

LIRA MARCELA MONTI

***ESTUDO RADIOGRÁFICO DIGITAL E DENSITOMÉTRICO
EM MANDÍBULAS DE SUÍNOS, SUBMETIDAS A
OSTEOTOMIA COM BROCAS DE ALTA E BAIXA ROTAÇÃO,
COM REFRIGERAÇÃO LÍQUIDA***

**ARAÇATUBA
2005**

LIRA MARCELA MONTI

**ESTUDO RADIOGRÁFICO DIGITAL E DENSITOMÉTRICO EM
MANDÍBULAS DE SUÍNOS, SUBMETIDAS A OSTEOTOMIA COM
BROCAS DE ALTA E BAIXA ROTAÇÃO, COM REFRIGERAÇÃO
LÍQUIDA**

Dissertação apresentada à
Faculdade de Odontologia de
Araçatuba – Universidade Estadual
Paulista “Júlio de Mesquita Filho”,
como parte dos requisitos para
obtenção do título de Mestre em
Odontologia, Área de
Concentração Estomatologia.

**Orientador: Prof. Dr. Alvimar
Lima de Castro**

**ARAÇATUBA
2005**

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca da FOA / UNESP

M791e	Monti, Lira Marcela Estudo radiográfico digital e densitométrico em mandíbulas de suínos, submetidas a osteotomia com brocas de alta e baixa rotação, com refrigeração líquida / Lira Marcela Monti. – Araçatuba: [s.n.], 2005. 63 f. : il. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia, Araçatuba, 2005. Orientador: Prof. Dr. Alvimar Lima de Castro 1.Suínos. 2.Osteotomia. 3.Intensificação de imagem radiográfica. 4.Densidade óssea. 5.Mandíbula. Black D65 CDD 617.601
-------	--

LIRA MARCELA MONTI

**ESTUDO RADIOGRÁFICO DIGITAL E DENSITOMÉTRICO EM
MANDÍBULAS DE SUÍNOS, SUBMETIDAS A OSTEOTOMIA COM
BROCAS DE ALTA E BAIXA ROTAÇÃO, COM REFRIGERAÇÃO
LÍQUIDA**

COMISSÃO JULGADORA

DISSERTAÇÃO PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE

Presidente..... : Dr. Alvimar Lima de Castro

1.º Examinador.....: Dr. Alexandre Vieira Fernandes

2.º Examinador.....: Dr. Mário Jeferson Quirino Lousada

Araçatuba, 09 de Dezembro de 2005.

DADOS CURRICULARES

LIRA MARCELA MONTI

NASCIMENTO.....12 de setembro de 1977

FILIAÇÃO.....Ricardo Antonio Monti

Encarnação Monti

1999 – 2002.....Curso de Graduação em Odontologia – Faculdade de
Odontologia de Araçatuba – UNESP.

2003 – 2004..... Curso de Especialização em Estomatologia – Hospital
Heliópolis – São Paulo.

2004 – 2005.....Programa de Pós-Graduação em Odontologia – Área
de Concentração Estomatologia, Curso Mestrado,
Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP.

DEDICATÓRIA

*Aos Meus Pais **Ricardo Antonio Monti e Encarnação Monti** que me ensinaram a respeitar o próximo e a viver com honra e dignidade, abdicando de muitas coisas em prol de tornar meus sonhos realidade.*

*À minhas irmãs, **Yrina Cristina e Yramaia Regina**, pela nossa união e amizade.*

*À minha sobrinha **Nathalia**, pelos momentos de alegria na família.*

*Ao **Sandro Rogério**, meu namorado, pelo apoio, amor, carinho e compreensão em todos os momentos.*

*À minha avó **Izabel**, pela presença constante, sempre me ajudando e me cuidando durante esses anos que fiquei longe de casa.*

AGRADECIMENTOS

A **DEUS**, pela minha existência, porque nada nos é possível se não for de Sua vontade.

Ao meu orientador prof. adjunto Dr. **ALVIMAR LIMA DE CASTRO**

Meu amigo querido, pai, professor, orientador, pessoa virtuosa e iluminada, de reconhecimento, dedicação e brilho imensuráveis que através de seu vasto conhecimento, contagiou e possibilitou o meu desenvolvimento cultural e amor pela Estomatologia e pela vida acadêmica. Só tenho a te agradecer pelos anos de convivência.

Ao prof. **MÁRIO JEFERSON QUIRINO LOUZADA**

Por ser uma pessoa muito especial, sempre disposta a ajudar com humor e simpatia contagiantes e pela grande contribuição dada a esse experimento.

À profa. **LEDA MARIA SALZEDAS**

Pela amizade, paciência, sensibilidade, visão e conhecimento que tornaram possível a realização desse trabalho.

Ao prof. dr. **RENATO SALVIATO FAJARDO**

Meu agradecimento pela maneira amigável e dedicada que sempre dispensa aos que estão ao seu redor, e em especial pela fundamental ajuda na disponibilização do CIOP para que eu pudesse realizar este trabalho. Sem a sua ajuda seria impossível.

À **FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARAÇATUBA - UNESP**

Onde imatura sentei-me em seus bancos durante o período de graduação, cresci culturalmente e moralmente, fiz amigos e hoje com muito orgulho termino mais uma etapa da minha caminhada para ser uma pessoa melhor.

AOS PROFESSORES E FUNCIONÁRIOS do Departamento de Patologia e Propedêutica Clínica da Faculdade de Odontologia de Araçatuba pelo apoio e convivência carinhosa.

Ao amigo JOSÉ MARCELO TRAMARIM, um agradecimento especial pela ajuda em todo o processo experimental desse trabalho, sempre com muita responsabilidade, atenção e acima de tudo bom humor.

Ao Prof. Wilson Roberto Poi, pela amizade e dedicação à pós-graduação e aos alunos.

ÀS funcionárias da seção de pós-graduação da faculdade de odontologia de Araçatuba - Sr^a Marina M. S. Kawagoe e Sr^a Valéria Q. M. Zagatto pela paciência e boa vontade em ajudar todos os alunos.

Aos Funcionários da Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Araçatuba, Alexandra Bento, Ana Cláudia Martins Grieger Manzatti, Cláudio Hideo Matsumoto, Fátima Maria Metello Bertolucci, Isabel Pereira de Matos, Ivone Rosa de Lima Munhoz, Izamar da Silva Freitas, Luzia Anderlini, Maria Cláudia C. Benez, Marina Alves dos Santos, pela boa vontade e competência no atendimento ao público, além da amizade consolidada nesses anos de convivência em que frequentei a biblioteca.

Aos colegas de pós-graduação pela convivência e momentos compartilhados. Em especial aos mais próximos, Cleverson Luciano Trento, Cristiane F. Furuse, Cristiano Marinho Correia, Daniel Galera Bernabé, Ellen G. Giovanini, Eni V. F. Lima de Castro, Henrique J. B. de Toledo, João Paulo de Carli, Luciana E. Simonato, Marcelli Moço Silva e Paulo de Tarso.

À amiga que muito me ajudou e estimulou nos momentos mais difíceis durante esse período Diurianne Caroline Campos França, meus sinceros agradecimentos.

Aqueles que passam por nós não vão sós, não nos deixam sós. Deixam um pouco de si, levam um pouco de nós.

Antoine de Saint-Exupéry

MONTI, L.M. Estudo radiográfico digital e densitométrico em mandíbulas de suínos, submetidas a osteotomia com brocas de alta e baixa rotação, com refrigeração líquida.

2005. 63 f. Dissertação (Mestrado)-Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2005.

RESUMO

Avaliou-se, por meio de exames radiográficos digitais e densitométricos, a influência do tipo de instrumento rotatório para corte, no processo de reparação óssea após osteotomias em mandíbula de suíno em tempos controlados. Foram utilizados para o estudo oito suínos da raça *Large White*, com peso corpóreo inicial variando de 25 a 30 Kg. Dois cortes transversais do meio à base de mandíbula direita foram realizados, um por meio de instrumento rotatório de alta rotação e o outro pela ação da baixa rotação, ambos com irrigação líquida. Após períodos pré-estabelecidos (7, 28, 60 e 90 dias) os animais foram sacrificados e suas mandíbulas retiradas para estudos radiográficos digitais diretos e indiretos, pelo sistema DIGORA e ODR e de densitometria óptica por imagens radiográficas pelo sistema CROMOX. Nos períodos iniciais (7 e 28 dias) as densitometrias foram maiores na região das osteotomias realizadas com alta rotação e nos períodos finais (60 e 90 dias) as densitometrias foram maiores nas osteotomias feitas com baixa rotação, indicando uma melhor reparação óssea final quando do uso de baixa rotação. A análise qualitativa do processo de reparação foi feita pelo sistema ODR, que possibilitou a obtenção de imagens digitais tridimensionais e coloridas, permitindo comparação das espessuras ósseas com as de uma cunha de alumínio, evidenciando que aos sessenta dias a reparação óssea estava aparentemente completa. Os histogramas do DIGORA apontaram valores de médias de nível de cinza nas áreas de osteotomia, evidenciando uma maior quantidade de tons de cinza nas osteotomias de alta rotação nos primeiros tempos, e nas osteotomias com baixa-rotação nos tempos finais.

Palavras-chave: Suínos. Osteotomia. Intensificação de imagem radiográfica. Densidade óssea. Mandíbula.

MONTI, L.M. **Digital and densitometric radiographic study in swine jaws submitted to osteotomy with high and low drilling rotations, with liquid cooling.** 2005. 63 f. Dissertação (Mestrado)-Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2005.

ABSTRACT

It was evaluated, through digital and densitometric radiographic exams, the influence of the type of rotating instrument for cut, in the process of bony repair after osteotomy in swine jaw in controlled times. They were used for the study eight *Large White* swines, with initial corporal weight varying from 25 to 30 Kg. Two traverse cuts of the middle to the base of right jaw were accomplished, one through rotating instrument of high rotation and the other for the action of the low rotation, both with liquid irrigation. After established periods (7, 28, 60 and 90 days) the animals were sacrificed and your mandibles retired for direct and indirect digital radiografic studies, for the DIGORA and ODR systems and of optical densitometry for radiographic images for the CROMOX system. In the initial periods (7 and 28 days) the densitometry were larger in osteotomy areas accomplished with high rotation and in the final periods (60 and 90 days) the densitometry were larger in the osteotomy done with low rotation, indicating a better final bony repair when of the use of low rotation. The qualitative analysis of the repair process was made by the ODR system, that made possible obtaining three-dimensional and colored digital images, allowing comparison of the bony thickness with the one of a wedge of aluminum, evidencing that to the sixty days the bony repair was apparently complete. The histograms of DIGORA pointed values of the averages of ash tones in the osteotomy areas, evidencing a larger amount of ash tones in the osteotomy of high rotation in the first times, and in the osteotomy with low-rotation in the final times.

Keywords: Swine. Osteotomy. Radiographic image enhancement. Bone density. Mandible.

