

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO - NÍVEL MESTRADO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM CLÍNICA ODONTOLÓGICA
ÊNFASE EM RADIOLOGIA**

**ESTUDO COMPARATIVO DE PERDA E REPARAÇÃO ÓSSEA
ALVEOLAR EM CAMUNDONGOS SUBMETIDOS A
DESCOLAMENTO MUCOPERIOSTAL EXPOSTOS E NÃO
EXPOSTOS À RADIAÇÃO X**

Cláudio Affonso Lermen

Porto Alegre, Outubro de 2007.

Cláudio Affonso Lermen

ESTUDO COMPARATIVO DE PERDA E REPARAÇÃO ÓSSEA
ALVEOLAR EM CAMUNDONGOS SUBMETIDOS A
DESCOLAMENTO MUCOPERIOSTAL EXPOSTOS E NÃO
EXPOSTOS À RADIAÇÃO X

Linha de Pesquisa: Diagnóstico das Afecções Buco-Faciais

Dissertação realizada como parte
dos pré-requisitos para obtenção do
título de Mestre em Clínica
Odontológica, ênfase em Radiologia.
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Heloísa Dias
da Silveira

Porto Alegre, Outubro de 2007.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todas as pessoas que direta, ou indiretamente, fizeram parte de minha vida neste período de desenvolvimento e conclusão desta dissertação:

À Luciane Bertotto, minha noiva e futura esposa, pelo estímulo, paciência e amor a mim dedicado;

Ao meu pai, Paulo Affonso Lermen, exemplo de caráter, conselheiro em todas as horas e inspiração na busca por meus objetivos;

À minha mãe, Martha Gonçalves Cogno, que apesar da distância está sempre presente em minha vida e cumpriu papel fundamental na minha educação;

À minha irmã Paula Cogno Lermen, pela amizade e pela revisão deste texto;

Ao Professor Reni Dalla-Bona, com quem aprendi inúmeras lições da rotina de um Cirurgião-Dentista;

Aos colegas Heraldo Dias da Silveira e Gabriela Liedke, pelas parcerias e ajudas mútuas;

Ao C.D. Roger Genesini, pelas extensas horas de convívio no desenvolvimento de atividades laboratoriais;

Às Professoras Dalva Padilha e Ana Fossati, pela disponibilidade em auxiliar sempre que solicitadas;

À Isabel da Silva Lauxen, do Laboratório de Patologia da UFRGS, por colaborar através da inclusão e armazenamento das peças;

As bibliotecárias Norma e Heloísa, pela presteza e eficácia na obtenção de dados necessários a esta pesquisa;

À todos os professores do Programa de Pós-Graduação e a coordenação do PPGO.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

A Profa. Heloísa Dias da Silveira, pela dedicação com que trata todo e qualquer assunto relacionado a esta instituição. Por contribuir significativamente na minha formação profissional e acadêmica e solidificar meus primeiros passos no campo da pesquisa científica.

RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo estudar o efeito da radiação X, em baixas doses, nos processos de perda e reparação óssea alveolar em camundongos submetidos à cirurgia de retalho mucoperiosteal. O processo de perda óssea alveolar é um fenômeno comum em todos os indivíduos, entretanto, sabe-se que o descolamento da mucosa nesta região estimula tal fenômeno. Sabendo dos efeitos biológicos da radiação X sobre os tecidos, procurou-se analisar a possível interferência de ação da mesma como agente adicional a este processo. Foram utilizados 72 camundongos CF 1 *Mus Domesticus* divididos em grupo teste (expostos à quatro doses semanais de 0,002C/Kg de radiação) e controle (não expostos à radiação). Os resultados mostraram, segundo análises estatísticas, utilizando o teste Kruskal Wallis e teste U de Mann-Whitney, que não houve diferença significativa, considerando $p= 0,05$, em relação a perda e reparação óssea alveolar entre o grupo teste e controle. Pôde-se concluir que dose de radiação compatível com exames de investigação por imagem, por um período de quatro semanas, não altera os padrões de reabsorção e reparação óssea alveolar em camundongos submetidos à cirurgia de retalho mucoperiosteal.

Palavras Chave: Radiação X, Perda Óssea Alveolar, Retalho Mucoperiosteal.

ABSTRACT (CORRIGIR)

This research aims to study the effects of x-radiation, in low doses, to the alveolar bone loss and repair processes in mice submitted to surgical mucoperiosteal flap. Alveolar bone loss is common to all individuals, but it is known that the displacement of the mucosa stimulates the phenomenon. In order to analyze x-radiation as an additional agent to this process of loss and repair, 72 CF 1 *Mus Domesticus* mice were divided into experimental group (exposed to radiation) and test group (not exposed to radiation) at a dose of 0,002C/Kg. The results showed no significant difference in alveolar bone loss and repair comparing the experimental and the test groups, considering $p = 0,05$. It is possible to conclude, therefore, that low doses of radiation during a period of four weeks does not alter the patterns of alveolar bone loss and repair in mice submitted to surgical mucoperiosteal flap.

Key Words: X Radiation, Alveolar Bone Loss, Mucoperiosteal Flap.

LISTA DE ABREVIATURAS

C – Coulomb

cm – Centímetro

DNA – Ácido Desoxirribonucléico

g – Gramas

Gy – Gray

Kg – Quilograma

kVp – Quilovoltagem

mA – Miliamperes

mGy - Miligray

ml – Mililitro

mm - Milímetro

R – Röntgen

RNA – Ácido Ribonucléico

SUMÁRIO

1. ANTECEDENTES E JUSTIFICATIVA	9
1.1. RADIAÇÃO X	9
1.2. REABSORÇÃO ÓSSEA INDUZIDA NO OSSO ALVEOLAR	15
1.3. ROEDORES COMO MODELOS DE ESTUDO	18
2. OBJETIVOS	20
2.1. OBJETIVO GERAL	20
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
3. METODOLOGIA	21
3.1. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	21
3.2. AMOSTRA	21
3.3. EXPERIMENTO	22
3.4. CALIBRAGEM E CEGAMENTO	27
3.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA	28
3.7. CONSIDERAÇÕES ÉTICAS	28
4. RESULTADOS	29
5. DISCUSSÃO	33
6. CONCLUSÃO	38
REFERÊNCIAS	39
ANEXOS	44

1. ANTECEDENTES E JUSTIFICATIVAS

1.1. RADIAÇÃO X

Os efeitos biológicos da radiação X têm sido exaustivamente estudados, e os resultados comprovam os efeitos deletérios, temporários ou não, deste tipo de radiação sobre os tecidos. Sabendo-se disso, cada vez mais se tem dado ênfase ao uso racional de doses de radiação, evitando assim a exposição desnecessária de indivíduos à radiação. A possibilidade do uso da radiação X provocar efeitos deletérios nos organismos vivos verificou-se quase que imediatamente após a sua descoberta. Por outro lado, intensificou-se o emprego das radiações em diferentes campos, como radiodiagnóstico, radioterapia, na pesquisa científica, na indústria, criando então um dilema: “Os benefícios justificariam os riscos?” Pode-se responder afirmativamente, desde que se possa minimizar as doses de exposição aos pacientes, sem deixar de obter a informação diagnóstica. Relacionando a dose ao ritmo de aplicação, pode-se classificar as doses de radiações em agudas e crônicas. Exposições agudas representariam grandes doses aplicadas em um curto espaço de tempo, enquanto as exposições crônicas seriam pequenas quantidades de radiação distribuídas por um longo período (FREITAS, ROSA e SOUZA, 2004).

Os efeitos biológicos deletérios da radiação ionizante podem atingir tanto o material genético como estruturas do citoplasma. Tais efeitos podem envolver

tanto células germinativas como somáticas. No primeiro caso, o indivíduo poderá transmitir o dano à sua descendência. Já no caso das células somáticas o clone resultante das mitoses da célula danificada carregará a alteração (LANGLAND e LANGLAND, 2002).

