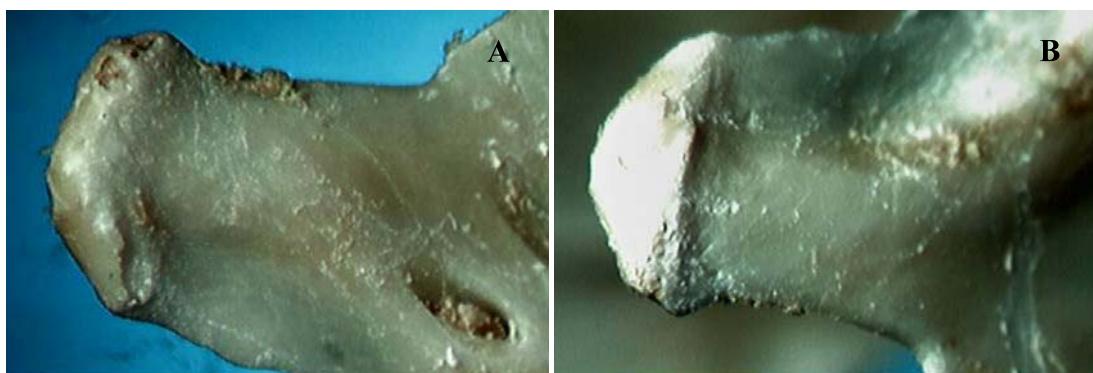


Figura 18 – Em A imagem da cabeça da mandíbula de rato pertencente ao grupo controle 07 dias e em B ao grupo experimental 07 dias obtidas através de câmera digital adaptada a lupa estereoscópica com aumento de aproximadamente 6.5x, notar em A ausência de desgaste na superfície articular da cabeça da mandíbula e em B grande desgaste na mesma superfície.

A análise através da relação perímetro/área das cabeças das mandíbulas demonstrou terem ocorrido alterações nessas medidas no grupo experimental 07 dias em relação às cabeças da mandíbula dos ratos controle do mesmo grupo, que mostram áreas de remodelagem, recuperando suas dimensões a partir do grupo experimental 14 dias e no grupo 28 dias as medidas se equivaliam (Fig. 19 a 21).

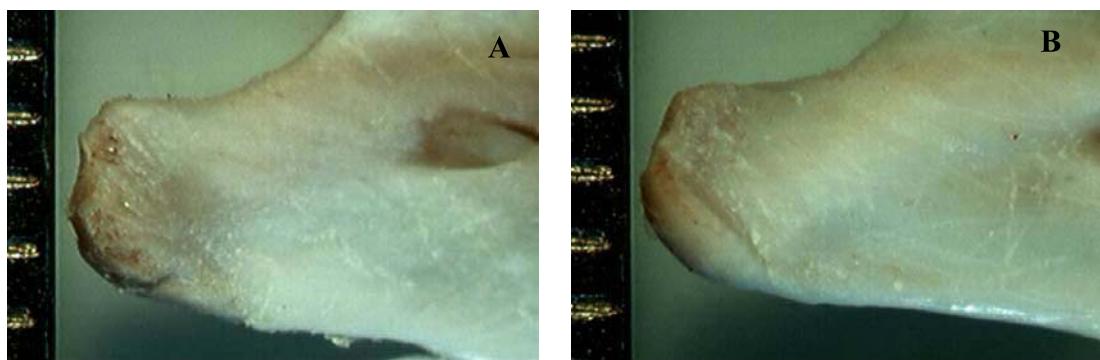


Figura 19 – Imagens obtidas através de câmera digital adaptada á lupa estereoscópica com aumento de aproximadamente 6.5x. Em A cabeça da mandíbula de Rato do Grupo Experimental de 07 dias, e em B de animal controle do mesmo grupo, notar as áreas de desgaste e degeneração avançadas em A, em comparação com B onde observamos a normalidade.

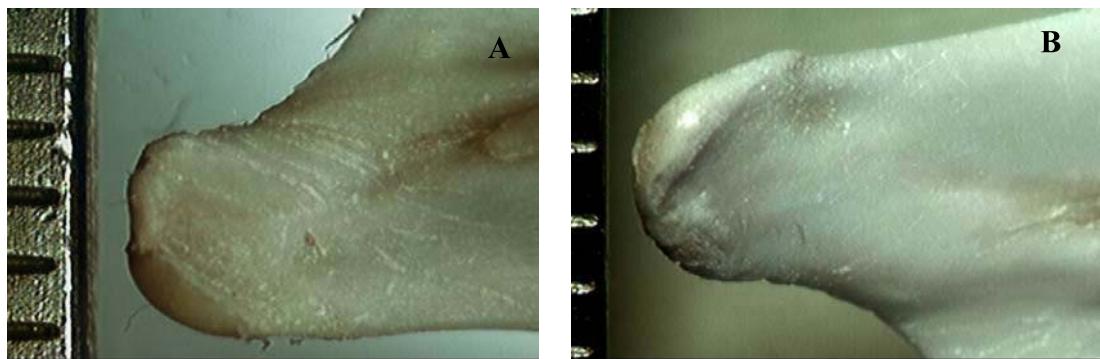


Figura 20 – Imagens obtidas através de câmera digital adaptada á lupa estereoscópica com aumento de aproximadamente 6.5x. Em A cabeça da mandíbula de Rato do Grupo Experimental de 14 dias, e em B de animal controle do mesmo grupo, notar as áreas de desgaste e degeneração já em início de reparação em A, em comparação com B onde observamos a normalidade.

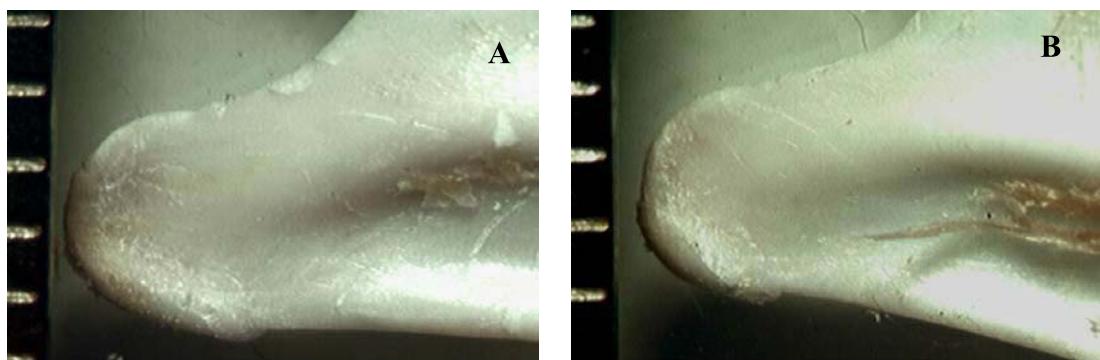


Figura 21 – Imagens obtidas através de câmera digital adaptada á lupa estereoscópica com aumento de aproximadamente 6.5x. Em A cabeça da mandíbula de Rato do Grupo Experimental de 28 dias, e em B de animal controle do mesmo grupo, notar as áreas de desgaste e degeneração já em estágio de regeneração adiantado em A, em comparação com B onde observamos a normalidade.

A análise dos dados – perímetro, área e relação perímetro/área, demonstrou comportamento diferenciado dos grupos de 07 dias em relação aos de 14 e 28 dias. Aos sete dias a relação perímetro/área foi significativamente menor no grupo controle em relação ao grupo experimental. Esta diferença não foi encontrada entre os grupos controle e experimental de 14 e 28 dias, conforme gráfico 1 e tabela 2.

A análise das medidas da relação perímetro/área das três regiões das cabeças da mandíbula nos permitiu constatar que a região que mais alterações sofreu durante todo o período experimental foi a região central, que corresponde à área de maior solicitação funcional durante o processo fisiológico da mastigação (Fig. 16 e 17 e Gráficos 2 a 4 e Tabela 3).

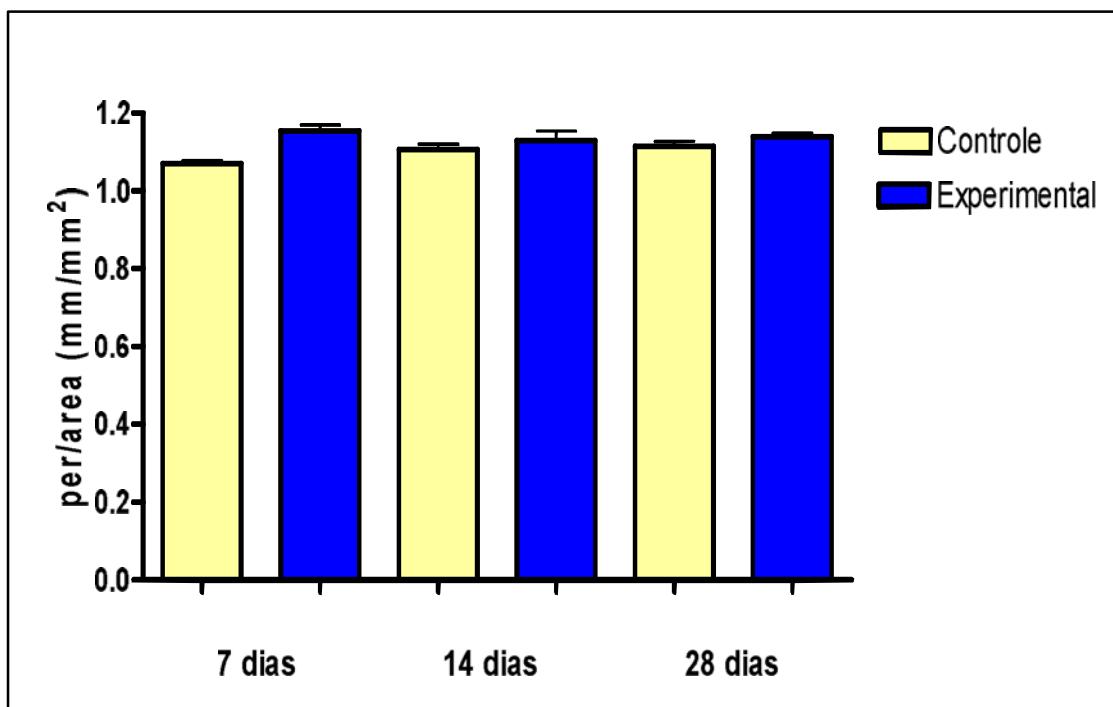


Gráfico 1 – Demonstra que houve maior discrepância na relação perímetro/área no grupo experimental de 07 dias em comparação como os demais.