LISTA DE FIGURAS

	Pág
FIGURA 1 – Média dos dados das densidades em milímetros de alumínio segundo os tempos e tipos de instrumentos rotatórios na região de cortical óssea.	34
FIGURA 2 – Média dos dados das densidades em milímetros de alumínio segundo os tempos e tipos de instrumentos rotatórios na região medular óssea.	34
FIGURA 3 – Média dos valores de níveis de cinza obtidos nas radiografias digitais diretas segundo os tempos e tipos de instrumentos rotatórios na região de cortical óssea.	35
FIGURA 4 – Média dos valores de níveis de cinza obtidos nas radiografias digitais diretas segundo os tempos e tipos de instrumentos rotatórios na região de medular.	35
FIGURA 5 - Imagem “tridimensional” da reparação óssea no animal 1 após 7 dias da cirurgia.	36
FIGURA 6 - Imagem “tridimensional” da reparação óssea no animal 2 após 7 dias da cirurgia.	36
FIGURA 7 - Imagem “tridimensional” da reparação óssea no animal 1 após 28 dias da cirurgia.	36
FIGURA 8 - Imagem “tridimensional” da reparação óssea no animal 2 após 28 dias da cirurgia.	36
FIGURA 9 - Imagem “tridimensional” da reparação óssea após 60 dias da cirurgia.	37
FIGURA 10 - Imagem “tridimensional” da reparação óssea após 90 dias da cirurgia.	37

LISTA DE TABELA

	Pág
Tabela 1 – Estatística descritiva (média) dos dados obtidos pelo programa CROMOX, em milímetros de alumínio avaliados segundo o instrumento usado na osteotomia, a localização da mesma e os diferentes tempos de sacrifício.	33

LISTA DE ABREVIATURAS

Al	= Símbolo do elemento químico Alumínio
Byte	= Binary Term. É composto por oito bits, é a unidade utilizada para codificar um caractere.
Carbide	= Tipo de broca
Cromox	= Programa de processamento de imagens, desenvolvido por Athena-SIA/Sistema de Inteligência Avançada, SJC-SP.
Digora	= Sistema de imagem digital
DXA	= Dual energy x-ray absorptiometry
Eixo x	= O eixo horizontal em um sistema cartesiano ortogonal.
Eixo y	= O eixo vertical em um sistema cartesiano ortogonal.
Eixo z	= O eixo que tem representação no espaço e é perpendicular ao plano formado pelo os eixos dos x e dos y .
g	= Grama
HP Deskscan	= Programa do scanner
HP Scan jet 4C	= Tipo do scanner da HP
Kg	= Quilograma
kVp	= Pico de quilovoltagem
mA	= Miliampere
Matlab	= Matrix Laboratory. Programa matemático de computador.
Mg	= Miligrama
ml	= Mililitro
mm	= Milímetros

ODR	= Programa de computador em fase de desenvolvimento que fornece imagens “tridimensionais” e coloridas
Pixel	= Picture Element - O menor elemento formador de uma imagem.
rpm	= rotação por minuto.
Scanner	= Equipamento eletrônico responsável por digitalizar imagens, fotos e textos para o computador.
Software	= Termo em inglês para programa de computador
TIFF	= Tagged Image File Format. Um tipo de arquivo para a armazenagem de gráficos e figuras, desenvolvido pela Aldus e pela Microsoft.
Windows	= Sistema operacional desenvolvido pela Microsoft.
%	= Porcentagem
UI	= Unidade Internacional



COMISSÃO DE ÉTICA NA EXPERIMENTAÇÃO ANIMAL
(CEEA)

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto **"ESTUDO RADIOGRÁFICO E DENSITOMÉTRICO EM MANDÍBULAS DE SUÍNOS SUBMETIDAS A OSTEOTOMIAS COM BROCAS DE ALTA E BAIXA ROTAÇÃO, COM REFRIGERAÇÃO LÍQUIDA"** sob responsabilidade de ALVIMAR LIMA DE CASTRO, MÁRIO JEFFERSON QUIRINO LOUZADA e LEDA MARIA PESCHINI SALZEDAS, LIRA MARCELA MONTI está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal adotado pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA) e foi aprovado **AD REFERENDUM** pela CEEA em 09 de abril de 2005, de acordo com o protocolo nº 24/05.

Araçatuba, 09 de abril de 2005.


Prof.ª Ass. Dr.ª Maria Gisela Laranjeira
Presidente

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1 OSTEOTOMIAS	19
2.2 SUÍNOS COMO MODELO BIOLÓGICO	20
2.3 DENSITOMETRIA ÓPTICA RADIOGRÁFICA	22
2.4 RADIOGRAFIA DIGITAL	23
3 PROPOSIÇÃO	26
4 MATERIAL E MÉTODO	28
5 RESULTADOS	33
6 DISCUSSÃO	39
7 CONCLUSÃO	45
REFERÊNCIAS	47
ANEXOS	54

1 INTRODUÇÃO

No campo da cirurgia bucal, as osteotomias são amplamente empregadas em exodontias, enucleação de lesões e correções ósseas, através de alveolótomos, limas para osso, serras, cinzéis, martelos, instrumentos rotatórios e brocas, sozinhos ou associados (OKAMOTO et al., 1984, 1994). O emprego de brocas com instrumentos rotatórios, contudo, permite a execução mais rápida do procedimento cirúrgico e melhor comodidade ao paciente, porém, sua utilização deve ser acompanhada de refrigeração por aerossol de ar/água para evitar aquecimento excessivo do tecido ósseo, o que poderia comprometer sua vitalidade e atrasar o processo de reparação óssea, levando ao aparecimento de lesões ou seqüestros (TOLEDO, 2004).

A maioria dos estudos sobre os efeitos de osteotomias com diferentes instrumentos na reparação óssea tem sido avaliada histologicamente. A utilização de recursos radiográficos para análise qualitativa e quantitativa, atualmente tem ganho maior atenção, por ter se tornado mais exeqüível com o advento da informática, em especial com relação a densitometria que analisa quantitativamente o teor mineral do tecido ósseo (SCARPARO, 1995), conseguindo-se, dessa forma, contornar a subjetividade individual na análise e interpretação da imagem radiológica, bem como as limitações visuais, através da utilização de técnicas de medida de densidade óptica (LOUZADA, 1988). Contudo, apesar das técnicas de avaliações quantitativas e qualitativas do estado de mineralização óssea estarem avançando de forma acentuada, seus graus de complexidade e de custo impedem, até certo ponto, sua utilização de forma rotineira (LOUZADA, 1994).

Dessa forma, perante o avanço da ciência odontológica e a presença de questionamentos ainda sem respostas, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os processos de reparação óssea em períodos controlados de osteotomias feitas com brocas

montadas em alta e baixa rotação com refrigeração líquida em mandíbulas de suínos, por meio da análise quantitativa da densidade óptica na imagem digital através de histogramas do sistema Digora (Soredex) e do programa CROMOX, e análise qualitativa através de imagens “tridimensionais” e coloridas obtidas pelo programa ODR.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Com o objetivo de direcionar e facilitar a compreensão do presente estudo foi realizada uma revisão dos conteúdos científicos, abordando-se os assuntos osteotomia com instrumentos rotatórios de alta e baixa rotação, modelo biológico em suínos, generalidades sobre técnicas de medição de densidade óssea e radiografia digital.

2.1 OSTEOTOMIAS

Macfall et al. (1961) estudaram histológica e radiograficamente osteotomias em tíbias de ratos feitas com um dispositivo ultra-sônico cortante e brocas rotatórias, sugerindo reparação mais rápida quando do uso de brocas irrigadas em solução salina normal. Outros trabalhos utilizando métodos semelhantes têm comparado os efeitos de cortes em diferentes velocidades, com vistas ao dano tecidual, que seriam menores quando da utilização de refrigeração líquida (BOYNE, 1966; CALDERWOOD et al., 1964; COSTICH et al., 1964; MOSS, 1964; PEREIRA et al., 1996; OKAMOTO et al., 1994; TOLEDO, 2004).

Estudos comparando osteotomias com instrumentos giratórios e cinzéis cirúrgicos têm sugerido que este último seria melhor, considerando-se os efeitos do método no processo de reparo cicatricial do osso alveolar, quando comparado com a baixa rotação, e similares com a alta rotação (HORTON et al., 1975; OKAMOTO et al., 1984).

Hall (1965) estudou os efeitos da osteotomia com alta velocidade com e sem irrigação em fêmur de porcos Guiné e obteve como resultado que aos 30 dias a reparação estava completa e que os resultados com alta rotação com e sem refrigeração líquida não mostraram diferenças significantes, não havendo necrose quando do uso sem refrigeração.

Boyne (1966) utilizando a microscopia por fluorescência estudou defeitos ósseos em cristas alveolares maxilomandibulares e em fêmures de cães realizados com

instrumentos de alta rotação através da demonstração da capacidade das tetraciclinas em produzir linhas com incremento fortemente fluorescentes no osso com proliferação e calcificação, oferecendo assim um novo método de investigação da osteogênese, com melhores resultados para a osteotomia com alta rotação e refrigeração.

Estudos mais recentes têm investigado a produção de calor durante a osteotomia realizada com diferentes velocidades, sugerindo que perfurações com alta velocidade produziam menos calor do que quando se usava broca carbide em baixa rotação (IYER et al., 1997). Sharawy et al. (2002) também consideraram em suas observações que a necrose óssea depois de perfurações dependeriam do número de rotações por minuto, sugerindo que os resultados seriam melhores quanto mais alta fosse a velocidade, por gerar menor quantidade de calor.

Toledo (2004) comparou em um estudo histológico duplo-cego em suínos da raça *Large White*, os efeitos da osteotomia mandibular com instrumentos giratórios de baixa e alta rotação com e sem refrigeração líquida, constatando que aos sete dias o pior resultado foi referente ao grupo com baixa rotação e sem refrigeração e o melhor resultado foi dos animais submetidos a osteotomias com brocas de alta rotação com refrigeração. No tempo final da observação aos 28 dias, o autor concluiu que o pior resultado se deu no grupo com alta rotação sem refrigeração e o melhor resultado com baixa rotação com refrigeração líquida.

2.2 SUÍNOS COMO MODELO BIOLÓGICO

Desde 1965, estudos procuram demonstrar a importância em se utilizar suínos como modelo biológico na pesquisa experimental, sugerindo que no homem, áreas de osso haversiano são reabsorvidas mais intensamente do que osso lamelar intersticial, o mesmo podendo ocorrer no porco, e no que diz respeito a diferenças morfológicas e histológicas ósseas, estes apresentam densidades e metabolismo ósseo semelhantes (ATKINSON, 1965;

CHRISTGAU et al., 1998b; GLOWACKI et al., 2004; HALL, 1965; POWELL et al., 1973; TROULIS et al., 2000; ZIMMERMANN et al., 2005).

No estudo da reparação óssea após osteotomias, alguns trabalhos utilizaram suínos (ROBERTSON et al., 1980; SHARAWY et al., 2002), e esses têm sido utilizados também como modelos para se estudar o remodelamento ósseo (GLOWACKI et al., 2004; HOLTZHAUER et al., 1998; THURMÜLLER et al., 2002; ZIMMERMANN et al., 2004; ZIMMERMANN et al., 2005), no estudo de densitometria óssea (ATKINSON et al., 1977; CHRISTGAU et al., 1998a; LEE et al., 2004; MITCHELL et al., 2001; ROSE et al., 2005; ZHANG et al., 2001), e na avaliação de radiografias digitais como método diagnóstico (CHRISTGAU et al., 1998b). Marqueti (2003) estudou o desenvolvimento de lesão periapical induzida experimentalmente, objetivando análise no desenvolvimento de reabsorções cementodentinárias e ósseas, e tipo/gradação de infiltrado inflamatório, utilizando suínos de grande porte da linhagem *Large White*.