Os danos estocásticos dos raios X são aqueles causados pela casualidade dos acontecimentos que sucedem aos processos primários de reparação, caracterizados pelo fato de que a dose crescente não aumenta o grau do malefício, mas a freqüência de seu aparecimento. Um único processo de ionização pode ser suficiente para danificar irreparavelmente uma célula. Enquanto o dano não estocástico é provocado a partir de uma dose de valor limítrofe que suplanta a fronteira da capacidade de reparação de um tecido, a amplitude do dano aumenta com o valor da dose em que, naturalmente, também cresce o risco de dano adicional pela casualidade. No território celular, os danos não-estocásticos e estocásticos, devido às radiações, praticamente se sobrepõem e só podem ser diferenciados um do outro teoricamente. O tecido indiferenciado é significativamente mais sensível aos raios X do que o diferenciado, e o mesmo raciocínio é válido para células que têm alta atividade mitótica. Células com atividade e diferenciação diversas mostram, segundo a lei de Bergonié e Tribondeau, uma sensibilidade variável aos raios X (PASLER e VISSER, 2001).

A radiosensibilidade pode ser modificada por outros fatores além da atividade mitótica e grau de diferenciação celular. Dentre estes fatores, pode-se destacar o metabolismo celular e a vascularização. Células com alta atividade metabólica necessitam maior suprimento de oxigênio, o que, para as radiações ionizantes pode significar um aumento de radiosensibilidade de até três vezes.

Com o aumento da vascularização, ocorrerá uma superoxigenação, que poderá tornar o tecido mais sensível, devido à presença de radicais oxidantes (FREITAS, ROSA e SOUZA, 2004).

Os efeitos das radiações ionizantes sobre o organismo podem ser físicos e químicos, resultando em modificação da morfologia e função. Torna-se fácil o entendimento de tais efeitos se raciocinarmos em função da molécula de água, até porque esta compõe 80% do organismo, sendo, portanto mais afetada. Quando uma molécula recebe o impacto de um fóton de raios X, ela pode perder um elétron de um de seus átomos e tornar-se um íon H_2O^+ instável. O elétron livre pode ser anexado a outra molécula de H_2O resultando em outro íon instável H_2O^- . Ambos esses íons instáveis são transformados em inúmeros radicais altamente reativos. Todo esse processo de reações ocorre em frações de segundo e continuam rapidamente, com os radicais reagindo entre si ou com outras moléculas, isto é, proteínas, lipídios, carboidratos, hormônios, ácidos nucleicos (RNA e DNA), etc. Este processo pode ser dividido teoricamente em três fases: a fase física refere-se à fase em que o impacto dos fótons leva à formação de íons instáveis; a fase físico-química seria aquela da formação dos radicais livres; e a última fase seria puramente química, na qual os radicais reagem entre si com outras moléculas (ALVARES e TAVANO, 1998).

Frente à radiação, as células podem sofrer alterações morfológicas ou funcionais. As alterações morfológicas sofridas pelo núcleo celular são: picnose, vacuolização e fragmentação dos cromossomos. Já no citoplasma, podemos observar vacuolização, desintegração das mitocôndrias e do complexo de Golgi. Entre as alterações funcionais, pode-se encontrar:

distúrbios de motilidade, de metabolismo e reprodução celular, podendo estas alterações ser do tipo reversível, condicional ou irreversível (FREITAS, ROSA e SOUZA, 2004).

O exame ao microscópio de células recentemente irradiadas não revela alterações morfológicas importantes, as quais se tornam evidenciáveis com o aumento do tempo transcorrido entre a irradiação e o exame. Assim, a absorção da energia veiculada pela radiação conduz a uma série de reações químicas, em cadeia, sendo o primeiro degrau uma alteração molecular, e, o último, a exteriorização da lesão, resultando, por exemplo, na supressão de uma função celular ou na morte desta célula (MAURIELLO, OVERMAN e PLATIN, 1995).

Experimentalmente não tem sido possível estabelecer uma dose de segurança (dose abaixo da qual os efeitos estocásticos não se desenvolvem). Dessa forma, assume-se que não existe uma dose limiar, e que cada exposição à radiação ionizante leva à possibilidade de induzir um efeito estocástico. Quanto menor a dose de radiação, menor a probabilidade de dano celular (WHAITES, 2003).

Com base no princípio ALARA (“As low as reasonably achievable”) o American Dental Association Council on Scientific Affairs (2006) indica que os cirurgiões-dentistas devem desenvolver e implementar programas de proteção radiológica, com permanentes atualizações, possibilitando a diminuição das doses de exposição de seus pacientes à radiação X.

A importância e a frequência do uso da radiação X na Odontologia é evidente uma vez que esta é responsável por, aproximadamente, 20% do total

de exames radiográficos realizados no Brasil e cerca de 22% em escala mundial (PASLER e VISSER, 2001; YANCOVENCO, 2001).

Pacientes irradiados terapêuticamente para doenças de cabeça e pescoço, bem como pacientes expostos à radiação em níveis de diagnóstico tem a incidência de tumores de glândulas salivares aumentada, principalmente em pacientes que se submeteram a exames dentários completos antes dos 20 anos. Estudos epidemiológicos realizados nos Estados Unidos no final da década de 80 demonstraram que 85% da exposição da glândula parótida à radiação provém de exames radiográficos odontológicos, e aproximadamente 15% dos casos de câncer nessas glândulas estão relacionados a doses de radiação utilizadas com fins diagnósticos (PRESTON-MARTIN e WHITE, 1990).

Hujoel et al. (2004), em estudo populacional, utilizando informações contidas em prontuários médicos, no estado de Washington- E.U.A., entre os anos de 1993 e 2000 procurou estabelecer uma relação entre a radiação X, em doses utilizadas regularmente na prática odontológica, e o nascimento de crianças de baixo. Relacionou tal fato à radiação que incide sobre a tireóide, da mãe, órgão sabidamente radiosensível.

Hujoel et al. (2006) levantaram dados de 325 crianças em tratamento ortodôntico há um ano ou mais e descobriram que foram realizadas em média 7 radiografias extra-bucais e 20 intra-bucais, sendo que pouco mais de 10% apresentavam uma real justificativa para serem solicitadas, como por exemplo, radiografias pré-cirúrgicas.

Lamers et al (2005), estudando o efeito da radiação em pequenas doses, sobre os filamentos de actina das glândulas parótidas em ratos, realizou

um experimento expondo um grupo de animais a 12 R, e outro a 36 R, sendo um terceiro grupo não irradiado. Os animais foram sacrificados 4, 8 e 24 horas após a irradiação, sendo que os efeitos desta já puderam ser observados no momento 4 horas. A exposição de 36 R aparentemente desorganizou os filamentos de actina das células acinares, aumentando o volume celular, enquanto a exposição de 12 R teve pouco efeito sobre o citoesqueleto de actina. Os autores concluem que a radiação X, mesmo em doses muito abaixo das terapêuticas, pode resultar em danos nas glândulas parótidas.

Nas fases precoces da remodelação de implantes dentários osseointegrados, procedimentos radiográficos são pouco indicadas devido aos efeitos adversos da radiação ionizante na cicatrização e remodelação óssea (VON KRAMMER, 1994).

Dalla-Bona (2005), estudando o efeito da radiação X ao longo do envelhecimento em camundongos observou que a radiação X em doses baixas e periódicas diminui o crescimento mandibular e o índice de sobrevivência destes animais.

Bóscolo et al (2000) avaliando o efeito de baixas doses de radiação X na cicatrização de feridas cirúrgicas suturadas e não suturadas no dorso de ratos, perceberam que no grupo irradiado houve um retardo no processo de cicatrização.

Em seres humanos, a maior parte dos estudos é realizada em populações que receberam altas doses de radiação, por exemplo, cidadãos japoneses das cidades bombardeadas pelas bombas atômicas (WHITE, 1992).

Casos de altas doses de radiação, como as utilizadas em radioterapias também tem recebido atenção especial. O fenômeno da osseointegração, em

mandíbulas de cães irradiados foi observado com dose total de 43 Gy, e os autores concluíram que em casos de radioterapia os implantes devem ser colocados posteriormente à irradiação (BRASSEUR et al., 2006).