Dados Perímetro/Área	Ctrl 07	Exp 07	Ctrl 14	Exp 14	Ctrl 28	Exp 28
Média	1,071	1,154	1,106	1,129	1,114	1,139
Desvio Padrão	0,01132	0,03421	0,02469	0,05555	0,02268	0,02025
Coeficiente de Erro	0,006538	0,0153	0,01425	0,02484	0,01309	0,009055
Coeficiente de Variação	1,06%	2,96%	2,23%	4,92%	2,04%	1,78%
<b>Total</b>	<b>3,212</b>	<b>5,77</b>	<b>3,318</b>	<b>5,644</b>	<b>3,341</b>	<b>5,696</b>

Tabela 2 – Demonstra a média das relações perímetro/área das cabeças das mandíbulas dos grupos experimentais e controles de 07, 14 e 28 dias.

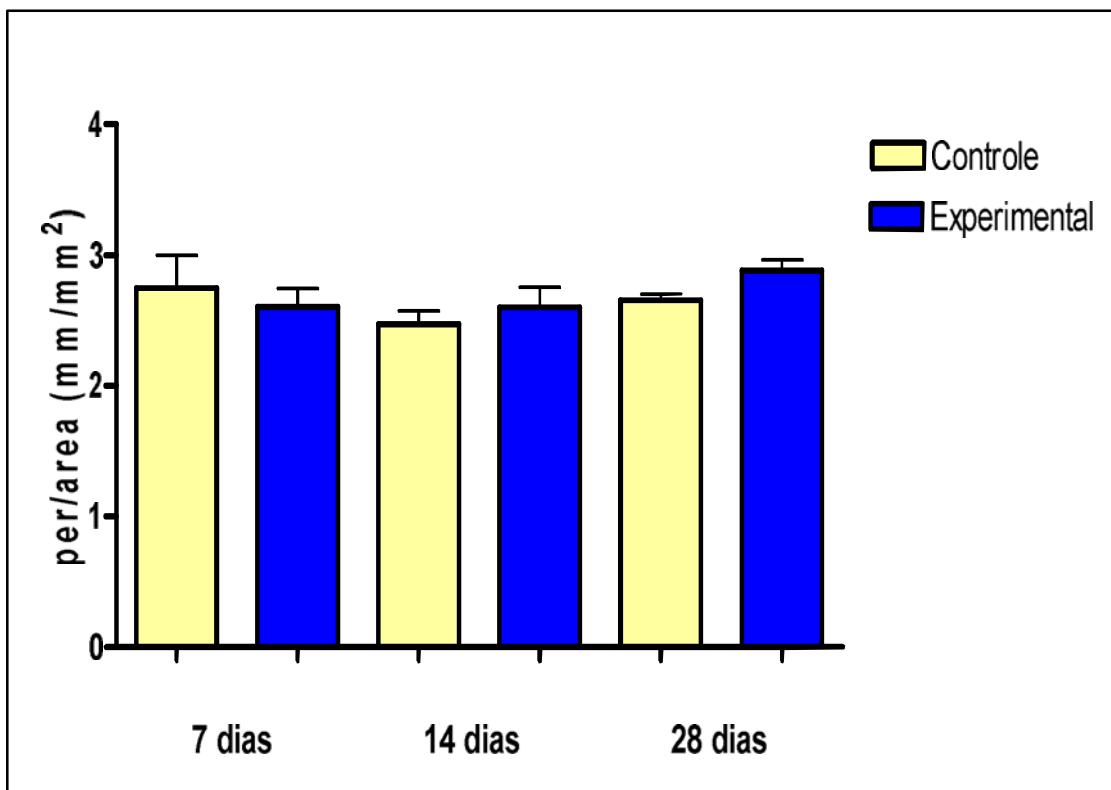


Gráfico 2 - Gráfico de barra da análise morfométrica feita no segmento Inferior (A) da cabeça da mandíbula de ratos normais (amarelo) e experimentais (azul).

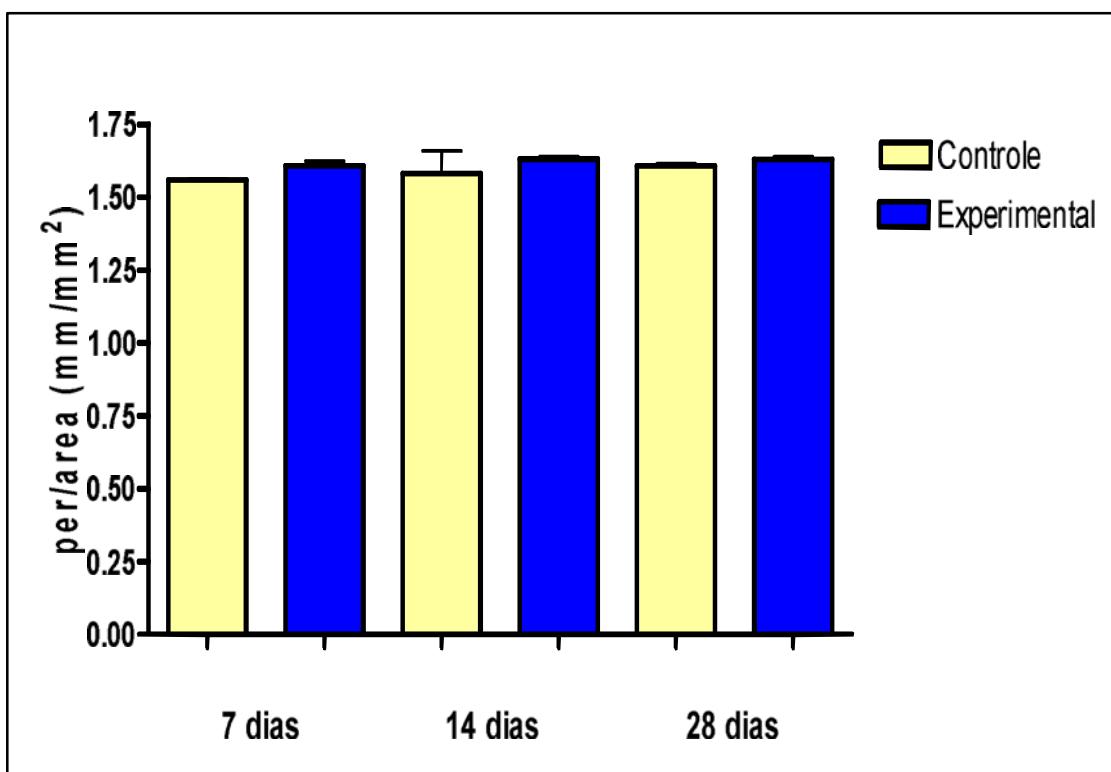


Gráfico 3 - Gráfico de barra da análise morfométrica feita no segmento Central (B) da cabeça da mandíbula de ratos normais (amarelo) e experimentais (azul).

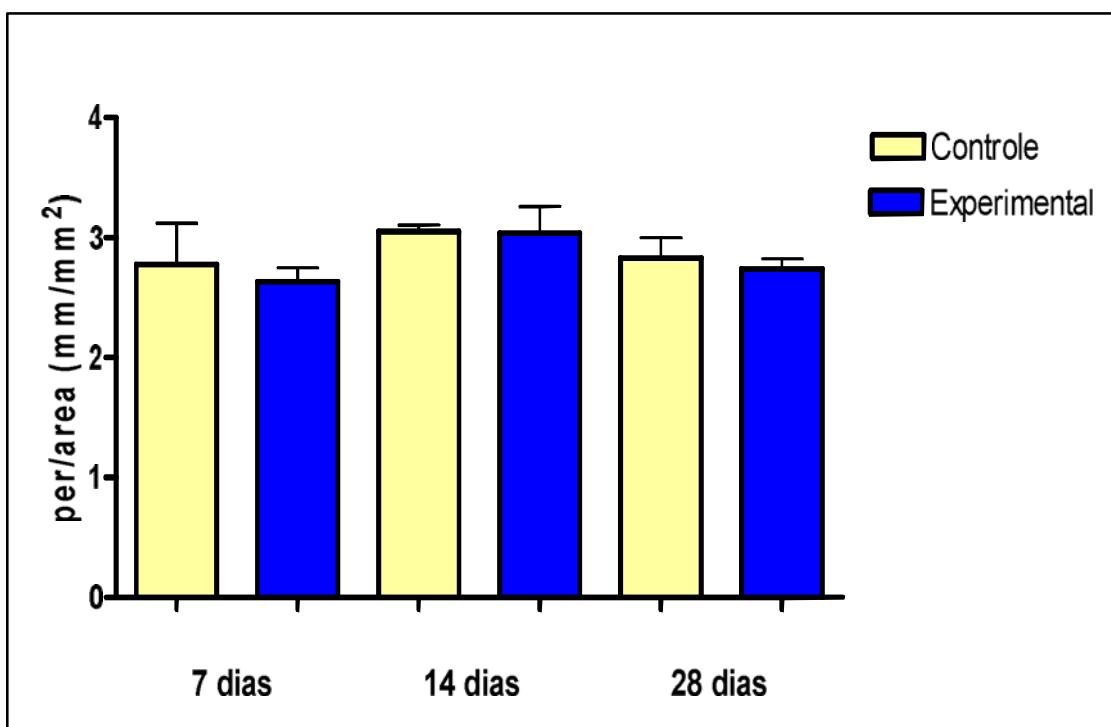


Gráfico 4 - Gráfico de barra da análise morfométrica feita no segmento Superior (C) da cabeça da mandíbula de ratos normais (amarelo) e experimentais (azul).

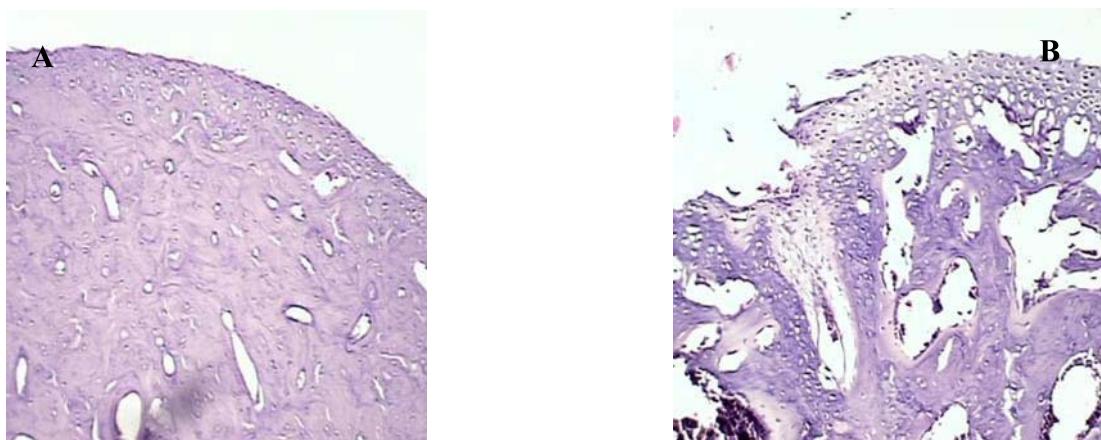
Análise dos Grupos	Seguimento Central Externo Direito “B”					
	Ctrl 07	Trat 07	Ctrl 14	Trat 14	Ctrl 28	Trat 28
	1,559529	1,659539	1,727568	1,666772	1,599711	1,615345
	1,553698	1,586623	1,462136	1,612837	1,623598	1,664044
<b>Espécimes Analisados</b>	1,564185	1,587553	1,553698	1,624141	1,599044	1,617825
	1,565344		1,624431		1,616704	
	1,633648		1,624079		1,630357	
<b>Media</b>	1,554	1,607	1,581	1,63	1,607	1,629
<b>Erro Padrão</b>	0,0451	0,01732	0,07785	0,009342	0,008076	0,009199
<b>Coeficiente de Variação</b>	5,03%	2,41%	8,53%	1,28%	0,87%	1,26%
<b>Valor de P (Mann-Whitney)</b>	<b>0,0357</b>		0,5714		0,25	

Tabela 3 – Demonstra a média das relações perímetro/área das cabeças das mandíbulas dos grupos experimentais e controles de 07, 14 e 28 dias no seguimento Central “B”.