Inui et al. (2004) demonstraram que o osso do porco é mais forte que o humano e que a densidade mineral óssea em fêmea é maior do que em machos.

Estudos recentes têm demonstrado que somente a articulação temporomandibular de primatas superiores e de suínos parecem ter sistemas anatômica e funcionalmente próximos ao humano (GLOWACKI et al., 2004; HERRING, 1995; LANGENBACH et al., 2002; TROULIS et al., 2000; ZIMMERMANN et al., 2005).

Saka et al. (2002) realizaram um estudo comparando o suprimento sanguíneo do córtex mandibular de miniporcos da raça *Göttingen* e do homem, observando similaridade nos resultados de ambas as espécies.

As pesquisas utilizando porcos não estão limitadas somente aos estudos ósseos. Existem vários outros experimentos nas mais diversas áreas da medicina, pois do porco se aproveita desde o fornecimento de substâncias vitais para o homem até a doação de

órgãos, transformando-se em importante opção da medicina para aumentar a sobrevivência das pessoas (ROPPA, 2005; SIMÕES, 2004).

2.3 DENSITOMETRIA ÓPTICA RADIOGRÁFICA

Santos Pinto (1964) estudou a mineralização no processo de reparo em feridas de extração dental em cães utilizando densitometria óptica radiográfica, comparando esses resultados com os da microscopia de fluorescência. Outros estudos utilizando várias técnicas e programas de densitometria foram realizados por diversos autores, objetivando melhor entendimento do processo de reparo ósseo nas diversas áreas da medicina e nos mais variados tipos de modelos biológicos (cães, gato, macaco, rato, coelho, homem, porco), e quando comparados aos resultados histológicos e radiográficos convencionais demonstraram ser um exame de grande eficácia (BODNER et al., 1993; BOZZO et al., 2004; BRÄGGER et al., 1987; CARVALHO et al., 1978, 1980; DUINKERKE et al., 1977; LOUZADA, 1988; MIYAHARA, 1987; MORASOLLI, 2004; PELISSONI et al., 2003; ROSE et al., 2005; SIERASKI; CORCORAN, 1984; VILLAREAL et al., 2000).

Estudos de avaliação densitométrica de processos fisiológicos normais e situações que possam afetar a qualidade do osso sistemicamente também têm sido realizados, relacionando idade cronológica com a densidade óssea (ATKINSON, 1965; GARCIA, 1995), ação de medicamentos no metabolismo, alterações hormonais e condições patológicas (BOZZO et al., 2004; LOUZADA et al., 2001; PELISSONI et al., 2003; RAHAL et al., 2002; SCHNEIDER, 1984).

Scarparo (1995) se refere ao ultra-som, raios gama e raios X como métodos disponíveis para a mensuração não invasiva da massa óssea, que vai desde interpretações subjetivas radiográficas até métodos sofisticados como a ativação de nêutrons.

A densitometria óssea tem sido referida como recurso útil no diagnóstico e orientação terapêutica com vistas ao tratamento de doenças osteometabólicas, estudo de reparações ósseas de fraturas e procedimentos cirúrgicos (FONSECA, 1999; LOUZADA et al., 1998a, 1998b).

Dentre as técnicas hoje disponíveis se têm a absorciometria por fóton único, a absorciometria por fóton duplo e a tomografia computadorizada quantitativa, cuja aplicação em mandíbula é considerada difícil, devido irregularidade morfológica do osso (LOUZADA, 1999; MEURER, 2000; RAHAL et al., 2002).

Há evidências de que a técnica não está somente relacionada à densidade óssea real, mas, também à adequada técnica radiográfica utilizada (DUINKERKE et al., 1977; SCHNEIDER, 1984). Jeffcoat et al. (1984) e Louzada (1994) citaram que erros inerentes à não padronização radiográfica limitavam a utilização do método densitométrico, mas que tais problemas poderiam ser superados quando do uso de uma escada de alumínio, radiografada concomitantemente ao material de estudo, passando, portanto, por todas as fases do processamento radiográfico.

2.4 RADIOGRAFIA DIGITAL

Farmann e Scarfe (1994) consideraram que a digitalização pode ser um passo a mais na obtenção da imagem diagnóstica, realizando uma revisão sobre os conceitos básicos das imagens digitais e explicando que numa imagem digital obtida direta ou indiretamente, cada ponto de informação ou pixel teria sua orientação espacial e densidades designadas por “byte”, que corresponderia a uma seqüência de dígitos binário apresentando diferentes tamanhos, sendo que quanto maior o número, mais detalhada seria a imagem. Enquanto a radiografia convencional é formada por um arranjo de cristais de prata sobre uma emulsão, a imagem digital é formada por pixels, que são os pontos da imagem. Cada pixel contém uma

informação sobre a cor ou nível de cinza ao qual corresponde para formar a imagem (ANALOUÏ, 2001).

De acordo com Sarmiento et al. (1999) existem três sistemas digitais para imagens radiográficas intrabucais: a radiografia digital direta, o sistema radiográfico computadorizado, por exemplo o Digora, e a radiografia digital indireta obtida por digitalização de radiografia convencional através de scanner. As radiografias digitais apresentam maior sensibilidade, objetividade e reprodutibilidade, reduzindo a variabilidade inerente ao desempenho dos observadores e necessitando menor dose de radiação, além de poder sofrer modificação na tonalidade de cinza através do processamento de imagem, facilitando ao olho humano a distinção de pequenas alterações (BOZENTKA et al., 2002; GRÖNDAHL, 1992; MEURER, 2000).

Segundo Salzedas et al. (2002), a imagem radiográfica digital direta se tornou realidade no campo da Odontologia em 1987, com o sistema Radio Visio Graphy (Trophy Radiologie, Vincennes, France). Vários estudos comparativos entre as técnicas de radiografias convencionais e digitais têm sido realizados em diferentes modelos biológicos (BOZENTKA et al., 2002; DUBREZ et al., 1992). Salzedas et al. (2002) compararam o método digital com manipulação de imagem, o método digital sem manipulação de imagem e o método convencional, concluindo que não havia diferença estatisticamente significativa na detecção e quantificação dos defeitos de furca artificialmente criados em suínos.

Schmitd (2005) avaliou radiograficamente a reabsorção óssea periodontal em ratos por meio de níveis de cinza, designados como valor de pixel, através do sistema Digora e comparou com o exame histopatológico, porém concluiu que apesar da análise do valor do pixel de uma radiografia digital detectar perda óssea, falhou em detectar as alterações ósseas progressivas vistas microscopicamente.

3 PROPOSIÇÃO

O presente experimento teve como propósito analisar quantitativamente e qualitativamente a reparação óssea em mandíbulas de suínos submetidas a osteotomias realizadas com brocas em alta e baixa rotação com irrigação líquida, através de estudo radiográfico digital e densitométrico.

4 MATERIAL E MÉTODO

Para esse estudo foram utilizados oito suínos da raça *Large White* (três machos castrados e cinco fêmeas), com peso corporal em torno de 25 Kg inicialmente, constituindo-se quatro grupos de dois animais, respectivamente referentes aos períodos de estudo de sete, vinte e oito, sessenta e noventa dias. Para indução anestésica, foi utilizado Aceprom 1% (Acepromazina 10mg/ml. Univet S.A.- Indústria Veterinária), na dose de 0,5 mg/kg associando-se morfina 10 mg/ml (laboratório Cristália), também na dose de 0,5 mg/kg.. Decorridos vinte minutos, procedeu-se à anestesia com Cloridrato de Ketamina 1 g/10 ml., na dose média de 20 mg/kg intramuscular, associando-se Diazepam 5 mg/ml, na proporção de 1mg/kg de massa corporal. Foi realizada suplementação anestésica local à base de infiltração de cloridrato de Prilocaína 3% com felipressina 0,03 UI/ml (Citocaína R 3%, Laboratório Cristália).

Após anestesia, foi feita uma incisão cirúrgica na região extra-oral altura do ângulo mandibular direito para exposição do osso mandibular e, a seguir, foram confeccionadas duas cavidades alongadas homogêneas com brocas Carbide (do sistema KG Sorensen número 8 para alta rotação e para baixa rotação, esféricas com diâmetro de 2mm), nas proporções aproximadas de 2mm de largura e profundidade por 4mm de extensão, com distância de aproximadamente 7mm entre uma e outra. Uma das cavidades foi feita com alta rotação (KAVO) com velocidade de 300.000 rpm, e refrigeração de solução fisiológica, e a outra cavidade com baixa rotação (micromotor da KAVO) em velocidade máxima de 20.000 rpm e refrigeração de solução fisiológica. Após a preparação, as cavidades foram irrigadas com soro fisiológico e o retalho colocado em posição, procedendo-se à sutura com pontos interrompidos.

A conduta terapêutica pós-cirúrgica adotada foi aplicação via intramuscular de 4 ml de fenilbutazona sódica, uma hora após o procedimento cirúrgico, com a finalidade de controlar o quadro inflamatório local e diminuir a dor pós-operatória, e Gentamicina 80 mg profilaticamente.

Ao final do período experimental referente a cada grupo, os animais foram sacrificados por injeção endovenosa excessiva de Tiopental e cloreto de potássio, exceto dois animais que foram perdidos e que seriam sacrificados com 60 e 90 dias. As mandíbulas foram removidas e limpas de tecidos moles para serem radiografadas.

Foram feitas radiografias da região das cavidades com filmes periapicais convencionais (AGFA DENTUS M2 Confort 3x4 cm), placa óptica do sistema Digora (Soredex, Orion Crporation, Helsinki, Finland), e filmes extrabucais (base verde R-MAT G/RA TMG/RA – 1 da KODAK).

Para a obtenção das imagens nas placas ópticas e filmes periapicais foi utilizado o aparelho de raios X GE-100 (General Electric, Milwaukee, EUA), operando com 70kVp, 10 mA, 12 impulsos. Já para as radiografias extrabucais utilizou-se o equipamento da GE (General Eletric, Milwaukee, EUA), operando com 50 kVp, 10mA, 1/5 segundos.

No ato da tomada radiográfica, junto à região a ser estudada de cada peça, foi colocada uma escada de alumínio (penetrômetro) radiografada concomitantemente com os filmes periapicais e placas ópticas, e uma cunha de alumínio de 25 mm de largura, 140 mm de comprimento, 34 mm de altura máxima, radiografada com os filmes extrabucais, que serviram como referencial de densidade óptica.

Os filmes periapicais e extrabucais foram revelados manualmente.

As radiografias periapicais convencionais foram digitalizadas por um scanner (HP Scanjet 4C) através do programa HP Desk-Scan, e as imagens armazenadas em microcomputador.