Estudos celulares e moleculares monitorando os efeitos da radiação em doses abaixo de 1 Gy são pouco freqüentes (DARE et al., 1997).

1.2. REABSORÇÃO ÓSSEA INDUZIDA NO OSSO ALVEOLAR

O processo de perda óssea alveolar em ratos é um fenômeno rotineiro, observado em diversos estudos, ao longo do envelhecimento do animal (BELTING, 1953; MESSER, 1980).

Diversas maneiras de promover e estudar a reabsorção óssea alveolar e formas de controlá-la ou tratá-la, são realizadas por diferentes pesquisadores. Dentre estas, estão procedimentos cirúrgicos como retalho e descolamento mucoperiostal (YAFFE, FINE e BINDERMAN, 1994; YAFFE et al., 2000; BINDERMAN, ADUT e YAFFE, 2000; BINDERMAN et al., 2001).

Em um estudo utilizando 60 ratos Wistar com o objetivo de observar o fenômeno da reabsorção óssea alveolar após a realização de cirurgia de descolamento do retalho mucoperiósteo na região de molares na mandíbula, Yaffe, Fine e Binderman (1994) observaram que a maior parte da atividade de reabsorção ocorre durante a primeira semana, pois ocorre uma perda de retenção do cálcio na ordem de 22% para corrente sanguínea, o que acarreta em posterior perda da matriz óssea. Tanto no aspecto histológico quanto nas micro-radiografias ocorreu o fenômeno de reabsorção acelerada e esta reabsorção foi mais acentuada, no grupo experimental no qual o descolamento

mucoperiósteo foi realizado nas regiões vestibular e lingual. O mesmo estudo demonstrou que o osso alveolar do grupo teste, após 120 dias da realização do procedimento cirúrgico, atingiu os mesmos níveis observados no grupo controle. Os autores concluíram que o fenômeno de reabsorção acelerada após o procedimento de descolamento enfatiza a extensão da atividade de reabsorção em uma fase primária.

Ao realizar-se o descolamento do retalho mucoperiostal, durante o procedimento de dissecação, os tecidos moles da papila gengival, incluindo os feixes de fibras colágenas, são incisados e o periósteo é separado do osso alveolar, particularmente na área de união gengival, estendendo-se à área da junção mucogengival (YAFFE et al., 2000). O rompimento das fibras colágenas do periósteo marginal desencadeia a atuação dos fibroblastos, que residem nas fibras, a iniciarem a cascata de eventos e interações celulares, promovendo a reabsorção óssea alveolar. Considerável quantidade de atividade osteoclástica é evidenciada junto a toda extensão de osso alveolar e por toda a superfície do ligamento periodontal (YAFFE, FINE e BINDERMAN, 1994; BINDERMAN et al., 2001). Uma significativa perda óssea é iniciada no ligamento periodontal quando a gengiva marginal é cortada e o retalho mucoperiósteo é separado pelo acesso coronal (BINDERMAN et al., 2001). Esta atividade de reabsorção ocorre no osso adjacente aos dentes da mandíbula do rato nos 21 dias seguintes à cirurgia de descolamento do retalho mucoperiostal (YAFFE, FINE e BINDERMAN, 1994; BINDERMAN, ADUT e YAFFE, 2000).

O aspecto da reabsorção óssea em resposta a separação do retalho mucoperiostal do osso alveolar revela uma reabsorção interna do osso

alveolar, opondo-se as superfícies radiculares, podendo progredir para perda total ou parcial das superfícies vestibular ou lingual do osso alveolar (YAFFE et al., 2000).

Esta cirurgia periodontal estimula a atividade osteoclástica com vários valores de perda da crista óssea alveolar. Fatores locais como infecção, trauma oclusal e geometria óssea podem afetar quantitativamente o estágio de perda óssea bem como o estágio de regeneração óssea (YAFFE, FINE e BINDERMAN, 1994).

Binderman et al (2001) realizaram estudos com 18 ratos Wistar, 9 ratos foram submetidos a cirurgias com acesso coronal e descolamento mucoperiósteo nas faces vestibular e lingual, e outros 9 a cirurgias com acesso apical e descolamento mucoperiósteo nas faces vestibular e lingual. Foram realizadas microrradiografias com raios X de alta resolução no sentido méso-distal e análises histológicas. Os resultados revelaram que não houve significativa perda óssea alveolar com acesso apical, mas que nas análises histológicas revelou-se uma formação de novo osso trabecular. Ao contrário do que foi observado na cirurgia com acesso coronal, onde se revelou uma extensa fase de reabsorção. Os autores concluíram que o acesso apical ao osso alveolar e às superfícies radiculares pelo descolamento mucoperiósteo apical promove uma perda óssea mínima do osso alveolar.

Rivaldo et al (2005) realizaram um estudo com 72 camundongos CF1 *Mus domesticus*. Estes animais foram divididos em três grupos: machos, fêmeas virgens e fêmeas com parições e cada grupo era formado por 24 animais (3, 6, 9 e 12 meses). Foi realizado descolamento mucoperiósteo apenas na face vestibular na região dos molares do lado esquerdo e após 21

dias os camundongos foram sacrificados e as mandíbulas divididas. Estas hemi-mandíbulas foram posicionadas de acordo com uma posição plana (as cúspides vestibular e lingual foram alinhadas entre si em uma posição perpendicular ao longo eixo do foco do estereomicroscópio) e fotografadas e avaliadas para perda óssea alveolar. Os resultados indicaram que o camundongo CF1 sofre perda óssea alveolar em um processo independente do status reprodutivo, quando submetido ao procedimento cirúrgico de descolamento mucoperiósteo. Como o objetivo do estudo foi validar um modelo animal para avaliação da perda óssea alveolar, e a área de exposição radicular medida demonstrou um padrão semelhante de reabsorção nos animais de 3 e 12 meses, os autores concluíram que o camundongo CF1 de três meses de idade é um modelo ideal para estudos de perda óssea alveolar durante o envelhecimento.

1.3. ROEDORES COMO MODELOS DE ESTUDO

A ocorrência de perda óssea com o passar do tempo, em camundongos, na ausência de qualquer estímulo externo possibilita que este tipo de animal seja utilizado a fim de estudar o mecanismo de perda óssea alveolar, bem como fatores capazes de interferir neste processo (MESSER, 1980).

Belting et al (1953), já afirmava que modificações periodontais, dentre elas a perda óssea alveolar, aconteciam com o envelhecimento dos camundongos, entretanto, conforme a espécie do animal a progressão da doença ocorre de forma distinta.

A utilização de roedores como modelo experimental está consolidada na literatura científica mundial. Entretanto, a extrapolação para equivalência em tempo de vida com relação ao homem é motivo freqüente de dúvidas, até porque o animal não pode ser avaliado como um ser humano em miniatura. É necessário que se leve em consideração nos cálculos as diferentes fases da vida- recém-nascido, desmame, reprodutiva, adulto, adulto tardio e velho- pois o ritmo fisiológico difere entre elas (QUINN, 2005).

Sabe-se da capacidade da radiação X provocar efeitos sobre os tecidos, o objetivo do presente estudo é avaliar o comportamento do osso alveolar submetido a esta radiação, associado ao processo inflamatório causado pelo descolamento mucoperiosteal em camundongos.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar a influência ou não da radiação X sobre a perda e reparação óssea alveolar em camundongos submetidos à cirurgia de descolamento mucoperiostal.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Mensurar a área de perda óssea alveolar, segundo protocolo existente na literatura em camundongos submetidos à cirurgia de descolamento mucoperiostal:

Expostos à radiação X;

Não expostos à radiação X;

Comparar os resultados entre grupo exposto e não-exposto em relação à perda óssea;

Mensurar o reparo ósseo ocorrido em ambos grupos e compará-los, a partir de 21 dias.

3. METODOLOGIA

3.1. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O presente estudo caracteriza-se por ter um delineamento do tipo experimental, de caso-controle.