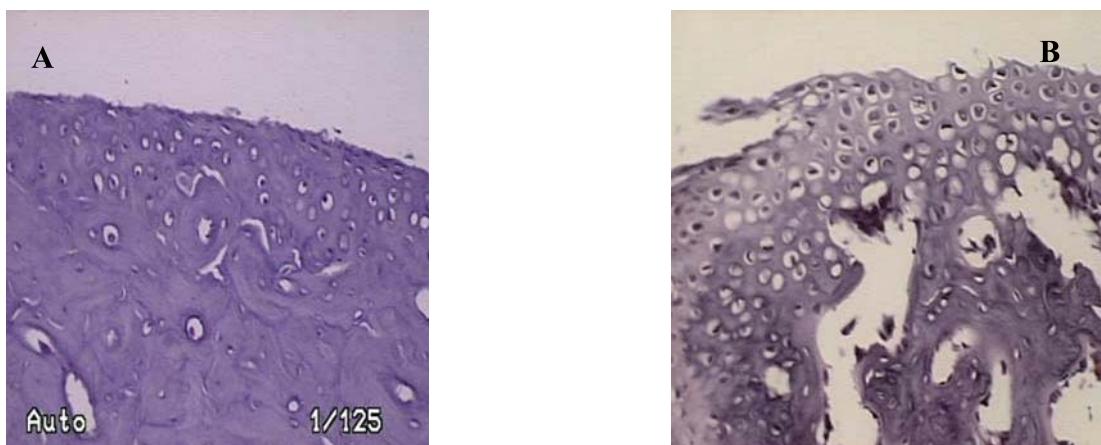
## 5.2 Análise Histológica

As lâminas histológicas coradas pela técnica da hematoxilina-eosina e analisadas através da microscopia de luz mostraram:

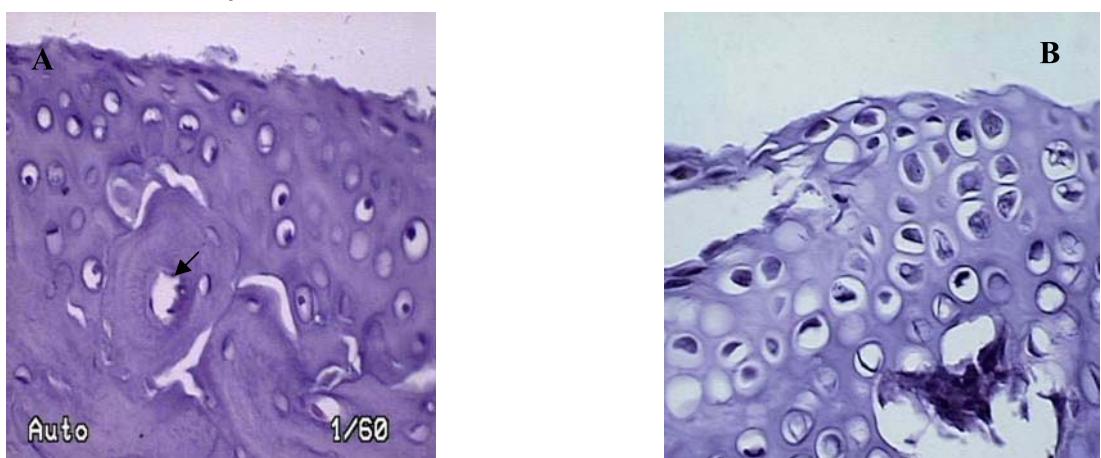
Grandes áreas de reabsorção óssea em imagens de degeneração da cabeça da mandíbula no grupo experimental 07 dias, porém identificamos áreas de neoformação óssea a partir do grupo experimental 14 dias chegando a apresentar rimas de osteoblastos em grandes áreas de remodelação óssea, com a forte presença de trabeculado ósseo no grupo 28 dias (Fig. 22 a 30).



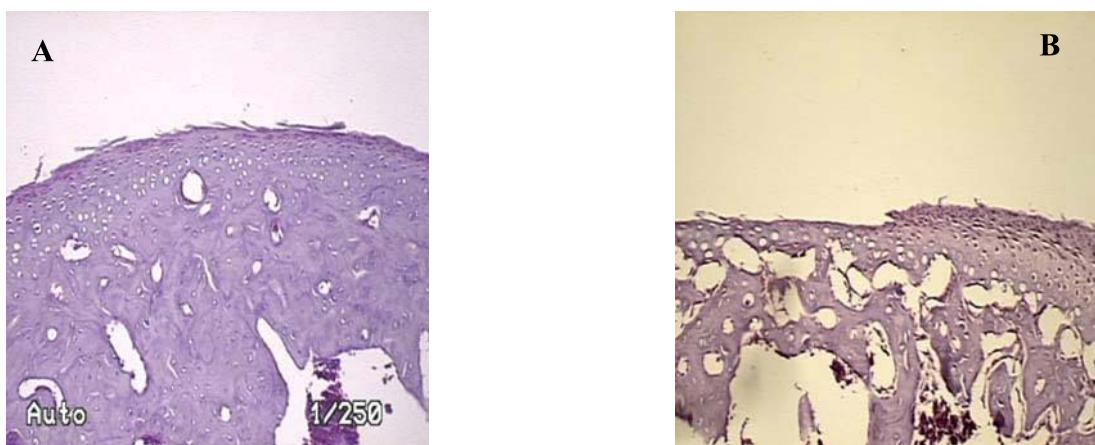
Figuras 22 – Fotomicrografias de cortes da região da cabeça de mandíbula de Ratos do grupo 07 dias. Em **A** animal controle mostrando a integridade da cartilagem articular e osso com a presença de ósteons caracterizando tecido ósseo secundário. Em **B** animal experimental evidenciando lesões da cartilagem articular e osso com a presença de trabéculas e vasos sanguíneos dilatados em comparação com o rato controle deste grupo caracterizando tecido ósseo de reparação. Coloração: Hematoxilina – Eosina. Aumento: 100x.



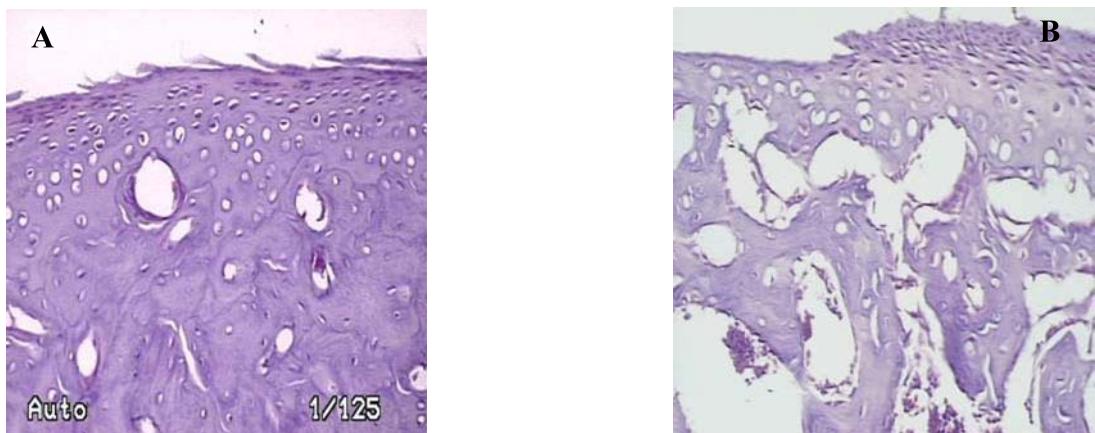
Figuras 23 – Fotomicrografias de cortes da região da cabeça de mandíbula de Ratos do grupo 07 dias. Em **A** animal controle mostrando a integridade da cartilagem articular e osso. Em **B** animal experimental evidenciando lesões da cartilagem articular e osso com a presença de trabéculas de osteoblastos. Coloração: Hematoxilina – Eosina. Aumento: 200x.



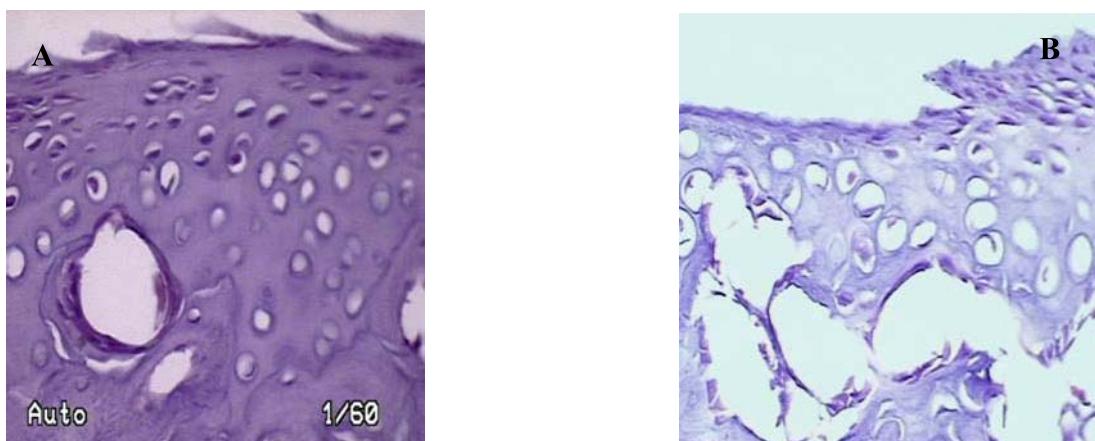
Figuras 24 — Fotomicrografias de cortes da região da cabeça de mandíbula de Ratos do grupo 07 dias. Em **A** animal controle mostrando a integridade da cartilagem articular e osso com a presença de sistema de Havers (seta) caracterizando tecido ósseo secundário. Em **B** animal experimental evidenciando lesões na matriz da cartilagem articular. Coloração: Hematoxilina – Eosina. Aumento: 400x.