Por meio do programa computacional CROMOX (Programa de processamento de imagens, desenvolvido por Athena-SIA/Sistema de Inteligência Avançada, SJC-SP), as imagens foram recapturadas e, com o auxílio do mouse, selecionou-se a região onde foram feitas as análises. Uma vez determinada essa região, procedeu-se a leitura dos dados, fornecendo os valores de densidade óptica expressos em níveis de cinza (até 256). Foram realizadas cinco leituras por área totalizando vinte leituras por radiografia (5 medidas na cortical da osteotomia com alta rotação, 5 na cortical com baixa, 5 na medular com alta e 5 na medular com baixa), mais a leitura dos valores dos degraus do referencial. Esse programa foi confeccionado de maneira a permitir variar a área a ser utilizada na leitura densitométrica. Os valores de densidade de todas as radiografias das imagens ósseas e da escada de alumínio foram armazenados no microcomputador e convertidos para valores em equivalentes a espessura de alumínio através de uma equação matemática e do programa computacional de Pelá et al. (LOUZADA et al. 1998a).

A leitura das placas ópticas do sistema Digora sensibilizadas foram efetuadas em scanner a laser do próprio equipamento Digora, e as imagens visualizadas no software Digora for Windows 1.51. Essas imagens digitais possibilitaram a visualização quantitativa do reparo ósseo de cada animal, através das médias dos tons de cinza dos pixels. Para a obtenção desses valores foram realizadas cinco medições, como as realizadas para os filmes periapicais, da média de tons de cinza de cada área a ser estudada. Desses valores, obteve-se uma média por radiografia de cada animal e assim a média final em níveis de cinza nas osteotomias por grupo de animais.

As imagens radiográficas de cada hemimandíbula, nos filmes extrabucais, foram digitalizadas através de um “scanner” HP acoplado a um adaptador para transparências da mesma marca e armazenadas com extensão TIFF.

O programa nomeado “ODR” em desenvolvimento, escrito no programa de análises numéricas MATLAB (PELISSONI et al., 2003), processou as imagens digitalizadas das radiografias extrabucais com a cunha, fornecendo novas imagens tridimensionais e coloridas. Com o mouse se delimitou o referencial, uma cunha de material inerte, de maneira a alimentar o programa que analisa automaticamente linha por linha, criando um banco de dados relativos à densidade óptica (níveis de cinza) versus espessura da cunha. Como não foi feita análise quantitativa, foi escolhido um comprimento de cunha que contemplasse visualmente todos os níveis de enegrecimento da região de estudo (cirurgia e borda), para que houvesse uma boa representatividade (boa sensibilidade) das diferenças de contraste na área estudada. Outra janela foi aberta para delimitar o local de estudo que se desejava obter a imagem reconstruída, comparando seus níveis de cinza com os do referencial. Dessa maneira uma nova imagem foi reconstruída em três eixos sendo o 3.º eixo expresso em espessuras equivalentes às da cunha (mmAl). As cores são representativas da espessura da cunha de alumínio utilizada como referência. Nos eixos x e y dessas imagens tridimensionais estão a localização superficial dos pontos da imagem originalmente digitalizada e no eixo z estão os valores de densidade, expressos em milímetros de alumínio.

Foi realizada análise estatística descritiva dos resultados obtidos com o Cromox e o Digora, e análise qualitativa das figuras obtidas pelo ODR.

5 RESULTADOS

Os dados obtidos a partir da análise dos valores médios da leitura da densidade obtida pelo programa CROMOX de radiografias digitalizadas, evidenciaram a reparação óssea quantificada em números absolutos nos tempos especificados (Tabela 1).

Tabela 1 – Estatística descritiva (média) dos dados obtidos pelo programa CROMOX, em milímetros de alumínio avaliados segundo o instrumento usado na osteotomia, a localização da mesma e os diferentes tempos de sacrifício.

TEMPO (DIAS)	ALTA ROTAÇÃO		BAIXA ROTAÇÃO	
	cortical	Medular	cortical	medular
07	4,04	2,44	3,80	2,73
28	5,16	3,23	4,34	2,51
60	4,38	2,90	5,40	3,64
90	5,84	4,80	6,31	5,96

Conforme as informações numéricas apresentadas na tabela 1, podemos observar que as médias das leituras das densidades nas osteotomias realizadas com alta rotação nos grupos de sete e vinte e oito dias foram ligeiramente maiores às das osteotomias realizadas com baixa rotação com exceção ao período de sete dias que apresentou valor ligeiramente maior na osteotomia com baixa rotação na medular. Nos tempos de sessenta e noventa dias os resultados mostraram que os maiores valores de densidade foram nas osteotomias realizadas com baixa rotação. Esses resultados podem ser melhor visualizados nos gráficos das figuras 1 e 2.

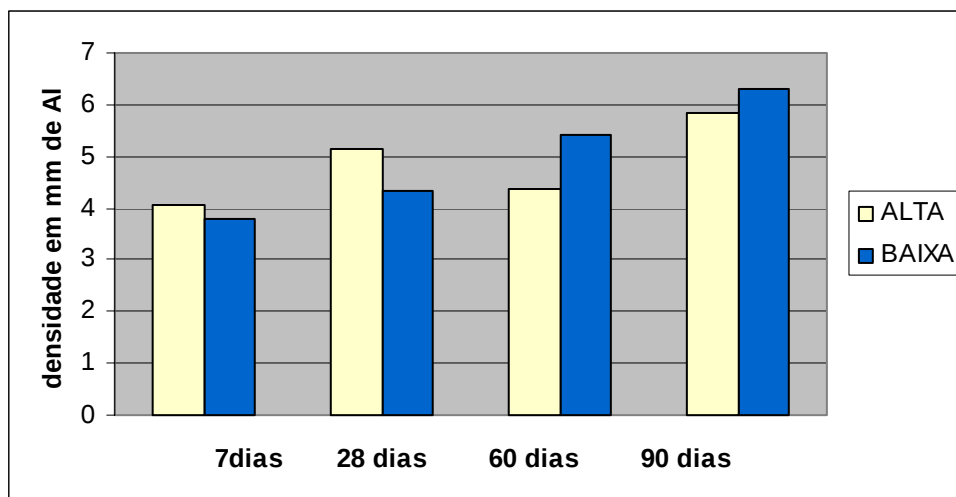


FIGURA 1 – Média dos dados das densidades em milímetros de alumínio segundo os tempos e tipos de instrumentos rotatórios na região de cortical óssea.

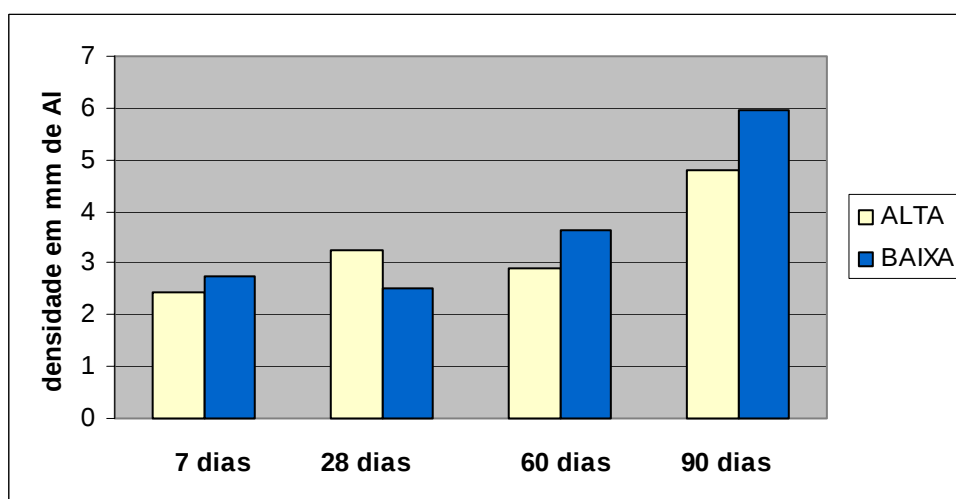


FIGURA 2 – Média dos dados das densidades em milímetros de alumínio segundo os tempos e tipos de instrumentos rotatórios na região medular óssea.

Os dados representados nos gráficos das figuras 1 e 2 evidenciam que a média das densidades no interior da osteotomia realizada com alta rotação foi superior aos da baixa rotação nos tempos de sete e vinte e oito dias, com exceção da região medular aos sete dias, que foi maior para a baixa rotação. Já nos tempos de sessenta e noventa dias as médias dos níveis de cinza para as osteotomias realizadas com baixa rotação foram superiores.

Através do Programa Digora puderam ser analisadas as radiografias digitais diretas, obtendo-se os histogramas que forneceram dados sobre a média dos níveis de cinza

nos pixels de cada região, instrumento de osteotomia e período avaliado, que estão representados nos gráficos das figuras 3 e 4.

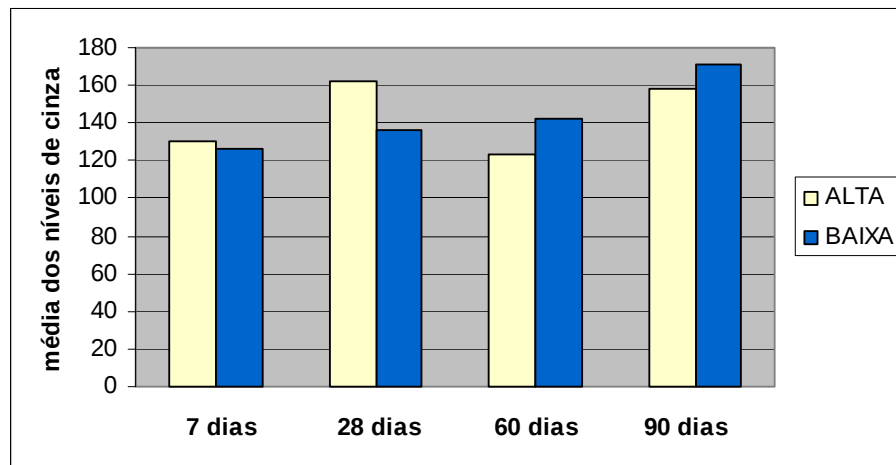


FIGURA 3 – Média dos valores dos níveis de cinza obtidos nas radiografias digitais diretas segundo os tempos e tipos de instrumentos rotatórios na região de cortical óssea.

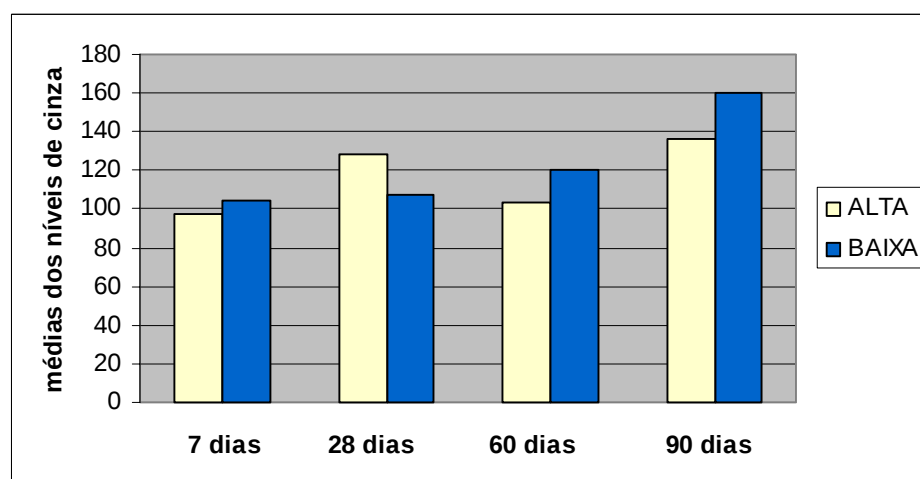


FIGURA 4 – Média dos valores dos níveis de cinza obtidos nas radiografias digitais diretas segundo os tempos e tipos de instrumentos rotatórios na região de medular.