3.2. AMOSTRA

Foram utilizados no experimento, 72 camundongos CF1 *Mus domesticus* clinicamente livres de qualquer patologia e que iniciaram o estudo com três meses de vida. A dieta sólida *ad libitum* foi constituída de ração Nuvilab CR1, composta por carbonato de cálcio, farelo de milho, farelo de soja, farelo de trigo, farinha de carne e ossos, cloreto de sódio, premix mineral vitamínico, aminoácidos e farinha de peixe. Os animais foram mantidos em cativeiro na Divisão de Produção e Experimentação Animais da Fundação Estadual de Produção e Pesquisa em Saúde/RS (FEPPS).

A amostra foi baseada no estudo de Rivaldo et al.(2005), sendo composta por 72 camundongos. O grupo teste foi composto por 36 animais, e outros 36 formaram o grupo controle.

Considerando que o objetivo principal do experimento não é estudar as características da população, mas sim verificar diferenças na perda e reparação óssea alveolar em animais submetidos à cirurgia de retalho mucoperiosteal expostos e não-expostos à radiação X optou-se por uma amostragem não-probabilística por conveniência (BARBETTA, 1999).

3.3. EXPERIMENTO

Os animais foram divididos em dois grupos, teste e controle. Os animais de ambos os grupos, iniciaram o estudo com 3 meses de vida, e nesta data, ambos os grupos foram submetidos à cirurgia de descolamento da mucosa vestibular e periósteo na mandíbula nas regiões dos molares no lado esquerdo. O lado direito de cada animal foi preservado integralmente.

O grupo teste foi submetido à radiação X imediatamente após a cirurgia (dia 01), e, posteriormente, nos dias 07, 14 e 21, totalizando uma dose semanal de exposição de 0,002 C/Kg.

Para manter os animais imóveis durante as exposições, estes foram introduzidos no interior de uma seringa plástica de 60 ml (Injex®), segundo protocolo proposto por Dalla-Bona (2005), posicionada de forma que o cabeçote do aparelho ficasse em uma posição na qual o raio central do feixe de raios X estivesse direcionado para o lado esquerdo da mandíbula dos camundongos. A seringa foi externamente recoberta por uma manta de chumbo de 2 mm de espessura, de forma que apenas a área de interesse ficasse exposta. A distância foco-animal foi de 20 cm. O grupo controle foi submetido à mesma situação, entretanto, não recebeu a irradiação.

Foi utilizado um aparelho de Rx odontológico da marca Gnatus® Timex-70 com 70 kVp e 9 mA.

Doze animais de cada grupo, foram sacrificados para análise de perda óssea alveolar aos 21 dias após a realização do procedimento cirúrgico, período descrito como de máxima reabsorção óssea alveolar (YAFFE, FINE e BINDERMAN, 1994; YAFFE et al., 2000; BINDERMAN, ADUT e YAFFE, 2000;

BINDERMAN et al., 2001). Outros 12 animais de cada grupo, foram sacrificados 60 dias após a cirurgia, a fim de avaliar possíveis diferenças em relação ao tempo de reparação do tecido ósseo alveolar. O restante dos animais, 12 de cada grupo, foi sacrificado 120 dias após a cirurgia, período no qual os níveis de perda óssea alveolar dos grupos teste e controle encontram-se bastante semelhantes (YAFFE, FINE e BINDERMAN, 1994). Desta forma, assim ficou dividido o grupo amostral:

G0= grupo controle (36 animais)

G0₁= 12 animais (sacrifício 21 dias após cirurgia)

G0₂= 12 animais (sacrifício 60 dias após cirurgia)

G0₃= 12 animais (sacrifício 120 dias após cirurgia)

G1= grupo teste (36 animais)

G1₁= 12 animais (sacrifício 21 dias após cirurgia)

G1₂= 12 animais (sacrifício 60 dias após cirurgia)

G1₃= 12 animais (sacrifício 120 dias após cirurgia)

Para anestesia e posterior realização da cirurgia de descolamento do retalho mucoperiósteo, os animais receberam um composto de Cloridrato de Xilazina (Anesadan, Vetbrands) na proporção de 0,05 ml/Kg e Cloridrato de Ketamina (Dopalen, Vetbrands) 1,0 ml/Kg intra-muscular. A cirurgia foi realizada apenas na face vestibular da região dos primeiros e segundos molares mandibulares esquerdos. A mucosa foi separada do tecido ósseo de suporte após incisão da gengiva marginal. Para incisão foi utilizada uma lâmina de bisturi número 11, montada em um cabo de bisturi número 3. A lâmina foi

posicionada paralelamente ao longo eixo dos dentes dos animais. O retalho mucoperiostal foi afastado, utilizando-se para tanto uma estátula 3SS como descolador gengival. A mucosa foi então imediatamente reposicionada, sem realização de sutura (YAFFE, FINE e BINDERMAN, 1994; BINDERMAN, ADUT e YAFFE, 2000; YAFFE et al., 2000; BINDERMAN et al., 2001). A realização do procedimento cirúrgico levou em média de 30 a 40 segundos.

Passados os primeiros 21 dias, a eutanásia do primeiro grupo de animais foi realizada por meio de deslocamento cervical. Na seqüência foi realizada a remoção cirúrgica das mandíbulas, utilizando-se para tanto tesouras cirúrgicas e lâminas de bisturi número 11 e 15 montadas em cabo de bisturi número 3. As mandíbulas foram seccionadas na linha média, com auxílio de uma lâmina de micrótomo, mantendo o tecido mole e acondicionadas em frascos contendo formalina tamponada a 10% de concentração, com identificação do grupo ao qual pertenciam (teste e controle) bem como a época do sacrifício (21, 60, 120 dias). O mesmo procedimento foi repetido com o restante da amostra, após 60 e 120 dias respectivamente.

Sob um estereomicroscópio, as mandíbulas foram totalmente dissecadas, e todo tecido mole foi completamente removido. A zona do rebordo alveolar mandibular correspondente à zona de intervenção cirúrgica e perda induzida foi submetida à limpeza dos remanescentes de tecido mole com o auxílio de hipoclorito de sódio e microbrush.

Após a completa remoção de tecido mole as mandíbulas foram coradas com azul de toluidina 1% para facilitar a visualização e delimitação da área de exposição radicular, limites do esmalte, cemento e osso. Após a coloração as mandíbulas foram fotografadas com uma câmera fotográfica digital Sony

Cybershot W1 com definição de 5.1 megapixel, devidamente acoplada ao estereomicroscópio, em uma posição padronizada, utilizando como referência um paquímetro digital com abertura fixa e pré-determinada de 1 mm (Figura 1).

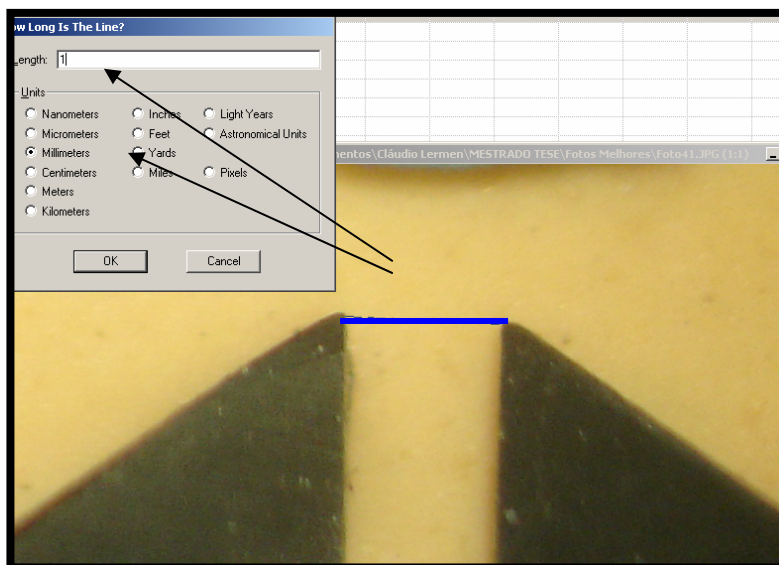


Figura 1 - Fotografia da calibragem prévia às medidas utilizando paquímetro digital com abertura fixa e pré-determinada de 1 mm.