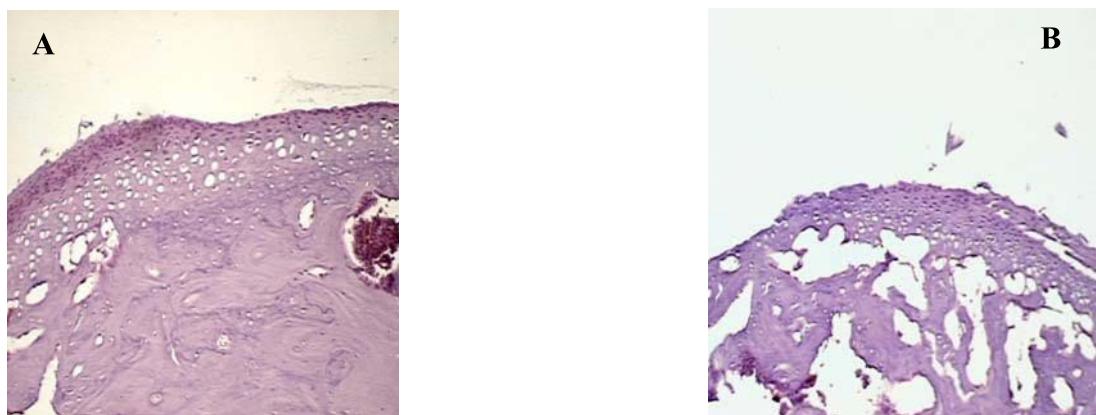
Figuras 25 – Fotomicrografias de cortes da região da cabeça de mandíbula de Ratos do grupo 14 dias. Em **A** animal controle mostrando a integridade da cartilagem articular e osso com a presença de ósteons caracterizando tecido ósseo secundário. Em **B** animal experimental evidenciando lesões da cartilagem articular e osso com a presença de trabéculas e vasos sangüíneos bastante dilatados em comparação com o rato controle deste grupo caracterizando tecido ósseo de reparação. Coloração: Hematoxilina – Eosina. Aumento: 100x.



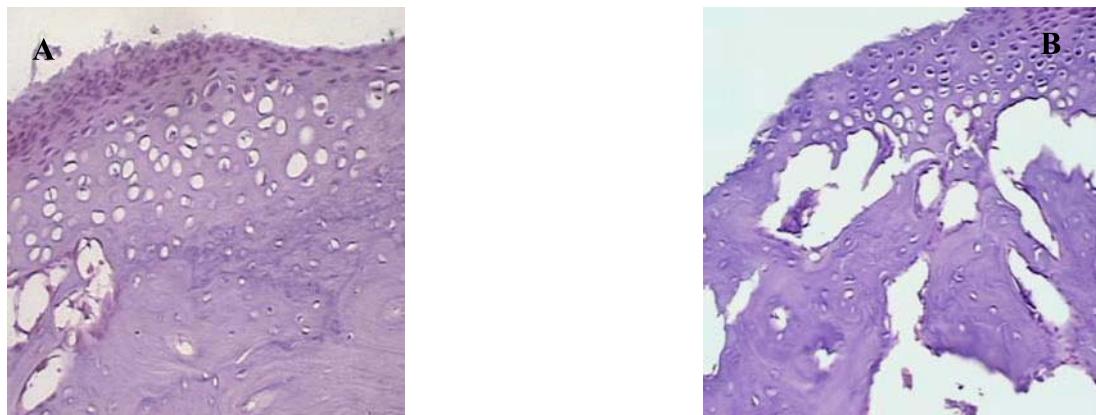
Figuras 26 – Fotomicrografias de cortes da região da cabeça de mandíbula de Ratos do grupo 14 dias. Em **A** animal controle mostrando a integridade da cartilagem articular e osso. Em **B** animal experimental evidenciando lesões da cartilagem articular e vasos sangüíneos bastante dilatados em comparação com o rato controle deste grupo. Coloração: Hematoxilina – Eosina. Aumento: 200x.



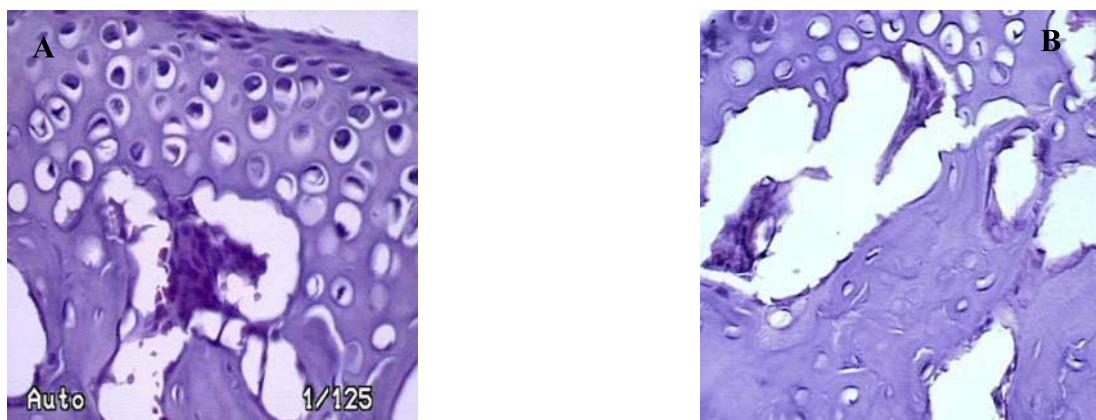
Figuras 27 – Fotomicrografias de cortes da região da cabeça de mandíbula de Ratos do grupo 14 dias. Em **A** animal controle mostrando a integridade da cartilagem articular e osso. Em **B** animal experimental evidenciando lesões na matriz da cartilagem articular e osso com a presença de osteoclastos e osteoblastos nas trabéculas evidenciando remodelação do tecido ósseo. Coloração: Hematoxilina – Eosina. Aumento: 400x.



Figuras 28 – Fotomicrografias de cortes da região da cabeça de mandíbula de Ratos do grupo 28 dias. Em **A** animal controle mostrando a integridade da cartilagem articular e osso com a presença de ósteons caracterizando tecido ósseo secundário Em **B** animal experimental evidenciando lesões da cartilagem articular e vasos sanguíneos bastante dilatados em comparação com o controle deste grupo, osso com a presença de trabéculas caracterizando tecido ósseo de reparação. Coloração: Hematoxilina – Eosina. Aumento: 100x.



Figuras 29 – Fotomicrografias de cortes da região da cabeça de mandíbula de Ratos do grupo 28 dias. Em **A** animal controle mostrando a integridade da cartilagem articular e osso. Em **B** animal experimental evidenciando lesões da cartilagem articular e osso com a presença de maior quantidade de ósteons em comparação com os animais experimentais dos grupos 07 e 14 dias e ainda presença de trabéculas evidenciando uma maior remodelação do tecido ósseo. Coloração: Hematoxilina – Eosina. Aumento: 200x.



Figuras 30 – Fotomicrografias de cortes da região da cabeça de mandíbula de Ratos do grupo 28 dias. Em **A** animal controle mostrando a integridade da cartilagem articular e osso. Em **B** animal experimental evidenciando uma porção da cartilagem articular e a presença de maior quantidade de ósteons caracterizando tecido ósseo secundário com a presença de osteoblastos e osteoclastos e poucas trabéculas ósseas caracterizando uma avançada remodelação do tecido ósseo. Coloração: Hematoxilina – Eosina. Aumento: de 400x.

## 6. Discussão

Inicialmente devemos discutir o tipo de dieta oferecida. Admitindo-se que o desgaste ou corte dos dentes pudesse levar a diferenças de comportamento entre os animais por dificuldades de mastigação e que tal fato pudesse conduzir o rato a um estado de desnutrição, variável não controlável dentro do processo que pretendíamos estudar, de acordo com as considerações de alguns autores e considerando os vários grupos, fizemos inicialmente um estudo preliminar com apenas 3 ratos que desgastamos seus incisivos em intervalos de sete dias e os molares em uma única intervenção e observamos seus períodos de alimentação e controlamos seus pesos por 30 dias, pudemos verificar que os desgastes não interferiram em sua dieta, nem tão pouco provocaram perda de peso acentuado e, portanto optamos pela manutenção da dieta a base de ração dura considerada adequada aos roedores. Uma vez que todos os animais se alimentaram com dieta semelhante tivemos uniformidade quanto às forças compressivas mastigatórias que atuaram sobre a ATM, e diretamente relacionadas com a consistência do alimento. O controle da ingestão de alimento, feito para todos os grupos tratados bem como para os animais utilizados como controle, levou-nos a aceitar que as forças mastigatórias foram semelhantes, uma vez que todos os animais de todos os grupos se alimentaram bem e não tiveram perda de peso significativa com a dieta tradicional (tabelas 4, 5, 6 e 7).

Simon (1977) descreveu significativa redução na espessura da

cartilagem da ATM em ratos que sofreram remoção dos incisivos sem, no entanto, apresentar dados quantitativos. Indica ainda que são mais importantes as forças de compressão, além de mais intensas, na roedura que na mastigação. Fato que corrobora com as nossas condições experimentais, tanto as forças de "roedura" como as de *lateralidade* e de mastigação podem ser consideradas atuantes. A análise de forma das cabeças da mandíbula obtida em cortes laterais corroboram com os obtidos através de cortes sagitais de Mcnamara e Carlson (1979) e validam a escolha da técnica.

Nossas observações mostram que houve alterações significativas ao se observar as cabeças da mandíbula dos animais controle e as dos animais sacrificados 07 dias após o primeiro desgaste, que inclusive comportaram-se de maneira semelhante diante das condições oclusais impostas pelo experimento. Os achados de Carlson et al. (1978) e Mcnamara e Carlson (1979), também, evidenciaram comportamento semelhante embora mostrassem modificações com relação à espessura da cartilagem em determinadas regiões da cabeça da mandíbula. A espessura da cartilagem, tomada em um único ponto, sem a determinação da área total não nos parece a melhor maneira de inferir aumentos ou diminuições, como resultado das forças que atuam sobre a cabeça da mandíbula durante os processos fisiológicos ocorridos durante a mastigação.