As osteotomias também foram analisadas qualitativamente pelo programa ODR, obtendo-se as imagens tridimensionais coloridas de cada animal (Figuras 5, 6, 7, 8, 9 e 10).

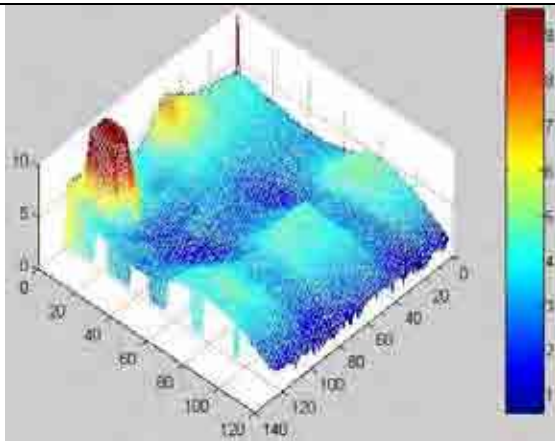


FIGURA 5 - Imagem tridimensional da reparação óssea no animal 1 após 7 dias da cirurgia.

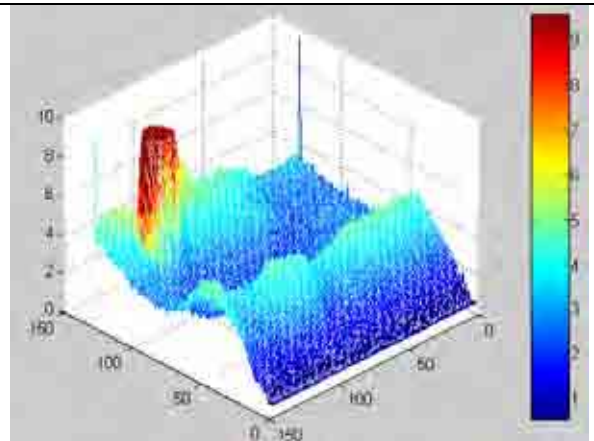


FIGURA 6 - Imagem tridimensional da reparação óssea no animal 2 após 7 dias da cirurgia.

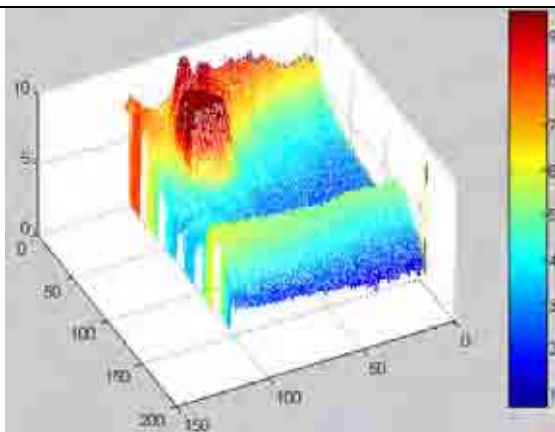


FIGURA 7 - Imagem tridimensional da reparação óssea no animal 1 após 28 dias da cirurgia.

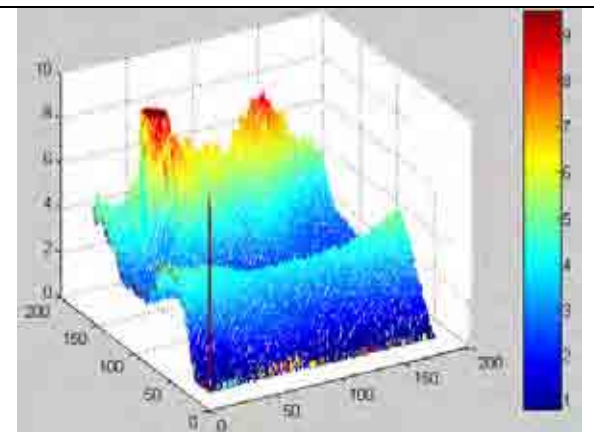


FIGURA 8 - Imagem tridimensional da reparação óssea no animal 2 após 28 dias da cirurgia.

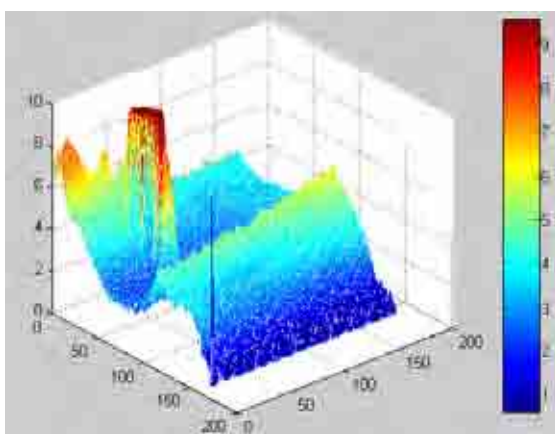


FIGURA 9 - Imagem tridimensional da reparação óssea após 60 dias da cirurgia.

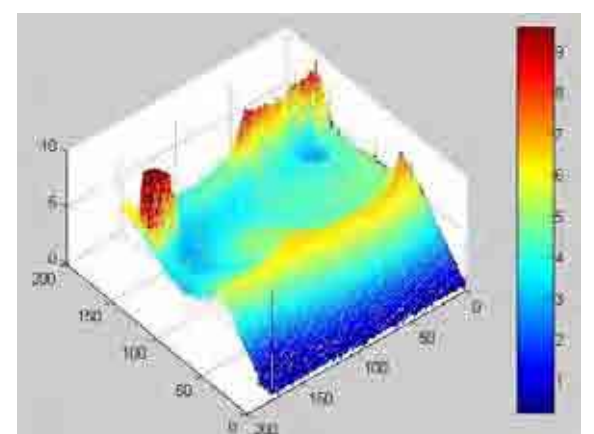


FIGURA 10 - Imagem tridimensional da reparação óssea após 90 dias da cirurgia.

Nas Figuras 5 e 6 se pode observar claramente as áreas de osteotomias (cavidades azuladas), pela descontinuidade do tecido ósseo da cortical representado pela coloração esverdeada.

Aos sete dias pós-operatórios não se observaram diferenças visuais na coloração entre as cavidades realizadas com alta rotação e as cavidades realizadas com baixa rotação na cortical, ambas apresentaram coloração variando entre 3 e 4 na representação do referencial reproduzido a partir da espessura da cunha de alumínio. Na medular também não houve diferenças evidentes na coloração.

Nas Figuras 7 e 8 não mais observamos as cavidades das osteotomias, nos dois animais sacrificados aos 28 dias pós-operatórios. Há, na figura 8, uma ligeira depressão na cortical, porém a coloração é homogênea. Já a comparação entre as regiões onde foram realizadas as osteotomias com alta e baixa rotação não mostraram diferenças entre os métodos.

Nas figuras 9 e 10, correspondentes aos sessenta e noventa dias pós-operatórios respectivamente, a reparação óssea aparentemente estava completa. Além disso, foi possível observar que os locais das osteotomias com baixa rotação nos dois períodos, tanto na medular quanto na cortical tiveram maior densidade com as colorações representando a espessura da cunha de referencial variando de 5 a 6 aos sessenta dias e de 6 a 7 aos noventa dias, quando comparados aos locais onde a osteotomia foi realizada com alta rotação.

6 DISCUSSÃO

Segundo Bodner et al. (1993), a reparação óssea (formação osteóide e mineralização) é radiograficamente expressa como um aumento na radiopacidade, resultando em maior densidade óptica da imagem óssea (dependendo da técnica, pois no CROMOX valores maiores representam menores densidades ósseas, já no Digora quanto maior o valor maior a densidade). Assim, nos resultados da análise densitométrica obtidos pelo programa CROMOX no tempo pós-operatório de sete dias, o grupo correspondente aos animais submetidos a osteotomias com brocas de alta rotação com refrigeração líquida apresentaram maiores densidades ósseas em milímetros de alumínio na região de cortical óssea, o que sugere uma melhor reparação óssea com a alta rotação, resultado este já confirmado pelos estudos realizados por Toledo (2004), em observação histológica da reparação óssea nas áreas de osteotomia com alta rotação e irrigação líquida, em que neste mesmo tempo já havia a presença de tecido ricamente celularizado preenchendo toda a cavidade, circunscrita por trabéculas ósseas maduras pré-existentes. Contudo, na medular, a densidade óssea em milímetros de alumínio foi ligeiramente maior para os dois animais desse grupo, nas áreas que sofreram osteotomias com baixa rotação e esse mesmo resultado foi observado também quando se fez a análise das médias dos níveis de cinza dos pixels obtidas pelo sistema Digora. Esse dado controverso talvez seja consequência de inabilidade técnica no manuseio do equipamento, ao se considerar que seja praticamente impossível a padronização de pressão e velocidade de contato na repetição de movimentos durante as osteotomias. Assim, sendo a medular menos mineralizada do que a cortical, a pressão exercida pela alta rotação pode ter ocasionado um corte mais profundo na medular, podendo essa ser a causa da maior densidade aos sete dias nas osteotomias realizadas com baixa rotação.

No tempo pós-operatório de vinte e oito dias, obtiveram-se maiores valores de densidade em milímetros de alumínio e em média de níveis de cinza, nas áreas de osteotomia com alta rotação tanto na cortical como na medular, contradizendo os resultados obtidos por Toledo em 2004 que nesse mesmo tempo pós-operatórios obteve melhores resultados de reparo ósseo nas osteotomias realizadas com brocas de baixa rotação e refrigeração líquida. Já nos tempos de sessenta e noventa dias, os resultados mostraram que os maiores valores de densidade em milímetros de alumínio, e em graus de cinza foram obtidos nas osteotomias realizadas com baixa rotação.

Segundo Toledo (2004), o superaquecimento pela demora no procedimento baixa rotação de um lado, e a excessiva pressão tecidual exercida pelo ar/água na alta rotação por outro lado parecem ser os responsáveis pelos piores resultados nos processos onde houve a ação da alta rotação com irrigação do que da baixa com irrigação, pois o efeito do aquecimento pelo corte mais lento talvez não seja tão significativo nos tempos finais.

Costich et al. (1964), realizando estudo comparativo acerca de osteotomia em cães, usando alta e baixa velocidades com e sem refrigeração líquida, em períodos pós-operatórios menores que oito semanas, tiveram melhores resultados quanto a reparação com o uso da alta velocidade, talvez pela menor produção de calor, já em tempos superiores as diferenças não foram significativas, resultados semelhantes aos de Boyne em 1966, que utilizando metodologia semelhante, estudou defeitos ósseos em cristas alveolares maxilomandibulares em mandíbula de cães realizados com baixa e alta velocidades, não constatando através da marcação com tetraciclina diferença quantitativa e qualitativa na resposta do reparo entre os defeitos realizados com as velocidades em questão. Hall em 1965, avaliando a reparação óssea em porco guiné, observou uma completa reparação aos trinta dias pós-operatórios, com resultados semelhantes tanto para alta quanto para baixa rotação.