O estereomicroscópio foi ajustado com ampliação de 2,5 vezes de aumento para a aquisição das fotografias. O aspecto lingual das mandíbulas foi fotografado. A posição padronizada da superfície foi obtida pela utilização de um posicionador plano confeccionado em polivinilsiloxano - silicona de adição (RIVALDO, 2005) sobre uma base que permitisse pequenas movimentações corrigindo eventuais falhas no posicionamento das mandíbulas. Para estabelecimento da posição padrão, as cúspides linguais e vestibulares deveriam ficar alinhadas entre si (de forma que as cúspides vestibulares não aparecessem na fotografia) em uma posição perpendicular ao longo eixo do foco do estereomicroscópio (RIVALDO, 2005; TATAKIS e GUGLIELMONI,

2000). As fotografias obtidas foram repassadas ao computador e para análise das imagens foi utilizado o software Image Tool versão 3.00 (UTHSCSA).

A mensuração da área de perda óssea alveolar apenas na face lingual dos primeiros e segundos molares foi proposto por Hilgert et al. (2002), modificada de Tatakis e Guglielmoni (2000), e definido a partir da união de 12 pontos a saber: mesialmente, pela aresta mesial, ou seja, pela distância da junção amelo-cementária ao osso alveolar da raiz mesial do primeiro molar; distalmente, pela aresta distal (junção amelo-cementária ao osso alveolar) da raiz distal do segundo molar; coronalmente, pelos três pontos marcados em cada um dos dois dentes molares: dois pontos definidos pela posição da junção amelo-cementária nas faces mesial e distal do dente e um definido pela posição mais apical da junção amelo-cementária na superfície do dente; e apicalmente, pela posição mais apical do osso alveolar nas superfícies da primeira e segunda raízes de cada dente (Figura 2), sendo os resultados demonstrados em mm^2 (HILGERT, 2002).

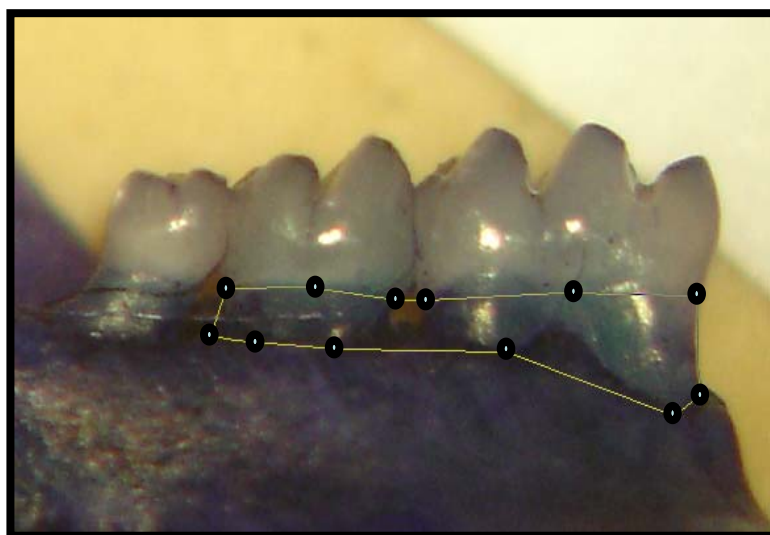


Figura 2 – Fotografia da face lingual dos primeiros e segundos molares, interligando os 12 pontos entre si, os quais definem a área de perda óssea alveolar.

3.4. CALIBRAGEM E CEGAMENTO

A fim de garantir a reprodutibilidade dos dados no que tange a marcação dos pontos que definem a área de perda óssea alveolar e das medidas, o examinador foi calibrado, realizando as mensurações em 10 animais escolhidos aleatoriamente e repetindo as medições 10 dias após a primeira averiguação. Para verificar a existência de diferença significativa entre as duas medidas obtidas pelo observador, empregou-se o teste de Wilcoxon para duas amostras relacionadas. Para estimar a reprodutibilidade da medida, foi calculado o coeficiente de correlação de Spearman. As diferenças entre as duas medidas foram calculadas e a análise descritiva das diferenças foi baseada em média, erro padrão da média, variância, desvio padrão e distribuição de freqüências.

Com base nos resultados do Teste *de* Wilcoxon ($p = 0,259$), pode-se dizer que não foi encontrada diferença significativa entre as duas medidas feitas pelo observador, ou seja, não foi verificado erro sistemático entre as repetições.

O coeficiente de correlação de Spearman ficou em 0,915 ($p = 0,000$), que corresponde a uma correlação positiva forte. Os valores próximos de 1, sugerem ausência de erros aleatórios ou pequenos erros aleatórios.

O examinador foi cegado durante todo experimento em relação ao grupo, experimental ou controle, no qual fez o exame dos pontos para fins de mensuração da perda óssea.

3.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Como o tamanho da amostra de cada grupo comparado, para cada tempo, foi menor do que 30 camundongos, optou-se por utilizar testes não-paramétricos.

O teste Kruskal Wallis, adequado para comparação entre 3 ou mais amostras independentes quando os dados se apresentam pelo menos em escala ordinal, foi utilizado para comparar os tempos 21, 60 e 120 dias, para o grupo teste e para o grupo controle separadamente. O teste U de Mann-Whitney, adequado para comparação entre 2 amostras independentes quando os dados se apresentam pelo menos em escala ordinal, foi utilizado para comparar os grupos teste e controle, para 21, 60 e 120 dias separadamente.

Para todas as análises foi estabelecido $p = 0,05$.

3.6. CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

Este trabalho foi avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, resolução número 18/06, do dia 14 de junho de 2006. (Anexo 1)

4. RESULTADOS

A partir dos resultados obtidos foram elaboradas tabelas para melhor visualização dos mesmos. As tabelas evidenciam média de perda óssea, desvio padrão, erro padrão, valores máximos e mínimos para cada grupo. A análise das mandíbulas, individualmente, encontra-se no Anexo 2.

Tabela 1 - Mostra a média de perda óssea em cada um dos tempos, além do desvio padrão, erro padrão, valores máximos e mínimos no grupo teste.

Dias	N	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão	Mínimo	Máximo
21	12	0,84	0,14	0,04	0,68	1,19
60	12	0,86	0,22	0,06	0,63	1,35
120	10	0,91	0,23	0,07	0,67	1,37
Total	34	0,87	0,19	0,03	0,63	1,37

Com base nos resultados do Teste Kruskal Wallis ($X^2 = 0,418$; $gl = 2$; $p = 0,812$) pode-se dizer que não existe diferença significativa entre 21, 60 e 120 dias em termos de perda, no grupo teste.

Tabela 2 - Mostra a média de perda óssea em cada um dos tempos, além do desvio padrão, erro padrão, valores máximos e mínimos no grupo controle.

Dias	N	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão	Mínimo	Máximo
21	12	0,80	0,10	0,03	0,66	1,03
60	12	0,83	0,14	0,04	0,60	1,03
120	12	0,90	0,24	0,07	0,63	1,43
Total	36	0,84	0,17	0,03	0,60	1,43

Com base nos resultados do Teste Kruskal Wallis ($X^2 = 0,895$; $gl = 2$; $p = 0,639$) pode-se dizer que não existe diferença significativa entre 21, 60 e 120 dias em termos de perda, no grupo controle.

Tabela 3 - A tabela três faz uma comparação entre grupo teste e controle no tempo de 21 dias após o procedimento cirúrgico, mostrando média, desvio padrão e erro padrão, além de valores máximos e mínimos.

GRUPO	N	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão Média	Mínimo	Máximo
Teste	12	0,84	0,14	0,04	0,68	1,19
Controle	12	0,80	0,10	0,03	0,66	1,03

Com base nos resultados do Teste U de Mann-Whitney ($U = 63,00$; $p = 0,603$) pode-se dizer que não existe diferença significativa entre os grupos Teste e Controle em termos de perda óssea alveolar, para 21 dias.

Tabela 4 - A tabela quatro faz uma comparação entre grupo teste e controle no tempo de 60 dias após o procedimento cirúrgico, mostrando média, desvio padrão e erro padrão, além de valores máximos e mínimos.