Nossos dados indicam aumento da relação perímetro/área (Tabela 2) e grupo experimental de 07 dias. No entanto, essa relação tende a voltar à

normalidade nos animais do grupo experimental de 14 dias (Tabela 2) e praticamente se iguala aos animais controle no grupo experimental de 28 dias (Tabela 2). A recuperação ou pelo menos a tentativa de recuperação da área total da cabeça da mandíbula com modificação de forma é a característica do processo para os grupos experimentais 14 e 28 dias. Carlson et al. (1978) e McNamara e Carlson (1979) medindo a espessura da cartilagem das cabeças da mandíbula em três pontos, em cortes sagitais, em condições experimentais diversas (protrusão da mandíbula) indicam modificações de espessura localizadas sem se preocupar com as de forma ou com as de área nem com as do perímetro da cabeça da mandíbula. Admitem resposta adaptativa local mais pronunciada na região posterior da cabeça da mandíbula. Além dessas considerações, a tomada de medidas em um único ponto pode ser viciada pela diversidade de orientação dos cortes.

Os valores para a mediana indicam que as cabeças da mandíbula apresentam áreas semelhantes, fato não observado para as medições do perímetro. Essa constatação nos permite aceitar, comparando-se as áreas e os perímetros que nossa metodologia se mostrou acertada, pois somente a análise das áreas nos levaria ao erro, pois, enquanto que para o primeiro não ocorrem grandes modificações, para o segundo observamos acentuado aumento durante o primeiro tempo do experimento, seguida de forte recuperação a partir do 14º dia. Se considerarmos que introduzimos alterações oclusais de igual ordem de grandeza, que atuaram sobre um elemento do sistema estomatognático - o dente, podemos aceitar que as

respostas diferiram, nas condições experimentais, para os três grupos experimentais.

A tentativa da cabeça da mandíbula em fornecer resposta adaptativa às novas condições oclusais tem seu reflexo nas modificações de área das camadas, sendo a de cartilagem e de cartilagem hipertrófica as que provavelmente exibem maiores modificações de acordo com Campos et al. (1986). Alterações desse tipo não foram encontradas por Baume e Derichsweiler (1961) que, trabalhando com macacos e utilizando plano inclinado cimentado na arcada dental, fizeram com que a mandíbula fosse guiada a uma posição mais anterior. Descrevem, sem quantificação, alterações histológicas para a camada embriogênica, registrando aumento dessa camada. A ausência de reflexo morfométrico sobre as áreas das camadas fibrosa e embriogênica, não significa que essas camadas não participaram do processo de remodelação adaptativa, mas apenas que não sofreram alterações significativas de suas áreas; a primeira por representar a cobertura fibrosa de proteção à superfície articular e a segunda por ser a fonte de fornecimento dos elementos celulares, o substrato requisitado pelas camadas de cartilagem e de cartilagem hipertrófica, dentro do processo de desenvolvimento. Esta observação é confirmada pelos estudos autoradiográficos de Blackwood (1966); Folke e Stallard (1966) em ratos e de Kanouse et al. (1969) em macacos, que demonstraram ser a camada embriogênica o principal local de proliferação celular e a camada fibrosa a que provê uma cobertura protetora para a cabeça da mandíbula.

Esta resposta adaptativa fica evidente quando observamos que no grupo experimental de 07 dias houve a maior aumento de perímetro e ainda da relação perímetro/área, podemos dizer que ocorreu maior número de diferenças entre perímetros e áreas, o que não é observado nos outros grupos experimentais. Fica claro então uma solicitação funcional mais intensa sobre as cabeças da mandíbula durante este período com ocorrência de grandes áreas de reabsorção óssea (Fig. 23). Por outro lado, essas modificações, aos 14 dias, permitem admitir estar ainda em fase de organização a resposta adaptativa, que para o período seguinte (28 dias) tende ao normal. Nossos resultados, para o grupo experimental de 07 dias, confirmam os de McNamara (1975) que alterando a oclusão, em macacos, também encontrou resposta adaptativa significante na cabeça da mandíbula, a partir da segunda semana, embora para ele, essa resposta seja máxima na 4<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup> semana para depois diminuir gradualmente. Ramfjord e Hiniker (1966), Ramfjord e Randall (1971), em macacos, também concluem que as cabeças da mandíbula são reconduzidas às condições originais após períodos mais longos de observação.

Aos sete dias após a primeira intervenção encontramos a relação perímetro/área do grupo experimental, significativamente maior que a do grupo controle, indicando que os animais tratados nesta fase evolutiva, acusaram perda de estrutura óssea e cartilaginosa, corroborada pela análise histológica.

Aos 14 e 28 dias, esta diferença desaparece, indicando regeneração das estruturas analisadas.

A importância da integridade dos incisivos no desenvolvimento normal das cabeças da mandíbula da ATM de ratos foi constatada por Simon (1977) ao notar significativa redução na espessura dessa cartilagem nos animais que sofreram remoção dos incisivos.

A análise dos dados referentes ao crescimento relativo da cabeça da mandíbula, mostra que aos 28 dias os valores são predominantemente positivos para as cabeças da mandíbula. No, entanto, para os animais controle de acordo com Campos et al. (1986) é sempre crescente a partir de 07 dias, comportamento que agora se repete para os animais experimentais, em função do animal controle de 07 dias. A tendência para valores positivos pode ser explicada, por ter sido tomado como parâmetro inicial o valor obtido para o controle de 07 dias, idade que representa, para o desenvolvimento normal, o valor máximo atingido durante a fase de crescimento relativo positivo (Fig. 18). O padrão de crescimento relativo, tomado em função do controle de 07 dias, no período 07-28 dias é ascendente, de modo geral, para todos os grupos, o que mostra um comportamento semelhante ao padrão encontrado nesse período, para animais normais por Campos, et al. (1986).

Comparando-se a metodologia por nós utilizada com a de Campos et al. (1986) verificamos que em nossa pesquisa por utilizarmos desgastes dos dentes ao invés de extração dos mesmos e ainda pelo fato de termos

utilizado dieta dura normal ao contrário de dieta pastosa e ainda por examinar somente as camadas de cartilagem, enquanto observamos osso e cartilagem, algumas observações nos são permitidas. Pudemos analisar que por extrair seis dentes (os três molares superiores e inferiores direitos) de cada rato as alterações se apresentaram mais de um lado do que de outro e por utilizarem dieta pastosa num período de observação longo (90 dias) os animais sacrificados neste período não apresentavam nenhuma alteração significativa em suas ATM em relação ao grupo controle, porém em períodos curtos observou-se exatamente o contrário do que encontramos, ou seja, havia mais crescimento nas camadas de cartilagem fibrosa e hipertrófica, enquanto em nosso trabalho havia perda tanto das estruturas cartilaginosas quanto ósseas.

As modificações de forma da superfície, e da relação perímetro/área das cabeças da mandíbula embora evidenciem diferenças entre os grupos não nos permite afirmar que sejam mudanças tão acentuadas a ponto de impedir que seja mantido, em maior ou menor grau, o equilíbrio funcional mastigatório nos animais tratados. O exame dos perfis das cabeças da mandíbula nos dá condições de admitir que, aos 07 dias, ocorre nos animais tratados um “achatamento” da cabeça da mandíbula, uma vez que para o animal controle, a relação perímetro/área é menor na região central “B” da cabeça da mandíbula e nas regiões inferior “A” e superior “C” ambas tendem a convergir para um mesmo valor para a relação perímetro/área. Indicaria este fato, que a modificação de forma para os animais experimentais não é observada para os controle, durante o período de 07 a 28 dias (Tabela 3 e

Gráficos 2, 3 e 4). Esse achatamento da cabeça da mandíbula é mencionado por Avant et al. (1952), em ratos que sofreram modificações de oclusão e foram sacrificados após 110 dias. Eles admitem estar o grau de distúrbio da ATM em relação direta com a severidade do distúrbio intermaxilar, além de evidenciarem trocas morfológicas caracterizadas por um achatamento da cabeça da mandíbula. Aos 28 dias a cabeça da mandíbula praticamente retoma sua forma, evidenciando uma remodelação adaptativa às novas condições funcionais. Isto fica evidente quando observamos o comportamento do grupo experimental de 07 dias, que sofreu as maiores alterações, sendo inclusive o que apresentou maior relação perímetro/área, para chegar aos 28 dias tendo seus valores próximos aos valores dos animais dos grupos controle. Baume e Derichsweiler. (1961) admitiram, em macacos, que o centro de crescimento da cabeça da mandíbula responde a terapia funcional, com tendência a retornar à posição de antes do tratamento, o que também é admitido por Ramfjord e Hiniker (1966).

Carlsson e Öberg (1974) mostraram que a atividade remodeladora da cabeça da mandíbula pode ser estimulada e responde de maneira a orientar o curso de remodelação, as condições impostas. Concordamos com Mongini (1977), que estudando crânios humanos, conclui estar à remodelação da cabeça da mandíbula relacionada com a mudança da dentição, além de poder ser considerada uma adaptação funcional da ATM à nova situação oclusal.

Ao analisarmos as lâminas obtidas a partir deste estudo pudemos verificar que no grupo experimental de 07 dias temos uma forte presença de osteoclastos em comparação com os animais controle do mesmo grupo, o que denota um período de intensa reabsorção óssea o que confirma os dados da análise morfométrica (Fig. 22 a 24).

Já quando observamos as imagens obtidas do grupo experimental de 14 dias o que predomina é a presença de grupos de osteoblastos em comparação com os animais controle do mesmo grupo, o que indica um período inicial de neoformação óssea o que também confirma os dados da análise morfométrica (Fig. 25 a 27).

E finalmente quando observamos as imagens obtidas do grupo experimental de 28 dias o que predomina é a presença de vários grupos de osteoblastos em comparação com os animais controle do mesmo grupo, o que nos aponta para um período avançado de neoformação óssea o que mais uma vez confirma os dados da análise morfométrica (Fig. 28 a 30).

Estas análises permitiram-nos admitir, que a cabeça da mandíbula, por processo de adaptação, sofreu uma remodelação de sua estrutura, tanto do ponto de vista morfométrico quanto morfológico/histológico, sendo as condições oclusais os determinantes do curso dessa remodelação.

## 7. Conclusões

Com base em nossos resultados e de acordo com a discussão podemos concluir que:

1- A diminuição patológica da dimensão vertical de oclusão em ratos provocou grandes modificações morfológicas e morfométricas nas áreas estudadas das cabeças da mandíbula.

2- Após um período inicial a adaptação que ocorre nessas cabeças da mandíbula se completa com um processo de remodelação que, a curto prazo, leva ao restabelecimento das funções mastigatórias, demonstrando que somente no período inicial pode ter havido prejuízo da função mastigatória dos ratos tendo em vista ter sido este o período em que foram verificadas as maiores perdas de peso nos animais, porém ainda assim não significativas do ponto de vista nutricional, não sendo observado em nenhuma outra das etapas do experimento.