Resultados melhores de reparação ou neoformação óssea com o uso da alta rotação em qualquer tempo pós-operatório foram obtidos por Moss (1964), Calderwood et al. (1964), Okamoto et al. (1984), Iyer et al. (1997), Sharawy et al. (2002). Porém, Pereira et al. (1996), estudando os efeitos das osteotomias realizadas com alta e baixa rotação com velocidades máximas e mínimas em cães, obtiveram melhores resultados com o uso da baixa rotação com velocidades máxima e mínima em comparação com a alta rotação.

No que diz respeito a diferenças morfológicas e histológicas ósseas entre o porco e o humano, Atkinson (1965), Powell et al. (1973) e Troulis et al. (2000) relatam que suas densidades e metabolismo ósseo são semelhantes, fato que estimulou a realização de outros estudos de densidade óssea em suínos, como os trabalhos de Robertson et al. (1980), que avaliaram densitometricamente o processo de reparo em ramo de mandíbula após osteotomia, de Christgau et al. (1998a, 1998b) que utilizaram as radiografias de subtração digital quantitativa para descobrir alterações nas densidades e mudanças na massa de cálcio em mandíbulas, de Holtzhauer et al. (1998) que estudaram radiograficamente a densidade óssea dos defeitos de distração osteogênica e de Zhang et al. (2001) que analisaram a densidade óssea por meio da tomografia computadorizada. No presente trabalho, a densitometria óptica em imagens radiográficas foi a técnica de avaliação escolhida, graças aos recursos de informática para digitalização e processamento de informações, que vieram facilitar e agilizar esta metodologia. Ela tem sido utilizada na determinação da densidade óssea por Louzada (1999), Vilarreal et al. (2000), Lee et al. (2004) e Morasolli (2004), que nos últimos anos ganhou novo impulso com o advento das imagens digitais.

Atkinson (1965) e Inui et al. (2004) destacam que há diferenças entre machos e fêmeas quanto a densidades ósseas, pois é reconhecido o papel hormonal (estrogênio) na reparação óssea. Contudo, como o estudo utilizou suínos com aproximadamente três meses, o fator

hormonal não foi importante, além disso, não foi feita a comparação entre animais, mas sim a comparação entre as cavidades em um mesmo animal.

A avaliação quantitativa do processo de reparação óssea comparando os dois métodos de osteotomia, realizada pela metodologia descrita em materiais e métodos se mostrou rápida, simples e de baixo custo. As imagens radiográficas digitalizadas foram analisadas a partir dos níveis de cinza observados em uma determinada área. Os valores obtidos nessa área foram confrontados com aqueles fornecidos pela escada de alumínio, que serviu como referencial densitométrico. Finalmente, esses valores de densidade óptica foram convertidos em valores de espessura, expressos em milímetros de alumínio.

Contudo, apesar das vantagens da técnica densitométrica expostas por muitos autores, Schneider (1984) comentou que a técnica não está somente relacionada à densidade óssea real, mas, também à técnica radiográfica, à combinação tela/filme, ao processamento do filme, ao tecido mole e ao posicionamento do paciente.

Jeffcoat et al. (1984) e Louzada (1994) citaram que erros inerentes à não padronização radiográfica limitavam a utilização do método densitométrico, mas que tais problemas poderiam ser superados quando do uso de uma escada de alumínio, radiografada concomitantemente ao material de estudo, passando, portanto, por todas as fases do processamento radiográfico. Dessa forma, todas as variações que pudessem decorrer da não padronização afetariam também os referências, que serviriam para corrigir os valores de maneira a se poder compará-los, depois, entre as radiografias.

A análise dos níveis de cinza dos pixels das imagens digitais diretas obtidas pelo sistema Digora mostrou também que a reparação em geral aos sete e vinte e oito dias foi melhor para as osteotomias com alta rotação confirmando os dados obtidos pelo CROMOX.

Dubrez et al. (1992) compararam a densidade óssea através da fotodensitometria e análise do valor no pixel, concluindo que as duas técnicas são equivalentes na observação de evolução de patologias periodontais.

Farman e Scarfe (1994) e Sarmento et al. (1999) comentam que as imagens digitais podem ser um exame mais sensível na percepção de pequenas alterações ósseas, não demonstradas nas radiografias convencionais, pois o ser humano consegue distinguir entre vinte e quatro e trinta e dois tons de cinza na radiografia convencional e a imagem digital oferece 256 níveis de cinza. Contudo, Salzedas et al. (2002) concluíram que o método digital com manipulação de imagem, o método digital sem manipulação de imagem e o método convencional não apresentaram diferença estatisticamente significativa na detecção e quantificação dos defeitos de furca artificialmente criados.

O programa ODR transformou as imagens digitalizadas das radiografias em novas imagens tridimensionais e coloridas. Nestas imagens, os locais das osteotomias aos sete dias pós-operatório ficaram bem visíveis, já aos vinte oito, sessenta e noventa dias não foi possível observar defeitos ósseos, estando pelo menos aparentemente concluída a reparação, embora Robertson et al. (1980) tenham considerado a necessidade de um tempo maior a 12 semanas para o restabelecimento da densidade normal em seu estudo em mandíbulas de porco.

No ODR, a apresentação dos valores de densidade óptica em cores possibilitou uma melhor visualização e avaliação qualitativa dos níveis de densidade mineral óssea. Nas imagens coloridas foram realizadas comparações qualitativas entre a região osteotomizada e as regiões adjacentes preservadas, que serviram como referencial visual do estado evolutivo do processo de consolidação óssea.

7 CONCLUSÃO

- Nos tempos pós-operatórios de sete e vinte e oito dias as maiores densidades em milímetros de alumínio e as maiores densidades em níveis de cinza, evidenciando melhor reparação óssea, se deram nas osteotomias realizadas com brocas em alta rotação com refrigeração líquida com exceção aos sete dias na medular que a reparação foi melhor com baixa rotação.
- Nos tempos pós-operatórios de sessenta e noventa dias, a reparação óssea medida pela densidade em milímetros de alumínio e variações de níveis de cinza foi melhor nas osteotomias realizadas com baixa rotação e refrigeração líquida.
- Apesar do alto custo, o modelo biológico suíno é perfeitamente viável para estudo da reparação óssea através da densitometria.

REFERÊNCIAS

- ANALOU, M. Radiographic image enhancement. Part I: spatial domain techniques. **Dentomaxillofac. Radiol.**, v.30, n. 1, p. 1-9, Jan. 2001.
- ATKINSON, P. J. Changes in resorption spaces in femoral cortical bone with age. **J. Pathol. Bacteriol.**, v. 89, p. 173-178, Jan. 1965.
- ATKINSON, P. J.; POWELL, K.; WOODHEAD, C. Cortical structure of the pig mandible after the insertion of metallic implants into alveolar bone. **Arch. Oral Biol.**, v. 22, n. 6, p. 383-391, 1977.
- BODNER, L.; KAFFE, I.; LITTNER, M. M.; COHEN, J. Extraction site healing in rats. A radiologic densitometric study. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, v. 75, n. 3, p. 367-372, Mar. 1993.
- BOYNE, P. J. Histologic response of bone to sectioning by high-speed rotary instruments. **J. Dent. Res.**, v. 45, n. 2, p. 270-276, Mar. / Apr. 1966.
- BOZENTKA, D. J.; BEREDJIKLIAN, P. K.; WESTAWSKI, D.; STEINBERG, D. R. Digital radiographs in the assessment of distal radius fracture parameters. **Clin. Orthop. Relat. Res.**, n. 397, p. 409-413, Apr. 2002.
- BOZZO, R. O.; ROCHA, R. G.; HAITE NETO, F.; PAGANINI, G. A.; CAVALCANTI, M. G. P. Linear density analysis of bone repair in rats using digital direct radiograph. **J. Appl. Oral Sci.**, v. 12, n. 4, p. 317-321, Oct. / Dec. 2004.
- BRÄGGER, U.; LITCH, J.; PASQUALI, L.; KORNMAN, K. S. Computer-assisted densitometric image analysis for the quantitation of radiographic alveolar bone changes. **J Periodontal Res.**, v. 22, n. 3, p. 227-229, May 1987.
- CALDERWOOD, R.G.; HERA, S. S.; DAVIS, JR.; WAITE, D. E. A comparison of the healing rate of bone after the production of defects by various rotary instruments. **J. Dent. Res.** v. 43, p. 207-216, Mar. / Apr. 1964.
- CARVALHO, A.; SANTOS PINTO, R.; SANTOS PINTO, M. C. Reabsorção dos septos interdentaes no processo de reparo alveolar. Estudo densitométrico em cães. **Ars Cvrandi Odontol.**, v. 5, n. 7, p. 34-44, out. 1978.
- CARVALHO, A.; CASTRO, A. L.; SANTOS – PINTO, R.; SANTOS – PINTO, M. C. Mineralização no processo de reparo em feridas de extração dentária em ratos. Contribuição ao estudo densitométrico. **Ars Cvrandi Odontol.**, v. 7, n. 7, p. 304-312, out. 1980.
- CHRISTGAU, M.; HILLER, K. A.; SCHMALZ, G.; KOLBECK, C.; WENZEL, A. Accuracy of quantitative digital subtraction radiography for determining changes in calcium mass in mandibular bone: an in vitro study. **J. Periodontal Res.**, v. 33, n. 3, p. 138-149, Apr. 1998a.

- CHRISTGAU, M.; HILLER, K. A.; SCHMALZ, G.; KOLBECK, C.; WENZEL, A. Quantitative digital subtraction radiography for the determination of small changes in bone thickness: an in vitro study. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, v. 85, n. 4, p. 462-472, Apr. 1998b.
- COSTICH, E. R.; YOUNGBLOOD, P. J.; WALDEN, J. M. A study of the effects of high-speed rotary instruments on bone repair in dogs. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, v.17, n. 5, p. 563-571, May 1964.
- DUBREZ, B.; JACOT-DESCOMBES, A.; PUN, T.; CIMASONI, G. Comparison of photodensitometric with high-resolution digital analysis of bone density from serial dental radiographs. **Dentomaxillofac. Radiol.**, v. 21, n. 1, p. 40-44, Feb. 1992.
- DUINKERKE, A. S. H.; VAN DE POEL, A. C. M.; DOESBURG, W. H.; LEMMENS, W. A. J. G. Densitometric analysis of experimentally produced periapical radiolucencies. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, v. 43, n.5, p. 782-797, May 1977.
- FARMANN A.G.; SCARFE, W.C. Pixel perception and voxel vision: constructs for a new paradigm in maxillofacial imaging. **Dentomaxillofac. Radiol.**, v.23, n.1, p.5-9, Feb. 1994.
- FONSECA, J. C. P. Osso: um desafio à biologia. In: Congresso Brasileiro de Biomecânica, 7, 1999, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UDESC, 1999. p. 67-71.
- GARCIA, R. S. **Densidade óssea**: estudo in vivo na área entre incisivos laterais e caninos na maxila. 1995. 123 f. Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Odontologia, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995.
- GLOWACKI, J.; SHUSTERMAN, E. M.; TROULIS, M.; HOLMES, R.; PERROTT, D.; KABAN, L. B. Distraction osteogenesis of the porcine mandible: histomorphometric evaluation of bone. **Plast. Reconstr. Surg.** v. 113, n. 2, p. 566-573, Feb. 2004.
- GRÖNDAHL H. G. Digital radiology in dental diagnosis a critical view. **Dentomaxillofac. Radiol.**, v. 21, n. 4, p. 198-202, Nov. 1992.
- HALL, R. M. The effect of high-speed bone cutting without the use of water coolant. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, v.20, p.150-153, 1965.
- HERRING, S. W. Animal models of TMDs: how to choose. In: SESSLE, B. J.; BRYANT, P. S.; DIONNE, R. A. **Temporomandibular disorders and related pain conditions**. Seattle: Ed. IASP Press, 1995. p. 323-328.
- HOLZHAUER, D. P.; LARSEN, P. E.; MILORO, M.; VIG, K. W. Distraction osteogenesis of the mandible with a modified intraoral appliance: a pilot study in miniature pigs. **Int. J. Adult Orthodon. Orthognath. Surg.**, v.13, n. 3, p. 241-247, 1998.
- HORTON, J. E.; TARPLEY Jr, T. M.; WOOD, L. D. The healing of surgical defects in alveolar bone produced with ultrasonic instrumentation, chisel, and rotary bur. **Oral Surg. Oral Méd. Oral Pathol.**, v. 39, n. 4, p. 536- 546, Apr. 1975.