GRUPO	N	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão Média	Mínimo	Máximo
Teste	12	0,86	0,22	0,06	0,63	1,35
Controle	12	0,83	0,14	0,04	0,60	1,03

Com base nos resultados do Teste U de Mann-Whitney ($U = 70,50$; $p = 0,931$) pode-se dizer que não existe diferença significativa entre os grupos teste e controle em termos de perda óssea alveolar, para 60 dias.

Tabela 5 - A tabela cinco faz uma comparação entre grupo teste e controle no tempo de 120 dias após o procedimento cirúrgico, mostrando média, desvio padrão e erro padrão, além de valores máximos e mínimos.

GRUPO	N	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão Média	Mínimo	Máximo
Teste	10	0,91	0,23	0,07	0,67	1,37
Controle	12	0,90	0,24	0,07	0,63	1,43

Com base nos resultados do Teste U de Mann-Whitney ($U = 59,00$; $p = 0,947$) pode-se dizer que não existe diferença significativa entre os grupos teste e controle em termos de perda óssea alveolar, para 120 dias.

Em relação às médias de peso, não houve diferença significativa nos grupos teste e controle no início e na conclusão do estudo.

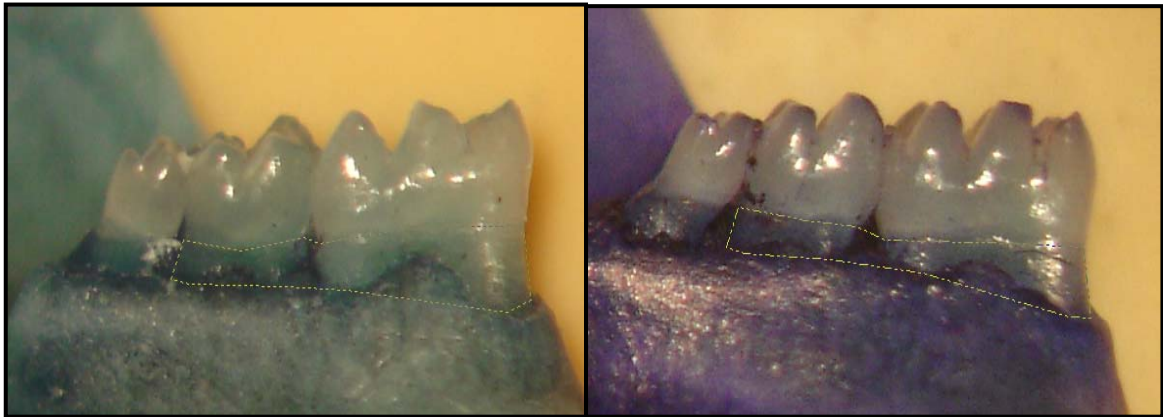


Figura 3 – Área de perda óssea alveolar nos grupos teste (esquerda) e controle (direita) no período de 21 dias.

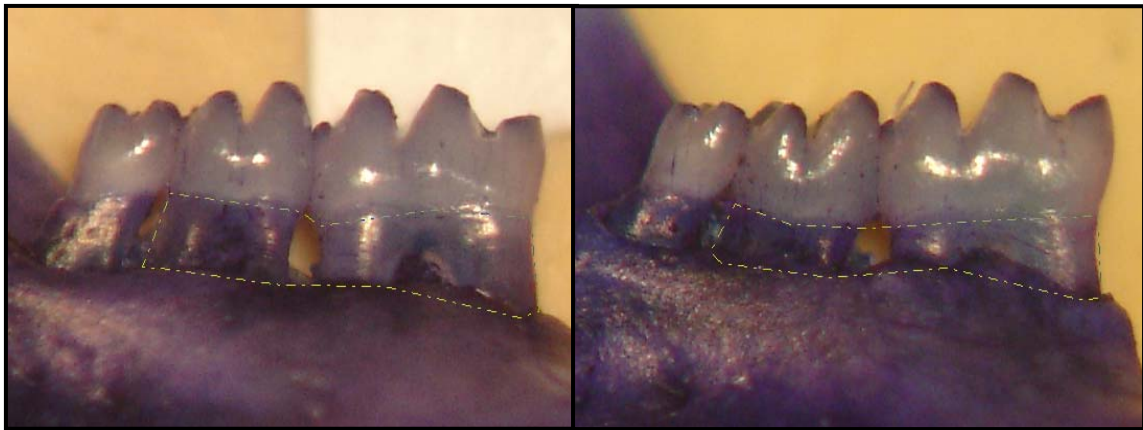


Figura 4 - Área de perda óssea alveolar nos grupos teste (esquerda) e controle (direita) no período de 60 dias.

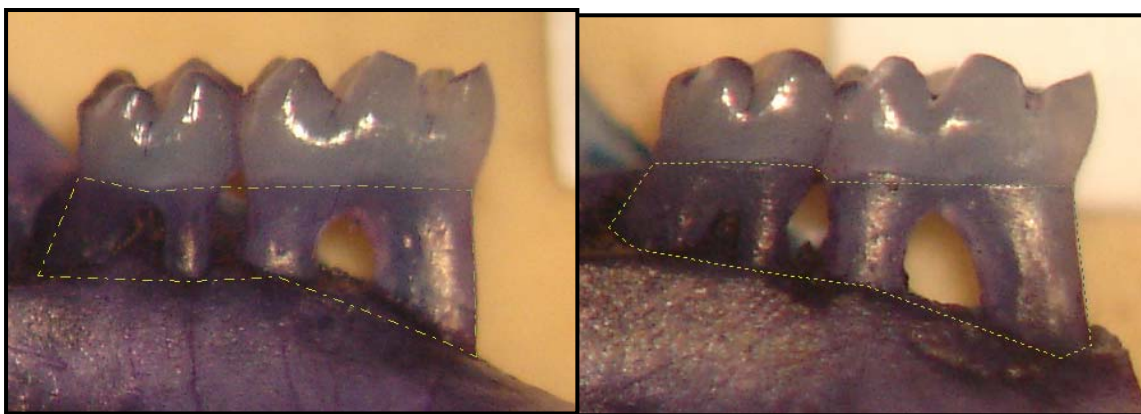


Figura 5 - Área de perda óssea alveolar nos grupos teste (esquerda) e controle (direita) no período de 120 dias.

5. DISCUSSÃO

A importância da imagem radiográfica para a formulação de diagnóstico em odontologia é imensurável, independentemente da área. Entretanto, devemos ter em mente que a radiação X tem um caráter cumulativo, podendo não causar dano instantâneo, mas muito tempo depois. Preocupado com esta questão o American Dental Association Council on Scientific Affairs (2006) regularmente sugere e atualiza a implementação de procedimentos para controlar o uso e minimizar as doses as quais os pacientes são expostos.

Assim, a utilização indiscriminada da radiação X deve ser evitada. Hujuel et al. (2006) evidenciaram que apenas 10% das radiografias realizadas por pacientes em tratamento ortodôntico apresentavam uma real justificativa de solicitação. Isto demonstra uma dupla falha do cirurgião-dentista, o descaso com os efeitos biológicos da radiação X e a falta de critérios na solicitação dos exames radiográficos, levando o paciente a ser submetido a incidências desnecessárias.

Da amostra inicial de 72 camundongos, dois destes foram perdidos ao longo do experimento, ambos pertencentes ao grupo teste, 120 dias. Um dos animais foi encontrado morto e outro teve de ser descartado em função de fratura do primeiro molar, o que impediu a análise de perda óssea alveolar nos parâmetros utilizados neste trabalho.

A perda de somente um dos animais evidencia o fato de que ambos os grupos apresentaram mesmo índice de sobrevivência, ou seja, que a dose de radiação utilizada no experimento não interferiu na longevidade dos mesmos. Em relação ao peso, os animais do grupo controle apresentaram média de

35,74g no momento do início do estudo e de 38,73g no final do experimento. No grupo teste os valores foram de 38,08g e 40,33g. Como os animais foram submetidos exatamente às mesmas condições de alimentação, iluminação e estresse, e por não ter havido diferença significativa entre as médias de pesos dos animais entre os grupos, pode-se afirmar que a radiação X, não teve influência no peso dos mesmos.