3- Uma modificação de forma, caracterizada pelo desgaste da cabeça da mandíbula, ocorre durante uma primeira fase do processo de remodelação (até 07 dias) para, ao final do período experimental, e nas condições das alterações oclusais estabelecidas, praticamente não diferirem animais controles dos que sofreram desgastes.

4- A análise dos dados de remodelação permite admitir ainda que as cabeças das mandíbulas dos ratos do grupo experimental de 07 dias

sofreram as maiores alterações degenerativas neste período, e que foram se recuperando através de processos regenerativos e reparadores, para aos 14 dias já aparecerem em grande atividade óssea formadora e aos 28 dias ocupar praticamente a mesma relação perímetro/área dos animais controle.

5- As análises histológicas nos permitiram confirmar os dados obtidos á partir das análises morfométricas, demonstrando que aos 07 dias estavam presentes grandes áreas de reabsorção óssea, enquanto aos 14 dias já era possível observar a presença de osteoblastos em fase intermediária de reparação e regeneração da estrutura da cabeça da mandíbula, e aos 28 dias uma grande quantidade de osteoblastos se faz presente denotando avançada fase de reparação e regeneração tecidual da estrutura analisada.

6- Verificamos ainda que a região da cabeça da mandíbula que mais alterações sofreu durante todas as fases do experimento foi a superior/intermediária, concordando com os diversos autores consultados durante a realização deste trabalho.

## 8. Referências Bibliográficas

- AVANT, F.B.; AVERILL, C.J.; HAHN, W.E. Changes in the Temporomandibular Joints of Rats Caused by Alterations in the Intermaxillary Relationships of the Teeth. *J. Dent. Res.*, v. 31, p. 499-510, 1952.
- BJÖRK, A. – Variations in the Growth Pattern of the Human Mandible: Longitudinal Radiographic by the Implant Method. *J. Dent. Res.*; v. 42 (Supl. Nº 1), p. 1087-1098, 1991.
- BLACKWOOD, H.J.J. Cellular Remodeling in Articular Tissue. *J. Dent. Res.*, v. 45 p. 400-411, 1963.
- BAUME, L.J.; DERICHSWEILER, H. Is the Condylar Growth Center Responsive to Orthodontic Therapy? *Oral Surg.*, v.14, p. 347-354, 1961.
- BREITNER, C. Bone Changes Resulting from Experimental Orthodontic Treatment. *Amer. J. Orthod. & Oral Surg.*, v. 26, p. 521-546, 1940.
- CAMPOS, S.M.; CAMPOS, M.N.M.; CRUZ, A.R. Estudo Esteriológico (Normas Lateral e Horizontal) da Cabeça da Mandíbula de Ratos, Empregando Cortes Frontais. Morfometria da ATM. *Rev. Fac. Odont. Ribeirão Preto*, v. 22 (2), p. 45-59, jul.-dez. 1985.
- CAMPOS, S.M.; CAMPOS, M.N.M.; CRUZ, A.R. Efeitos de Alterações Oclusais sobre a Cabeça da Mandíbula de Ratos. Estudo Morfométrico sobre Projeções Estereológicas (Normas Lateral e Horizontal) á Partir de Cortes Frontais. *Rev. Fac. Odont. Ribeirão Preto*, v. 23 (1), p. 45-60, jan.-jun. 1986.
- CAMPOS, M.N.M.; CRUZ, A.R.; CAMPOS, S.M.; CARVALHO, F.R. Estudo Morfométrico da Cartilagem Condilar da Cabeça da Mandíbula de Ratos Submetidos a Alterações Oclusais. *Rev. Fac. Odont. Ribeirão Preto*, v. 23 (2), p. 198-204, jul.-dez. 1986.
- CARLSSON G.E.; ÖBERG, T. Remodeling of the Temporomandibular Joints. *Oral Sci. Rev.*, v. 6, p. 53-85, 1974.
- CARLSON, D.S.; McNAMARA, J.A.; JAUL, D.H. Histological Analysis of the Growth of the Mandibular Condyle in the Rhesus Monkey (*Macaca Mulatta*). *Amer. J. Anat.*, v. 151, p. 103-118, 1978.
- ENLOW, D. H. Crescimento Facial. 3. ed. São Paulo: Artes Médicas, 553p. Cap.18: p.441-480, 1993.

FIGÚN, M. E.; GARINO, R. R. Anatomia Odontológica Funcional e Aplicada. 2. ed. São Paulo: Panamericana, 1988, 657p. Cap. I, p. 1-29.

FOLKE, L.; STALLARD, R. Condylar Adaptation to a Change in Intermaxillary Relationship. *J. Periodont. Res.*, v.1, p. 79-89, 1966.

FURSTMAN, L. The Effect of Loss of Occlusion upon the Mandibular Joint. *Am. J. Orthod.*, v.51, p.245-61, 1965.

GRIFFIN, C. J.; HARRIS, R. Innervation of the Temporomandibular Joint. *Aust. Dent. J.*, Sydney, v.20, n.2, p.78-85, Apr. 1975.

HUANG, Q.; OPSTELTEN, D.; SAMMAN, N.; TIDEMAN, H. Experimentally Induced Unilateral Tooth Loss: Histochemical Studies of the Temporomandibular Joint. *J Dent Res*, v. 81, n.3, p. 209-213, 2002.

JOEST, E. Handbuch der Speziellen Pathologischen Anatomie der Haustiere. 3<sup>a</sup> ed., tomo V. Berlin y Hamburgo: Parey, 1967.

JUNQUEIRA, L.C.U.; CARNEIRO, J. Histologia Básica. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1985. 512p. p. 1-17.

KABUS, Z. S. Tratado de Animais Selvagens. Editora Rocco, São Paulo, 226p. , 2006.

KANOUE, M.C.; RAMFJORD, S.P.; NASJLETTI, C.E. Condylar Growth on Rhesus Monkey. *J. Dent. Res.*, v. 48, p. 1171-1176, Nov., Dec., 1969.

KARAHARJÜ-SUVANTO, T.; PELTONEN, J.; LAITINEN, O. et al. The Effect of Gradual Distraction of the Mandible on the Sheep Temporomandibular Joint. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.*, Copenhagen, v.25, n.2, p.152-156, Apr. 1996.

KILIARIDIS, S.; BRESIN, A.; HOLM, J.; STRID, K.G. Effects of Masticatory Muscle Function on Bone Mass in the Mandible of the Growing Rat. *Acta Anat.*, v. 5, p. 155-200, 1996.

LIU, C.; KANEKO, S.; SOMA, K. Effects of a Mandibular Lateral Shift on the Condyle and Mandibular Bone in Growing Rats a Morphological and Histological Study. *J. Ang. Orthod.*, v.77, n.5, p.787-793, 2007.

LIU, Z.J.; KING, G.J.; HERRING, S.W. Condylar Mineralization Following Mandibular Distraction in Rats. *J Dent Res* 85(7):653-657, 2006.

MARTINS, A. A. HETEM, S. MATHEUS, M.T.G. et al. Modificações Histológicas da Articulação Temporomandibular do Macaco-Prego (*Cebus Apella*) Adulto após a Diminuição da Dimensão Vertical de Oclusão. *Rev. Odont. UNESP*, São Paulo, v. 20, p. 89-99, 1991.

MAVROPOULOS, A.; AMMANN, P.; BRESIN, A.; KILIARIDIS, S. Masticatory Demands Induce Region-Specific Changes in Mandibular Bone Density in Growing Rats. *J. Ang. Orthod.*, v. 75, n. 4, p. 625-630, 2005.

McNAMARA Jr., J.A. Functional Adaptations in the Temporomandibular Joint. *Dent. Clin. N. Am.*, v. 19, p. 457-71, 1975.

MAcNAMARA, J.A.; CARLSON, D.S. Quantitative Analysis of TMJ Adaptations to Protrusive Function. *Am. J. Orthod.*, v. 76, p. 593-611, 1979.

McCORMICK, S. U.; CARTHY, J. G.; GRAYSON, B. H. et al. Effect of Mandibular Distraction on the Temporomandibular Joint: part I, Canine Study. *J. Craniomaxillofac. Surg.*, Edinburgh, v.6, n.5, p.358-363, Sept. 1995.

MONGINI, F. Anatomic and Clinical Evaluation of the Relationship Between the Temporomandibular Joint and Occlusion. *J. Prosthet. Dent.*, v. 38(5), p. 539-551, 1977.

MOHL, N. et al. Fundamentos de Oclusão. Rio de Janeiro: Quintessence, 449p. 1989.

MONJE, F.; DELGADO, E.; NAVARRO, M. J. et al. Changes in Temporomandibular Joint after Mandibular Subcondylar Osteotomy: an Experimental Study in Rats. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, Philadelphia, v.51, n.2, p.1221-1234, Nov. 1993.

MOORE, K.L.; DALLEY, A.F. Clinically Oriented Anatomy. 4. ed. London: Lippincott Williams & Wilkins, 1999. 501p. Cap.10, p.217-227.

MOSS, M. L. Genetics, Epigenetics and Causation. *Am. J. Orthod.*, St. Louis, v.80, n.4, p.366-375, Oct. 1981.

MOSS, M. L.; SALENTJIN, L. The Primary Role of Functional Matrices in Facial Growth. *Am. J. Orthod.*, St. Louis, v.55, n.6, p.566-577, June 1969.

MOSS, M. L.; YOUNG, R. A Functional Approach to Craniology. *Am. J. Phys. Anthropol.*, New York, v. 18, p.281- 292, 1960.

ÖBERG, T.; CARLSSON, G. E.; FAJERS, C. E. The Temporomandibular Joint. A Morphologic Study on a Human Autopsy Material. *Acta Odont. Scand.*, Malmo, v.29, n.3, p.349-384, Sept. 1971.

PETROVIC, A. G., STUTZMANN, J. J. Effects on the Rat Mandible of a Chincup-Type Appliance and of Partial or Complete Immobilization. *Proc. Finn. Dent. Soc.*, v.87, p. 85-91, 1991.

PIETROKOVSKI, J. Effects of Experimental Tooth Loss on the Squamoso-Mandibular Articulation in Rats. *Alpha Omegan*. v. 59, p. 130-5, 1970.

PONZONI, D.; PURICELLI, E. Análise Microscópica na Articulação Temporomandibular a Partir da Mudança de Direção do Vetor de Força da Mandíbula em Relação à Base do Crânio – Estudo Experimental em Coelhos (*Oryctolagus Cuniculus L.*). *Revista da Faculdade de Odontologia, Porto Alegre*, v.38, n. 1, p.23-27, jul 1997.