- INUI, A.; ITAMOTO, K.; TAKUMA, T.; TSUTSUMI, H.; TANIGAWA, M.; HAYASAKI, M.; TAURA, Y.; MAMBA, K. Age-related changes of bone mineral density and microarchitecture in miniature pigs. **J. Vet. Med. Sci.**, v. 66, n. 6, p.599-609, Jun. 2004.
- IYER, S.; WEISS, C.; MEHTA, A. Effects of drill speed on heat production and the rate and quality of bone formation in dental implant osteotomies. Part II: Relationship between drill speed and healing. **Int. J. Prosthodont.**, v.10, n. 6, p. 536-540, Nov. / Dec. 1997.
- JEFFCOAT, M. K.; JEFFCOAT, R. L.; WILLIAMS, R. C. A new method for the comparison of bone loss measurements on non-standardized radiographs. **J. Periodontal Res.**, v. 19, n. 4, p. 434-440, Jul. 1984.
- LANGENBACH, G. E. J.; ZHANG, F.; HERRING, S. W.; HANNAM, A. G.. Modelling the masticatory biomechanics of a pig. **J. Anat.**, v. 201, n. 5, p. 383–393, Nov. 2002.
- LEE, J.; SHIN, H. I.; KIM, S. Y. Fractional quantitative computed tomography for bone mineral density evaluation accuracy, precision, and comparison to quantitative computed tomography. **J. Comput. Assist. Tomogr.** v. 28, n. 4, p. 566–571, Jul. / Aug. 2004.
- LOUZADA, M. J. Q. **Microdensitometria em radiografias de perfurações ósseas**. 1988. 92 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 1988.
- LOUZADA, M. J. Q. **Otimização da técnica de densitometria óptica em imagens radiográficas de peças ósseas. estudo “in vitro”**. 1994. 191 f. Tese (Doutorado)-Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1994.
- LOUZADA, M. J. Q. Densidade óssea em função da idade cronológica de coelhos normais, através da densitometria óptica radiográfica. In: Congresso Brasileiro de Biomecânica, 7., 1999, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UDESC, 1999. p. 559-564.
- LOUZADA, M. J. Q.; PELÁ, C. A.; BELANGERO, W. D.; SANTOS – PINTO, R. Avaliações de densidade óssea em imagens radiográficas: estudo em peças ósseas de cães. **RBE: Rev. Bras. Eng. Cad. Eng. Biomed.**, v. 14, n. 1, p. 47-64, jan. 1998a.
- LOUZADA, M. J. Q.; PELÁ, C. A.; BELANGERO, W. D.; SANTOS – PINTO, R. Metodologia para avaliação de densidade em imagem radiográfica. **RBE: Rev. Bras. Eng. Cad. Eng. Biomed.**, v. 14, n. 2, p. 37-47, jul. / dez. 1998b.
- LOUZADA, M. J. Q.; NOGUEIRA, G. P.; GARCIA JUNIOR, I. R.; CARVALHO, C. A.; PAULA, G. A.. Densitometria óptica radiográfica em análise de densidade óssea de mandíbulas de coelhos castrados. **Rev. Fac. Odontol. Lins**, v. 13, n. 1, p. 33- 38, jan. / jun. 2001.
- MACFALL, T. A; YAMANE, G. M.; BURNETT, G. W. Comparison of the cutting effect on bone of an ultrasonic cutting device and rotary burs. **J. Oral Surg. Anesth. Hosp. Dent. Serv.**, v.19, p.200-209, May 1961.

MARQUETI, A. C. **Lesão periapical induzida experimentalmente: estudo histopatológico em suínos.** 2003. 77 f. Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2003.

MEURER, E. **Análise ótica da densidade óssea da região parassinfisária por um sistema de radiografia digital, utilizando simuladores de tecidos moles.** 2000. 117 f. Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Odontologia, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

MITCHELL, A. D.; SCHOLZ, A. M.; PURSEL, V. G. Total body and regional measurements of bone mineral content and bone mineral density in pigs by dual energy X-ray absorptiometry. **J. Anim. Sci.** v. 79, n. 10, p. 2594-2604, Oct. 2001.

MIYAHARA, M. **Processo de reparo em ferida de extração dental e tração ortodôntica: estudo radiográfico e microdensitométrico em cães.** 1987. 81f. Tese (Doutorado)- Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 1987.

MORASOLLI, A. R. C. **Análise da cronologia da reparação óssea por meio da densidade óptica em imagens radiográficas digitais diretas nas osteotomias realizadas com radiação laser de dióxido de carbono (CO₂) e broca, em fêmures de ratos.** 2004. 92 f. Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, São José dos Campos, 2004.

MOSS, R. W. Histopathologic reaction of bone to surgical cutting. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol**, v. 17, n. 3, p. 403-414, Mar. 1964.

OKAMOTO, T.; YAMAMOTO, M.E; SONODA, C.K. Processo de reparação óssea após osteotomia com instrumentos rotatórios de alta rotação: estudo histológico em cães após emprego de dois tipos de broca com e sem resfriamento. **Rev. Brás. Odontol.**, v.51, n.1, p.21-25, jan./fev. 1994.

OKAMOTO, T.; CARVALHO, A. C. P.; SAAD-NETO, M.; CARVALHO, P. S. P. Efeitos de diferentes tipos de osteotomias sobre a reparação óssea: estudo histológico em cães, **Rev. Odontol. UNESP**, v. 13, n. 1/2, p. 71-78, 1984.

PELISSONI, L. G. R.; LOUZADA, M. J. Q.; SILVA, A. M.; MARTINS, L. E. B.; BELANGERO, W. D. Influência do cetoprofeno na consolidação óssea de ulnas osteotomizadas de coelhos: estudo qualitativo e quantitativo através de programas computacionais. **Acta Cir. Bras.**, v. 18, n. 5, set. / out. 2003. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010286502003000500011&lng=en&nrm=iso&tlng=pt >. Acesso em: 10 ago. 2005.

PEREIRA, J. A.; CARVALHO, A. C. P.; OKAMOTO, T. Osteotomia com brocas acionadas por micromotor e alta-rotação em mandíbulas de cães: estudo histológico comparativo. **Rev. Odontol. UNESP**, v. 25, n. 1, p. 9-18, jan. / jun. 1996.

POWELL, K.; ATKINSON, P. J.; WOODHEAD, C. Cortical bone structure of the pig mandible. **Arch. Oral Biol.**, v. 18, n. 2, p. 171-180, Feb. 1973.

- RAHAL, S. C.; MORTARI, A. C.; CAPORALI, E. H. G.; VULCANO, L. C.; SANTOS, F. A. M.; TAKAHIRA, R. K.; CROCCI, A. J. Optic densitometry in radiographic images to evaluate nutritional secondary hyperparathyroidism in kittens. **Cienc. Rural**, v.32, n.3, p. 421-425, May / Jun. 2002.
- ROBERTSON, D. M.; SMITH, D. C.; DAS, S. K.; KUMAR, A. Microdensitometry as a clinical tool for diagnosing the progress of fracture healing. **J. Oral Surg.**, v.38, n. 10, p. 740-743, Oct. 1980.
- ROPPE, L. **O suíno: mitos e verdades.** Disponível em: <<http://www.persanet.com.br/html/saude.htm>>. Acesso em: 12 out. 2005.
- ROSE, E. C.; HANGENMÜLLER, M.; JONAS, I. E.; RAHN, B. A. Validation of speed of sound for the assessment of cortical bone maturity. **Eur. J. Orthod.** v. 27, n. 2, p. 190-195, Apr. 2005.
- SAKA, B.; WREE, A.; ANDERS, L.; GUNDLACH, K. K. H. Experimental and comparative study of the blood supply to the mandibular cortex in Göttingen minipigs and in man. **J. Craniomaxillofac. Surg.**, v. 30, n. 4, p. 219–225, Aug. 2002.
- SALZEDAS, L. M. P.; BOSCO, J. M. D.; SUNDEFELD, M. L. M. M. Comparação entre os exames radiográficos convencional e digital como meio auxiliar de diagnóstico para avaliação de defeito periodontal em suínos. **Rev. Odontol. UNESP**, v. 31, n. 1, p. 9-23, jan. / jun. 2002.
- SANTOS-PINTO, R. **Mineralização no processo de reparo em feridas de extração dental em cães: estudo radiográfico e microscópico.** 1964. 73 f. Tese (Livre-Docência)-Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 1964.
- SARMENTO, V. A.; PRETTO, S. M.; COSTA, N. P. Entendendo a imagem digitalizada. **Rev. Odonto Ciênc.**, v. 14, n.27, p.171-178, jun. 1999.
- SCARPARO, H. C. **Apresentação de uma metodologia exploratória para análise de densidade óssea na mandíbula.** 1995. 101f. Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Odontologia, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995.
- SCHMITD, L.B. **Avaliação radiográfica da reabsorção óssea periodontal por meio de valor de pixel e comparação com análise histopatológica.** 2005. 98f. Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, Bauru, 2005.
- SCHNEIDER, R. Radiologic methods of evaluating generalized osteopenia. **Orthop. Clin. North Am.**, v.15, n. 4, p. 631-651, Oct. 1984.
- SHARAWY, M.; MISCH, C. E.; WELLER, N.; TEHEMAR, S. Heat generation during implant drilling: the significance of motor speed. **J. Oral Maxillofac. Surg.**, v. 60, n. 10, p.1160-1169, Oct. 2002.
- SIERASKI, S. M.; CORCORAN, J. F. Osseous healing kinetics after apicoectomy in monkeys. I. An isodensitometric interpretation of radiographic images. **J. Endod.**, v. 10, n. 6, p. 233-239, Jun. 1984.

SIMÕES, A. M. J. O porco: animal sócio cultural total. **Mneme** – Revista de Humanidades, v. 5, n. 9, jan. / mar. 2004. Disponível em <<http://www.seol.com.br/mneme/resumo.php?atual=049&edicao=9>>. Acesso em: 12 out. 2005.

THURMÜLLER, P.; TROULIS, M.; O'NEILL, M. J; KABAN, L. B. Use of ultrasound to assess healing of a mandibular distraction wound. **J. Oral Maxillofac. Surg.**, v.60, n. 9, p. 1038-1044, Sep. 2002.