Com base nos resultados encontrados, pode-se notar que existe um aumento gradual na perda óssea alveolar após o procedimento cirúrgico para ambos os grupos. No grupo teste, a média de perda sobe progressivamente de 0,84 mm² no grupo 21 dias, para 0,86 mm² no grupo 60 dias, para 0,91 mm² no grupo 120 dias. No grupo controle a perda é de 0,80 mm² no período de 21 dias, sobe para 0,83 mm² no período de 60 dias, chegando a 0,90 mm² nos 120 dias. Entretanto, não existe diferença significativa, no que tange a perda óssea alveolar, entre os grupos teste e controle nos diferentes períodos pós-cirúrgicos e nem entre os diversos tempos no mesmo grupo.

Os valores apresentados na análise da perda óssea alveolar ficaram dentro da média natural do processo de perda óssea alveolar de camundongos submetidos à cirurgia de retalho mucoperiostal, quando comparados ao estudo de Rivaldo et al. (2005).

Sabe-se que altas doses de radiação X podem levar a alterações estruturais das células em diversos tipos de tecidos (DARE et al, 1997; (WHAITES, 2003; FREITAS, ROSA e SOUZA, 2004). Doses relativamente baixas podem ocasionar danos sobre estruturas do corpo, tais como encontrados por Lamers et al. (2005) estudando filamentos de actina das glândulas parótidas, utilizando 12 e 36 R. Entretanto, utilizando-se a dose

semanal de 0,002 C/Kg (\cong 8 R), não foi possível notar diferença significativa no processo de perda e reparação óssea, o que poderia ser explicado pelo fato da dose ser mais baixa e o tecido ósseo ser mais radioresistente.

Bóscolo et al (2000) estudando o efeito das radiações X na cicatrização de feridas cirúrgicas suturadas e não suturadas no dorso de ratos, perceberam que utilizando doses de 0,074 Gy houve apenas um retardo no processo de cicatrização, sem comprometimento das estruturas teciduais. A dose utilizada foi praticamente a mesma deste estudo (0,002 C/Kg \cong 0,08 Gy), que também não encontrou diferença significativa, levando-se em consideração todas as diferenças presentes em relação aos tecidos estudados.

Dalla-Bona (2005), acompanhando o envelhecimento de camundongos, detectou que o grupo de animais expostos à radiação X teve crescimento mandibular inferior ao grupo não exposto à radiação, apesar de ter utilizado uma dose relativamente baixa, 12 R. No entanto, foi uma dose significativamente superior à utilizada neste experimento, e por um período de tempo mais longo, o que poderia explicar a ocorrência do fenômeno observado.

O fato de não ter havido diferença significativa entre o grupo exposto e não exposto está, provavelmente, relacionado à baixa dose de radiação X, e este foi o propósito do presente estudo, avaliar a influência desta nos processos de mensuração da reabsorção óssea em pacientes sujeitos ao descolamento mucoperiosteal.

Von Krammer (1994), preocupado com a exposição à radiação em áreas que receberam implantes osseointegrados, indicando inclusive que tais áreas não fossem expostas, elaborou um dispositivo que evita a radiação sobre as regiões implantadas. Frente aos resultados encontrados neste estudo e

respeitando-se as diferenças anatômicas entre o osso alveolar que serve de leito ao implante e a crista óssea próxima à junção amelo-cementária, sugere-se que tal procedimento não se justifica, pois a radiação X, em doses baixas, não interferiu no processo de reabsorção óssea.

Brasseur et al. (2006) estudando o efeito de altas doses de radiação em casos de radioterapia sobre o fenômeno da osseointegração em mandíbulas de cães observaram que, histologicamente, ocorreram certas diferenças entre animais do grupo teste, que receberam doses de 43 Gy - sendo dez aplicações de 4.3 Gy – e do grupo controle, que não foram irradiados. Entretanto, relataram que com tais doses de radiação pode haver remodelação óssea e osseointegração. Levando-se em consideração as variáveis presentes no estudo de Brasseur et al. (2006), em que foi utilizada dose substancialmente maior, e que mesmo assim não afetou de forma significativa a osseointegração de implantes, compreende-se que uma dose relativamente baixa ($0,002 \text{ C/Kg} \cong 0,08 \text{ Gy}$), não altere o processo de reabsorção óssea como aconteceu neste experimento.

Hoje, pode-se afirmar que radiografias trans-operatórias em implantodontia caíram em desuso, mais por questões técnicas do que propriamente para proteger o processo de osseointegração, da radiação X.

O acompanhamento dos animais, grupo teste e controle, utilizando o modelo experimental do retalho mucoperiosteal, ao longo do tempo é importante para a determinação das perdas ósseas que ocorrem em ambos grupos. Tatakis e Guglielmoni (2000), estudando duas espécies diferentes encontraram diferença de até 250%, entre animais com a mesma idade, quando de espécies diferentes. O envelhecimento do animal pode ser considerado um fator

importante para a perda óssea alveolar, tal afirmativa mostra-se concordante com os resultados obtidos neste estudo, visto que, ambos os grupos apresentaram aumento da área de perda óssea com o decorrer do experimento.

Estudos mostram que no período de 120 dias o processo de perda óssea alveolar em camundongos submetidos e não submetidos à cirurgia de retalho mucoperiosteal é bastante semelhante, uma vez que os dois grupos apresentam o mesmo grau de reparação. O período no qual acontecem as diferenças mais significativas é aquele compreendido entre os dias 01 e 21 pós-cirurgia, o que alguns autores classificam como fenômeno da reabsorção acelerada (YAFFE, FINE e BINDERMAN, 1994; BINDERMAN, ADUT e YAFFE, 2000; TATAKIS e GUGLIELMONI, 2000; YAFFE et al., 2000; BINDERMAN et al., 2001). No presente estudo, verificou-se uma perda óssea progressiva em ambos os grupos, entre 21 e 120 dias, entretanto, não significativa. O fenômeno da reabsorção acelerada não pôde ser mensurado, pois os dois grupos foram submetidos à cirurgia, mas pode-se sugerir que tenha acontecido, pois as diferenças apresentadas entre 21 e 120 dias foram bastante reduzidas, o que nos leva a constatação de que a perda mais significativa ocorreu nas primeiras três semanas pós-cirurgia.

Tendo em vista os resultados encontrados e a metodologia empregada neste estudo, pode-se dizer que o tecido ósseo alveolar de camundongos, em relação a sua macroestrutura, não sofre alteração quando exposto a doses baixas de radiação X, como agente externo, utilizando-se o modelo experimental de perda óssea a partir do retalho mucoperiosteal.

6. CONCLUSÃO

Pode-se concluir que doses de radiação possíveis de serem alcançadas em exames radiográficos, não interferem nas medidas de perda e reparação óssea alveolar em camundongos submetidos à cirurgia de descolamento mucoperiosteal, nos diferentes tempos pós-cirúrgicos.

REFERÊNCIAS

ALVARES,L.C.; TAVANO, O. **Curso de Radiologia em Odontologia.** 4ed.
São Paulo: Santos, 1998.

AMERICAN DENTAL ASSOCIATION COUNCIL ON SCIENTIFIC AFFAIRS.
The Use of Dental Radiographs: Update and Recommendations. **J. Am. Dent.
Assoc.**, Chicago, v.137, no. 9, p.1304-1312, Sept. 2006.

BARBETTA, P.A. **Estatística Aplicada às Ciências Sociais.** 3 ed.
Florianópolis, Ed. da UFSC, 1999.

BELTING, C.M. Age Changes in the Periodontal Tissues of Rat Molar. **J.D.
Resarch.**, Alexandria, v. 32, no. 3, p.332-53, June 1953.

BINDERMAN, I.; ADUT, M.; ZOHAR, R.; BAHAR, H.; FAIBISH, D.; YAFFE, A.
Alveolar Bone Resorption Following Coronal Versus Apical Approach in a
Mucoperiosteal Flap Surgery Procedure in the Rat Mandible. **J. Periodontol.**,
Chicago, v.72, no. 10, p. 1348-1353, Oct. 2001.