PURICELLI, E. Biconvex arthroplasty for the surgical treatment of the TMJ ankylosis. In: International Conference on Oral and Maxillofacial Surgery, 12, 1995. Anais. Budapest, p.115, June/July 1995.

RABIE, A.B.M.; XIONG, H.; HÄGG, U. Forward Mandibular Positioning Enhances Condylar Adaptation in Adult Rats. *Eur. Jour. Orthod.*, v. 26, n. 4, p. 353-358, 2004.

RAMFJORD, S.P.; HINEKER, J.J. Distal Displacement of the Mandible in Adult Rhesus Monkeys. *J. Prosth. Dent.*, v. 16, p. 491-502, 1966.

RAMFJORD, S.P.; RANDALL, D.E. Anterior Displacement of the Mandible in Adult Rhesus Monkeys: Long-Term Observation. *J. Prosthet. Dent.*, v. 26, p. 517-531, 1971.

SIMON, R.M. The Role of Compressive Forces in the Normal Maturation of the Condylar Cartilage in the Rat. *Acta Anat.*, v. 97, p. 351-360, 1977.

SHARAWY, M.; BHÜSSRY, B. R.; SUAREZ, F. R. Articulação Temporomandibular. In: BHASKAR, S. N. *Histologia e Embriologia de Orban*. 10. ed. São Paulo: Artes Médicas, 1989. 501p. Cap.13, p.427-437.

SOLBERG, W.K. Disfunções e Desordens Temporomandibulares. São Paulo: Santos, 1989. 139p.

SUGIYAMA, H.; KAYOU, L.; IMOTO, S.; et al. Influences of Vertical Occlusal Discrepancies on Condylar Responses and Craniofacial Growth in Growing Rats. *J. Ang. Orthod.*, v. 69, n. 4, p. 356-364, 1999.

TEN CATE, A. R. *Histologia Bucal - Desenvolvimento, Estrutura e Função*. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988. 395p. Cap.19, p.331-340: Articulação temporomandibular.

TUOMINEN, M.; KANTOMAA, T.; PIRTTINIEMI, P. Effect of Food Consistency on the Shape of the Articular Eminence and the Mandible. An Experimental Study on the Rabbit. *Acta. Odontol. Scand.*, Oslo, v.51, n.2, p.65-72, Apr. 1993.

YAMAZA, T. et al. NF- $\kappa$ B Activation and iNOS Expression in Synovitis of the Rat Temporomandibular Joints after Induced Synovitis. *J Dent Res* 82(3): 183-188, 2003.

## 9. Anexos

### Anexo 1

**TABELA 4**  
**PESO INICIAL X PESO FINAL X DIMENSÃO VERTICAL DE OCLUSÃO INICIAL X**  
**DIMENSÃO VERTICAL DE OCLUSÃO FINAL**  
29/07/2007

RATOS/DADOS	EXPERIMENTO 1			
	PESO INICIAL	PESO FINAL	DVI	DVF
RATO 1	245g	245g	13,5mm	11,5mm
RATO 2	248g	248g	13,0mm	11,0mm
RATO 3	245g	245g	14,0mm	11,0mm
RATO 4	254g	254g	13,0mm	11,0mm
RATO 5	245g	245g	14,0mm	11,5mm
RATO 6	265g	265g	14,0mm	14,0mm
RATO 7	270g	270g	14,5mm	14,5mm

Primeiro desgaste realizado

RATOS/DADOS	EXPERIMENTO 2			
	PESO INICIAL	PESO FINAL	DVI	DVF
RATO 1	275g	275g	14,5mm	11,5mm
RATO 2	210g	210g	13,5mm	11,5mm
RATO 3	265g	265g	13,5mm	11,5mm
RATO 4	260g	260g	13,0mm	11,5mm
RATO 5	240g	240g	14,0mm	11,0mm
RATO 6	275g	275g	13,0mm	13,0mm
RATO 7	285g	285g	13,5mm	13,5mm

Primeiro desgaste realizado

RATOS/DADOS	EXPERIMENTO 3			
	PESO INICIAL	PESO FINAL	DVI	DVF
RATO 1	236g	236g	14,0mm	12,0mm
RATO 2	255g	255g	13,0mm	10,0mm
RATO 3	256g	256g	13,5mm	10,5mm
RATO 4	256g	256g	14,0mm	12,0mm
RATO 5	255g	255g	13,0mm	11,0mm
RATO 6	290g	290g	14,5mm	14,5mm
RATO 7	280g	280g	13,5mm	13,5mm

Primeiro desgaste realizado

## Anexo 2

**TABELA 5**  
**PESO INICIAL X PESO FINAL X DIMENSÃO VERTICAL DE OCCLUSÃO INICIAL X**  
**DIMENSÃO VERTICAL DE OCCLUSÃO FINAL**  
05/08/2007

RATOS/DADOS	EXPERIMENTO 1			
	PESO INICIAL	PESO FINAL	DVI	DVF
RATO 1	229g	229g	11,5mm	11,5mm
RATO 2	234g	234g	11,0mm	11,0mm
RATO 3	248g	248g	11,0mm	11,0mm
RATO 4	221g	221g	11,0mm	11,0mm
RATO 5	260g	260g	12,0mm	12,0mm
RATO 6	245g	245g	14,0mm	14,0mm
RATO 7	220g	220g	14,5mm	14,5mm

Este grupo foi sacrificado nesta data

RATOS/DADOS	EXPERIMENTO 2			
	PESO INICIAL	PESO FINAL	DVI	DVF
RATO 1	258g	258g	11,5mm	11,5mm
RATO 2	208g	208g	11,5mm	11,5mm
RATO 3	238g	238g	11,5mm	11,5mm
RATO 4	237g	237g	11,5mm	11,5mm
RATO 5	222g	222g	11,0mm	11,0mm
RATO 6	265g	265g	13,0mm	13,0mm
RATO 7	288g	288g	13,5mm	13,5mm

Segundo desgaste realizado

RATOS/DADOS	EXPERIMENTO 3			
	PESO INICIAL	PESO FINAL	DVI	DVF
RATO 1	240g	240g	12,0mm	12,0mm
RATO 2	230g	230g	11,0mm	10,0mm
RATO 3	259g	259g	11,0mm	10,5mm
RATO 4	250g	250g	12,0mm	12,0mm
RATO 5	256g	256g	11,0mm	11,0mm
RATO 6	292g	292g	14,5mm	14,5mm
RATO 7	286g	286g	13,5mm	13,5mm

Segundo desgaste realizado

### Anexo 3

**TABELA 6**  
**PESO INICIAL X PESO FINAL X DIMENSÃO VERTICAL DE OCLUSÃO INICIAL X**  
**DIMENSÃO VERTICAL DE OCLUSÃO FINAL**  
12/08/2007

<b>RATOS/DADOS</b>	<b>EXPERIMENTO 1</b>			
	<b>PESO INICIAL</b>	<b>PESO FINAL</b>	<b>DVI</b>	<b>DVF</b>
RATO 1				
RATO 2				
RATO 3				
RATO 4				
RATO 5				
RATO 6				
RATO 7				

Este grupo foi sacrificado no dia 05/08/2007

<b>RATOS/DADOS</b>	<b>EXPERIMENTO 2</b>			
	<b>PESO INICIAL</b>	<b>PESO FINAL</b>	<b>DVI</b>	<b>DVF</b>
RATO 1	260g	260g	11,5mm	11,5mm
RATO 2	215g	215g	11,5mm	11,5mm
RATO 3	227g	227g	11,5mm	11,5mm
RATO 4	240g	240g	11,5mm	11,5mm
RATO 5	236g	236g	11,0mm	11,0mm
RATO 6	280g	280g	13,0mm	13,0mm
RATO 7	289g	289g	13,5mm	13,5mm

Este grupo foi sacrificado nesta data

<b>RATOS/DADOS</b>	<b>EXPERIMENTO 3</b>			
	<b>PESO INICIAL</b>	<b>PESO FINAL</b>	<b>DVI</b>	<b>DVF</b>
RATO 1	236g	236g	12,0mm	12,0mm
RATO 2	255g	255g	11,0mm	10,0mm
RATO 3	256g	256g	11,5mm	10,5mm
RATO 4	256g	256g	12,5mm	12,0mm
RATO 5	255g	255g	11,0mm	11,0mm
RATO 6	290g	290g	14,5mm	14,5mm
RATO 7	280g	280g	13,5mm	13,5mm

Terceiro desgaste realizado

## Anexo 4

**TABELA 7**  
**PESO INICIAL X PESO FINAL X DIMENSÃO VERTICAL DE OCLUSÃO INICIAL X**  
**DIMENSÃO VERTICAL DE OCLUSÃO FINAL**  
19/08/2007

<b>RATOS/DADOS</b>	<b>EXPERIMENTO 1</b>			<b>DVI</b>	<b>DVF</b>
	<b>PESO INICIAL</b>	<b>PESO FINAL</b>			
RATO 1					
RATO 2					
RATO 3					
RATO 4					
RATO 5					
RATO 6					
RATO 7					

Este grupo foi sacrificado no dia 05/08/2007

<b>RATOS/DADOS</b>	<b>EXPERIMENTO 2</b>			<b>DVI</b>	<b>DVF</b>
	<b>PESO INICIAL</b>	<b>PESO FINAL</b>			
RATO 1					
RATO 2					
RATO 3					
RATO 4					
RATO 5					
RATO 6					
RATO 7					

Este grupo foi sacrificado no dia 12/08/2007

<b>RATOS/DADOS</b>	<b>EXPERIMENTO 3</b>			<b>DVI</b>	<b>DVF</b>
	<b>PESO INICIAL</b>	<b>PESO FINAL</b>			
RATO 1	236g	236g		12,0mm	12,0mm
RATO 2	255g	255g		10,0mm	10,0mm
RATO 3	256g	256g		10,5mm	10,5mm
RATO 4	256g	256g		12,0mm	12,0mm
RATO 5	255g	255g		11,0mm	11,0mm
RATO 6	290g	290g		14,5mm	14,5mm
RATO 7	280g	280g		13,5mm	13,5mm

Este grupo foi sacrificado nesta data

## Anexo 5

### ANÁLISE ESTATÍSTICA PARA COMPARAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS APRESENTADOS NAS TABELAS 3, 4, 5 E 6.

Comparação entre resultados de uma única variável com leituras em 0, 7, 14 e 28 dias de experimento.