TOLEDO, H. J. B. **Osteotomia com brocas de alta e baixa rotação, com e sem refrigeração líquida:** estudo histopatológico duplo cego em suínos. 2004. 82f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Araçatuba, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2004.

TROULIS, M.; GLOWACKI, J.; PERROTT, D. H.; KABAN, L. B. Effects of latency and rate on bone formation in a porcine mandibular distraction model. **J. Oral Maxillofac. Surg.**, v. 58, n. 5, p. 507- 513, May 2000.

VILLARREAL, P. M; JUNQUERA, L. M; MARTÍNEZ, A.; CONSUEGRA, L. G. Study of mandibular fracture repair using quantitative radiodensitometry: a comparison between maxilomandibular and rigid internal fixation. **J. Oral Maxillofac. Surg.**, v. 58, n. 7, p.776-781, Jul. 2000.

ZHANG, F.; LANGENBACH, G. E.; HANNAM, A. G.; HERRING, S. W. Mass properties of the pig mandible. **J. Dent. Res.**, v. 80, n. 1, p. 327-335, Jan. 2001.

ZIMMERMANN, C. E.; THURMÜLLER, P.; TROULIS, M. J.; PERROTT, D. H.; RAHN, B.; KABAN, L. B. Histology of the porcine mandibular distraction wound. **Int. J. Oral Maxillofac. Surg.**, v. 34, n. 4, p.411-419, Jun. 2005.

ZIMMERMANN, C. E.; HARRIS, G.; THURMÜLLER, P.; TROULIS, M. J.; PERROTT, D. H.; RAHN, B.; KABAN, L. B. Assessment of bone formation in a porcine mandibular distraction wound by computed tomography. **Int. J. Oral Maxillofac. Surg.** v. 33, n. 6, p. 569-574, Sep. 2004.

ANEXO A - Tabelas das médias dos níveis de cinza dos pixels das áreas de osteotomias com alta rotação em cada hemimandíbula radiografada obtidas pelo programa Digora.

ALTA ROTAÇÃO

Porco 1 (7dias)	medidas	Desvio padrão
cortical		
1	133,65	3,32
2	125,50	6,50
3	131,42	4,60
4	134,30	3,24
5	136,16	2,64
Média	132,206	4,06
Porco 1 (7 dias)	medidas	Desvio padrão
medular		
1	104,63	7,80
2	99,94	4,32
3	100,99	5,12
4	101,26	5,38
5	102,65	6,39
Média	101,894	5,802

Porco 2 (7dias)	medidas	Desvio padrão
cortical		
1	124,28	6,15
2	133,25	5,26
3	131,60	5,64
4	129,16	5,81
5	128,14	6,16
Média	129,286	5,804
Porco 2 (7dias)	medidas	Desvio padrão
medular		
1	93,12	4,20
2	92,79	3,99
3	92,79	3,99
4	91,52	4,00
5	92,24	4,01
Média	92,492	4,038

Porco 1 (28 dias)	medidas	Desvio padrão
cortical		
1	172,11	2,77
2	171,72	3,94
3	174,13	2,77
4	171,36	3,79
5	174,15	2,99
Média	172,694	3,252
Porco 1 (28 dias)	medidas	Desvio padrão
medular		
1	137,14	4,42
2	126,27	3,61
3	133,92	5,24
4	126,54	3,79
5	126,93	3,94
Média	130,16	4,2

Porco 2 (28 dias)	medidas	Desvio padrão
cortical		
1	152,84	3,47
2	151,29	3,63
3	155,42	3,28
4	149,51	4,12
5	150,40	3,97
Média	151,892	3,694
Porco 2 (28dias)	medidas	Desvio padrão
medular		
1	124,44	3,50
2	125,78	3,53
3	130,81	4,05
4	125,58	3,57
5	126,17	3,53
Média	126,556	3,636

Porco 1 (60 dias)	medidas	Desvio padrão
cortical		
1	126,54	4,17
2	121,42	4,04
3	121,86	3,93
4	121,28	4,04
5	124,69	3,66
Média	123,158	3,968
Porco 1 (60 dias)	medidas	Desvio padrão
medular		
1	102,87	3,55
2	103,47	3,96
3	104,10	4,09
4	102,88	3,64
5	105,13	4,27
Média	103,69	3,902

Porco 1 (90 dias)	medidas	Desvio padrão
cortical		
1	162,35	4,13
2	156,50	5,20
3	156,58	4,97
4	154,29	5,38
5	161,88	4,72
Média	158,32	4,88
Porco 1 (90 dias)	medidas	Desvio padrão
medular		
1	135,97	4,30
2	137,35	4,24
3	136,56	4,32
4	136,77	4,09
5	135,64	3,70
Média	136,458	4,13

ANEXO B - Tabelas das médias dos níveis de cinza dos pixels das áreas de osteotomias com baixa rotação em cada hemimandíbula radiografada obtidas pelo programa Digora.

BAIXA ROTAÇÃO

Porco1 (7dias)	medidas	Desvio padrão
cortical		
1	123,66	3,17
2	124,67	2,97
3	125,11	2,83
4	124,34	2,92
5	123,39	3,48
Média	124,234	3,074
Porco 1 (7dias)	medidas	Desvio padrão
medular		
1	103,84	4,17
2	105,79	5,36
3	103,57	3,97
4	105,79	5,36
5	107,45	6,09
Média	105,288	4,99

Porco 2 (7 dias)	medidas	Desvio padrão
cortical		
1	133,35	5,51
2	128,16	8,08
3	132,96	5,69
4	125,36	8,26
5	124,77	8,62
Média	128,92	7,232
Porco 2 (7 dais)	medidas	Desvio padrão
medular		
1	102,00	4,02
2	103,33	3,89
3	104,08	4,71
4	102,42	3,60
5	103,33	3,89
Média	103,032	4,022

Porco 1 (28 dias)	medidas	Desvio padrão
cortical		
1	153,56	4,40
2	157,85	4,34
3	153,44	5,22
4	156,11	4,42
5	154,79	4,12
Média	155,15	4,5
Porco 1 (28 dias)	medidas	Desvio padrão
medular		
1	120,42	3,43
2	120,32	3,61
3	124,75	4,12
4	120,25	3,63
5	122,40	3,77
Média	121,628	3,712

Porco 2 (28 dias)	medidas	Desvio padrão
cortical		
1	121,11	7,77
2	119,70	8,86
3	115,32	8,86
4	116,77	8,33
5	117,32	8,35
Média	118,044	8,434
Porco 2 (28 dias)	medidas	Desvio padrão
medular		
1	92,94	3,43
2	96,70	3,99
3	94,27	3,89
4	93,53	3,79
5	90,47	4,21
Média	93,582	3,862

Porco 1 (60 dias)	medidas	Desvio padrão
cortical		
1	144,48	3,79
2	140,04	3,69
3	141,86	3,77
4	144,14	3,59
5	141,26	3,73
Média	142,356	3,714
Porco 1 (60 dias)	medidas	Desvio padrão
medular		
1	117,57	3,79
2	121,43	4,10
3	124,23	4,45
4	120,91	3,76
5	119,99	3,99
Média	120,826	4,018

Porco 1 (90 dias)	medidas	Desvio padrão
cortical		
1	172,26	4,06
2	169,05	4,78
3	171,57	3,19
4	171,54	3,75
5	172,08	3,29
Média	171,3	3,814
Porco 1 (90 dias)	medidas	Desvio padrão
medular		
1	160,33	2,60
2	160,80	2,57
3	160,94	2,91
4	160,15	2,63
5	160,44	2,60
Média	160,532	2,662

ANEXO C - Tabelas das médias das densidades ópticas nas osteotomias com alta rotação em cada hemimandíbula radiografada obtidas pelo programa CROMOX.

Porco 1 (7dias)	medidas
cortical	
1	126
2	124
3	126
4	124
5	129
Média	125,8
mm de Al	3,995
Porco 1 (7 dias)	medidas
medular	
1	166
2	166
3	161
4	158
5	165
Média	163,2
mm de Al	2,481

Porco 2 (7dias)	medidas
cortical	
1	129
2	127
3	123
4	121
5	125
Média	125
mm de Al	4,101
Porco 2 (7dias)	medidas
medular	
1	167
2	171
3	162
4	165
5	168
Média	166,6
mm de Al	2,404

Porco 1 (28 dias)	medidas
cortical	
1	89
2	88
3	91
4	87
5	86
Média	88,2
mm de Al	6,170
Porco 1 (28 dias)	medidas
medular	
1	132
2	135
3	133
4	136
5	137
Média	134,6
mm de Al	3,635

Porco 2 (28 dias)	medidas
cortical	
1	122
2	119
3	124
4	122
5	118
Média	121
mm de Al	4,153
Porco 2 (28dias)	medidas
medular	
1	150
2	151
3	151
4	152
5	153
Média	151,4
mm de Al	2,831

Porco 1 (60 dias)	medidas
cortical	
1	120
2	114
3	125
4	122
5	121
Média	120,4
mm de Al	4,380
Porco 1 (60 dias)	medidas
medular	
1	150
2	153
3	149
4	152
5	152
Média	151,2
mm de Al	2,900

Porco 1 (90 dias)	medidas
cortical	
1	95
2	89
3	90
4	91
5	87
Média	90,4
mm de Al	5,840
Porco 1 (90 dias)	medidas
medular	
1	114
2	110
3	112
4	109
5	110
Média	111
mm de Al	4,800

ANEXO D - Tabelas das médias das densidades ópticas nas osteotomias com baixa rotação em cada hemimandíbula radiografada obtidas pelo programa CROMOX.

BAIXA ROTAÇÃO

Porco 1 (7dias)	medidas
cortical	
1	135
2	134
3	134
4	135
5	135
Média	134,6
mm de Al	3,499
Porco 1 (7 dias)	medidas
medular	
1	159
2	157
3	156
4	155
5	158
Média	157
mm de Al	2,675

Porco 2 (7dias)	medidas
cortical	
1	124
2	129
3	127
4	124
5	122
Média	125,2
mm de Al	4,101
Porco 2 (7dias)	medidas
medular	
1	152
2	156
3	153
4	158
5	153
Média	154,4
mm de Al	2,80

Porco 1 (28 dias)	medidas
cortical	
1	110
2	103
3	108
4	102
5	106
Média	105,8
mm de Al	5,107
Porco 1 (28 dias)	medidas
medular	
1	145
2	148
3	148
4	142
5	143
Média	145,2
mm de Al	3,083

Porco 2 (28 dias)	medidas
cortical	
1	135
2	131
3	131
4	132
5	129
Média	131,6
mm de Al	3,590
Porco 2 (28dias)	medidas
medular	
1	180
2	183
3	177
4	178
5	177
Média	179
mm de Al	1,951

Porco 1 (60 dias)	medidas
cortical	
1	106
2	105
3	103
4	108
5	100
Média	104,4
mm de Al	5,40
Porco 1 (60 dias)	medidas
medular	
1	133
2	130
3	133
4	135
5	135
Média	133,2
mm de Al	3,64

Porco 1 (90 dias)	medidas
cortical	
1	76
2	86
3	79
4	82
5	80
Média	80,6
mm de Al	6,318
Porco 1 (90 dias)	medidas
medular	
1	90
2	89
3	85
4	87
5	89
Média	88
mm de Al	5,965