BINDERMAN, I.; ADUT, M.; YAFFE, A. Effectiveness of Local Delivery of
Alendronate in Reducing Alveolar Bone Loss Following Periodontal Surgery in
Rats. **J. Periodontol.**, Chicago, v.71, no. 8, P 1236-1240, Aug. 2000.

BÓSCOLO, F.N.; ALMEIDA, S.M.; VIZIOLI, M.R.; LOURENÇO, R.M.; MONTEIRO, S.A.C. Efeito de Baixas Doses de Radiação X em Feridas Suturadas e Não Suturadas- Estudo Experimental em Ratos. **Pesq. Odontol. Bras.**, São Paulo, v.14, n. 4, p. 386-391, out/dez 2000.

DALLA-BONA, R.R. **Avaliação do Efeito da Radiação X no Crescimento Mandibular de Camundongos**. 2005. 65 f. Tese (Doutorado em Gerontologia Biomédica) – Instituto de Geriatria e Gerontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

DARE, A.; HACHISU, R; YAMAGUSHI, A; YOKOSE, S.; YOSHIKI, S.; OKANO, T. Effects of Ionizing Radiation on Proliferation and Differentiation of Osteoblast-like Cells. **J. Dent. Res.**, Alexandria, v. 76, no. 2, p. 658-664, 1997.

FREITAS, A.; ROSA, J.E.; SOUZA, I.F. **Radiologia Odontológica**. 6 ed. São Paulo: Artes Médicas, 2004.

HILGERT, J.B.; HUGO, F.N.; BOZZETTI, M.C.; PADILHA, D.M.P. Comparação de Duas Técnicas de Medição da Perda Óssea Alveolar em Roedores. **Pesq. Odontol. Bras.**, v. 16, Supl., p. 216, 2002.

HUJOEL, P; BOLLEN, A.M; NOONAN, C.J.; AGUILA, M.A. Antepartum Dental Radiography and Infant Low Birth Weight. **J.A.M.A.**, Chicago, v. 291, no. 16, p. 1987-1993, Apr. 2004.

HUJOEL, P.; HOLLANDER, L.; BOLLEN, A.M. Radiographs Associated with one Episode of Orthodontic Therapy. **J. Dent. Educ.**, Washington, v. 70, no. 10, p. 1061-1065, Oct. 2006.

LAMERS, M.L.; SANTOS, M.F.; PADILHA, D.M.P.; SILVEIRA, H.E.D.; FOSSATI, A.C.M. X Radiation Disorganizes F-Actin Cytoskeleton in Mouse Parotid Gland. In: European Symposium on Saliva, 7th, 2005, Egmond aan Zee. **[Abstracts]**. Egmond aan Zee: [s.n.], 2005. p. 108.

LANGLAND, O.E; LANGLAND,R.P. **Princípios do Diagnóstico por Imagem em Odontologia**. São Paulo: Santos, 2002.

MAURIELLO, S.M.; OVERMAN, V.P.; PLATIN, E. **Radiographic Imaging for the Dentalteam**. Philadelphia: J.B. Lippincott, 1995.

MESSER, H.H. Alveolar Bone Loss in a Strain of Mice. **J. Periodontal Res.**, Copenhagen, v. 15, no. 2, p. 193-205, Mar. 1980.

PADILHA, D.M.P.; HAMMES, M. Mesa Milimétrica para Corte de Tecidos Duros. **R. Fac. Odontol. Porto Alegre**, Porto Alegre, v. 39, n. 2, p. 24-25, dez. 1998.

PASLER, F.A.; VISSER, H. **Radiologia Odontológica: Procedimentos Ilustrados**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2001.

PRESTON-MARTIN, S.; WHITE, S. Brain and Salivary Gland Tumors Related to Prior Dental Radiography: Implications for Current Practice. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 120, no. 2, p. 151-158, Feb. 1990.

QUINN, R. Comparing Rat's to Human's Age: How Old is my Rat in People Years? **Nutrition**, Tarrytown, v. 21, no. 6, p. 775-777, June 2005.

RIVALDO, E.G.; PADILHA, D.P.; HUGO, F.N. Alveolar Bone Loss and Aging: A Model for the Study in Mice. **J. Periodontol.**, Chicago, v. 76, no. 11, p. 1966-1971, Nov. 2005.

TATAKIS, D.N.; GUGLIELMONI, P. HLA-B27 Transgenic Rats Are Susceptible to Accelerated Alveolar Bone Loss. **J. Periodontol.**, Chicago, v. 71, no. 9, p.1395-1400, Set. 2000.

WHAITES, E. **Princípios de Radiologia Odontológica**. Porto Alegre: Artmed, 3 ed., 2003.

WHITE, S.C. Assessment of Radiation Risk from Dental Radiography. **Dentomaxillofac. Radiol.**, Houndsmills, v. 21, no. 3, p. 118-126, Aug. 1992.

VON KRAMMER, R. Protecting Osseointegrating Implants from X-Rays. **Int. J. Prosthodont.**, Lombard, v. 7, no. 6, p. 522-524, Nov./Dec. 1994.

YAFFE, A.; FINE, N.; BINDERMAN, I. Regional Accelerated Phenomenon in the Mandible Following Mucoperiosteal Flap Surgery. **J. Periodontol.**, Chicago, v. 65, no. 1, p. 79-83, Jan. 1994.

YAFFE, A.; GOLOMB, G.; BREUER, E.; BINDERMAN, I. The Effect of Topical Delivery of Novel Bisacylphosphonates in Reducing Alveolar Bone Loss in the Rat Model. **J. Periodontol.**, Chicago, v. 71, no. 10, p. 1607-1612, Oct. 2000.

YANCOVENCO, A. Análise dos Problemas mais Frequentes da Radiografia na Prática Odontológica. **Revista ABRO**, Bauru, v.2, n.1, p. 29-39, jan./jun. 2001.

ANEXOS

Anexo 1 - Aprovação do comitê de ética e pesquisa da UFRGS.

Anexo 2 – Análise de perda óssea alveolar em mm², em toda a amostra nos diferentes grupos e períodos de tempo.

Nº da peça	Grupo	Dias	Área de Perda em mm2
1	teste	60	0,63
2	teste	120	0,94
3	teste	21	0,85
4	controle	120	0,76
5	teste	120	0,65
6	teste	60	0,73
7	teste	21	0,77
8	controle	21	0,82
9	controle	21	0,75
10	teste	21	0,76
11	teste	120	1,24
12	teste	21	0,94
13	teste	60	0,6
14	teste	120	0,82
15	controle	60	0,97
16	controle	120	0,93
17	teste	21	0,71
18	teste	120	1,37
19	controle	120	0,83
20	teste	60	0,94
21	controle	21	1,03
22	teste	120	0,94
23	controle	21	0,72
24	teste	21	0,68
25	controle	21	0,84
26	controle	21	0,9
27	controle	120	0,88
28	teste	21	1,19
29	teste	120	0,79
30	controle	60	0,63
31	controle	21	0,78
32	controle	21	0,86
33	controle	60	0,8
34	controle	60	0,71
35	teste	21	0,75
36	controle	120	0,87
37	teste	60	1,35
38	teste	21	0,87
39	controle	60	0,85
40	controle	120	1,43
41	teste	120	0,75
42	teste	21	0,9
43	controle	120	0,85
44	controle	60	0,83
45	controle	60	1,03

46	teste	21		0,68
47	controle	120		0,63
48	controle	21		0,66
49	controle	120		0,69
50	teste	60		1,21
51	FRATURA	FRATURA	FRATURA	
52	controle	60		0,8
53	teste	60		0,87
54	controle	60		0,6
55	teste	60		0,85
56	controle	120		0,64
57	teste	120		0,79
58	teste	60		0,76
59	teste	120		0,67
60	controle	120		1,01
61	controle	60		0,82
62	controle	60		1,03
63	teste	21		0,82
64	controle	21		0,86
65	controle	60		0,86
66	controle	120		1,25
67	controle	21		0,7
68	teste	60		0,68
69	teste	60		0,82
70	controle	21		0,72
71	teste	60		0,8
72	teste	120	MORTE	