Teste t-Student (teste não pareado) comparação entre dois valores (\*) valores significativos

- 1) Peso dos animais
  - a. Experimento 1
    - i. Peso inicial:  $253,14 \pm 16,86$
    - ii. Peso final:  $236,71 \pm 23,29$
    - iii. Significância:  $p=0,0325 (*)$
  - b. Experimento 2
    - i. Peso inicial:  $258,57 \pm 25,77$
    - ii. Peso final:  $249,57 \pm 27,59$
    - iii. Significância:  $p=0,5401$
  - c. Experimento 3
    - i. Peso inicial:  $261,14 \pm 18,022$
    - ii. Peso final:  $261,14 \pm 18,022$
    - iii. Significância:  $p=1$
- 2) Dimensão vertical de oclusão
  - a. Experimento 1
    - i. DVO inicial:  $13,71 \pm 0,56$
    - ii. DVO final:  $12,14 \pm 1,49$
    - iii. Significância:  $p=0,023 (*)$
  - b. Experimento 2
    - i. DVO inicial:  $13,57 \pm 0,53$
    - ii. DVO final:  $11,92 \pm 0,93$
    - iii. Significância:  $p=0,0016 (*)$
  - c. Experimento 3
    - i. DVO inicial:  $13,64 \pm 0,55$
    - ii. DVO final:  $12,35 \pm 1,72$
    - iii. Significância:  $p=0,0851$

## Anexo 6

**TABELA 8**  
**COMPRIMENTO INICIAL DOS INCISIVOS X COMPRIMENTO FINAL X DIFERENÇA**  
**29/07/2007**

RATOS/DADOS	EXPERIMENTO 1			DIFERENÇA
	COMPRIMENTO INICIAL INCISIVOS INFERIORES	COMPRIMENTO FINAL INCISIVOS INFERIORES		
RATO 1	8,0mm	1,2mm		6,8mm
RATO 2	8,5mm	1,0mm		7,5mm
RATO 3	8,3mm	1,1mm		7,2mm
RATO 4	8,4mm	1,3mm		7,1mm
RATO 5	8,0mm	1,1mm		6,9mm
RATO 6	8,2mm	8,2mm		-
RATO 7	8,0mm	8,0mm		-

Primeiro desgaste realizado

RATOS/DADOS	EXPERIMENTO 2			DIFERENÇA
	COMPRIMENTO INICIAL INCISIVOS INFERIORES	COMPRIMENTO FINAL INCISIVOS INFERIORES		
RATO 1	8,3mm	1,4mm		6,9mm
RATO 2	8,2mm	1,3mm		6,9mm
RATO 3	8,1mm	1,1mm		7,0mm
RATO 4	8,5mm	1,2mm		7,3mm
RATO 5	8,0mm	1,0mm		7,0mm
RATO 6	8,0mm	8,0mm		-
RATO 7	8,4mm	8,4mm		-

Primeiro desgaste realizado

RATOS/DADOS	EXPERIMENTO 3			DIFERENÇA
	COMPRIMENTO INICIAL INCISIVOS INFERIORES	COMPRIMENTO FINAL INCISIVOS INFERIORES		
RATO 1	8,1mm	1,3mm		6,8mm
RATO 2	8,5mm	1,2mm		7,3mm
RATO 3	8,2mm	1,4mm		7,2mm
RATO 4	8,0mm	1,1mm		6,9mm
RATO 5	8,4mm	1,2mm		7,2mm
RATO 6	8,0mm	8,0mm		-
RATO 7	8,3mm	8,3mm		-

Primeiro desgaste realizado

## Anexo 7

**TABELA 9**  
COMPRIMENTO INICIAL DOS INCISIVOS X COMPRIMENTO FINAL X DIFERENÇA  
05/08/2007

RATOS/DADOS	EXPERIMENTO 1		
	COMPRIMENTO INICIAL INCISIVOS INFERIORES	COMPRIMENTO FINAL INCISIVOS INFERIORES	DIFERENÇA
RATO 1	7,2mm	7,2mm	-
RATO 2	7,1mm	7,1mm	-
RATO 3	7,3mm	7,3mm	-
RATO 4	8,0mm	8,0mm	-
RATO 5	7,4mm	7,4mm	-
RATO 6	8,0mm	8,0mm	-
RATO 7	8,1mm	8,1mm	-

Este grupo foi sacrificado nesta data

RATOS/DADOS	EXPERIMENTO 2		
	COMPRIMENTO INICIAL INCISIVOS INFERIORES	COMPRIMENTO FINAL INCISIVOS INFERIORES	DIFERENÇA
RATO 1	7,1mm	1,3mm	5,8mm
RATO 2	7,4mm	1,3mm	6,1mm
RATO 3	7,3mm	1,1mm	6,2mm
RATO 4	7,2mm	1,2mm	6,0mm
RATO 5	7,6mm	1,0mm	6,6mm
RATO 6	7,8mm	7,8mm	-
RATO 7	8,1mm	8,1mm	-

Segundo desgaste realizado

RATOS/DADOS	EXPERIMENTO 3		
	COMPRIMENTO INICIAL INCISIVOS INFERIORES	COMPRIMENTO FINAL INCISIVOS INFERIORES	DIFERENÇA
RATO 1	7,3mm	1,2mm	6,1mm
RATO 2	7,1mm	1,2mm	5,9mm
RATO 3	7,4mm	1,1mm	6,3mm
RATO 4	7,3mm	1,1mm	6,2mm
RATO 5	7,1mm	1,2mm	5,9mm
RATO 6	8,1mm	8,1mm	-
RATO 7	8,0mm	8,0mm	-

Segundo desgaste realizado

## Anexo 8

**TABELA 10**  
COMPRIMENTO INICIAL DOS INCISIVOS X COMPRIMENTO FINAL X DIFERENÇA  
12/08/2007

RATOS/DADOS	EXPERIMENTO 1		
	COMPRIMENTO INICIAL INCISIVOS INFERIORES	COMPRIMENTO FINAL INCISIVOS INFERIORES	DIFERENÇA
RATO 1	-	-	-
RATO 2	-	-	-
RATO 3	-	-	-
RATO 4	-	-	-
RATO 5	-	-	-
RATO 6	-	-	-
RATO 7	-	-	-

Este grupo foi sacrificado 05/08/2007

RATOS/DADOS	EXPERIMENTO 2		
	COMPRIMENTO INICIAL INCISIVOS INFERIORES	COMPRIMENTO FINAL INCISIVOS INFERIORES	DIFERENÇA
RATO 1	6,3mm	6,3mm	-
RATO 2	6,8mm	6,8mm	-
RATO 3	6,2mm	6,2mm	-
RATO 4	6,1mm	6,1mm	-
RATO 5	6,4mm	6,4mm	-
RATO 6	7,9mm	7,9mm	-
RATO 7	8,3mm	8,3mm	-

Este grupo foi sacrificado nesta data

RATOS/DADOS	EXPERIMENTO 3		
	COMPRIMENTO INICIAL INCISIVOS INFERIORES	COMPRIMENTO FINAL INCISIVOS INFERIORES	DIFERENÇA
RATO 1	6,3mm	1,4mm	4,9mm
RATO 2	6,1mm	1,0mm	5,1mm
RATO 3	6,4mm	1,2mm	5,2mm
RATO 4	6,3mm	1,1mm	5,2mm
RATO 5	6,1mm	1,2mm	5,9mm
RATO 6	8,3mm	8,3mm	-
RATO 7	8,1mm	8,1mm	-

Terceiro desgaste realizado

## Anexo 9

**TABELA 11**  
COMPRIMENTO INICIAL DOS INCISIVOS X COMPRIMENTO FINAL X DIFERENÇA  
19/08/2007

RATOS/DADOS	EXPERIMENTO 1		
	COMPRIMENTO INICIAL INCISIVOS INFERIORES	COMPRIMENTO FINAL INCISIVOS INFERIORES	DIFERENÇA
RATO 1	-	-	-
RATO 2	-	-	-
RATO 3	-	-	-
RATO 4	-	-	-
RATO 5	-	-	-
RATO 6	-	-	-
RATO 7	-	-	-

Este grupo foi sacrificado 05/08/2007

RATOS/DADOS	EXPERIMENTO 2		
	COMPRIMENTO INICIAL INCISIVOS INFERIORES	COMPRIMENTO FINAL INCISIVOS INFERIORES	DIFERENÇA
RATO 1	-	-	-
RATO 2	-	-	-
RATO 3	-	-	-
RATO 4	-	-	-
RATO 5	-	-	-
RATO 6	-	-	-
RATO 7	-	-	-

Este grupo foi sacrificado 12/08/2007

RATOS/DADOS	EXPERIMENTO 3		
	COMPRIMENTO INICIAL INCISIVOS INFERIORES	COMPRIMENTO FINAL INCISIVOS INFERIORES	DIFERENÇA
RATO 1	6,1mm	6,1mm	-
RATO 2	6,1mm	6,1mm	-
RATO 3	6,0mm	6,0mm	-
RATO 4	6,0mm	6,0mm	-
RATO 5	6,1mm	6,1mm	-
RATO 6	8,2mm	8,2mm	-
RATO 7	8,3mm	8,3mm	-

Este grupo foi sacrificado nesta data

**Anexo 10****ANÁLISE ESTATÍSTICA PARA COMPARAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS APRESENTADOS NAS TABELAS 7, 8, 9 E 10.**

Comparação entre resultados de uma única variável com leituras em 0, 7, 14 e 28 dias de experimento.

Teste t-Student (teste pareado) comparação entre dois valores  
(\*) valores significativos

- 3) Comprimento dos incisivos (CI)
  - a. Experimento 1
    - i. CI inicial:  $8,20 \pm 0,21$
    - ii. CI final:  $7,58 \pm 0,43$
    - iii. Significância:  $p= 0,018$  (\*)
    - iv. Diferença inicial:  $7,10 \pm 0,27$
    - v. Diferença final: 0,00
    - vi. Significância:  $p=0,001$  (\*)
  - b. Experimento 2
    - i. CI inicial:  $8,21 \pm 0,19$
    - ii. CI final:  $6,85 \pm 0,88$
    - iii. Significância:  $p=0,007$  (\*)
    - iv. Diferença inicial:  $7,02 \pm 0,16$
    - v. Diferença final: 0,00
    - vi. Significância:  $p=0,001$  (\*)
  - c. Experimento 3
    - i. CI inicial:  $8,21 \pm 0,19$
    - ii. CI final:  $6,68 \pm 1,07$
    - iii. Significância:  $p=0,011$  (\*)
    - iv. Diferença inicial:  $7,08 \pm 0,21$
    - v. Diferença final: 0,00
    - vi. Significância:  $p=0,001$  (\*)

**Anexo 11****DECLARAÇÃO**

Declaro que a dissertação de Manuel Eduardo Moioli Rodrigues, intitulada Estudo das Alterações Morfológicas e Morfométricas das Cabeças da Mandíbula em Roedores Adultos após a Diminuição da Dimensão Vertical de Oclusão, foi revisada gramaticalmente.

Rio de Janeiro, 22 de Outubro de 2007.



Ernesto Ramos Malvar  
Fone: (21) 2467-4241

