

ADRIANO ROCHA GERMANO

Cirurgião-Dentista

**ESTUDO COMPARATIVO DE DUAS SUPERFÍCIES DE
IMPLANTES DENTÁRIOS ENDÓSSEOS INSERIDOS EM ÁREAS
SUBMETIDAS À DISTRAÇÃO OSTEOGÊNICA ALVEOLAR:
ANÁLISE HISTOLÓGICA E HISTOMÉTRICA EM CÃES**

Tese apresentada à Faculdade de
Odontologia de Piracicaba da
Universidade Estadual de Campinas,
para obtenção do título de Doutor
em Clínica Odontológica, na Área
de Cirurgia e Traumatologia
Buco-Maxilo-Faciais.

PIRACICABA - 2004

ADRIANO ROCHA GERMANO

Cirurgião-Dentista

**ESTUDO COMPARATIVO DE DUAS SUPERFÍCIES DE
IMPLANTES DENTÁRIOS ENDÓSSEOS INSERIDOS EM ÁREAS
SUBMETIDAS À DISTRAÇÃO OSTEOGÊNICA ALVEOLAR:
ANÁLISE HISTOLÓGICA E HISTOMÉTRICA EM CÃES**

Este exemplar foi devidamente corrigido.
de acordo com a Resolução CCPG-036/83
CPG. 16/02/04
Assinatura do Orientador

Tese apresentada à Faculdade de
Odontologia de Piracicaba da
Universidade Estadual de Campinas,
para obtenção do título de Doutor
em Clínica Odontológica, na Área
de Cirurgia e Traumatologia
Buco-Maxilo-Faciais.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Luis Augusto Passeri

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Eduardo Hochuli Vieira

Prof. Dr. Márcio de Moraes

Prof. Dr. Paulo José D'Albuquerque Medeiros

Prof. Dr. Renato Mazzonetto

PIRACICABA - 2004

IIDADE BC
CHAMADA T/UNICAMP
G317e
EX
MBO BC/ 57507
OC 16-117-04
D X
EQD 11,00
TA 14/04/2004
CPD

CM00195830-3

11B ID 313534

Ficha Catalográfica

G317e

Germano, Adriano Rocha.

Estudo comparativo de duas superfícies de implantes dentários endósseos inseridos em áreas submetidas à distração osteogênica alveolar: análise histológica e histométrica em cães. / Adriano Rocha Germano. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2004.

xx, 159p. : il.

Orientador : Prof. Dr. Luis Augusto Passeri.

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Implantes dentários endósseos. 2. Regeneração (Biologia). 3. Ossos - Cirurgia. I. Passeri, Luis Augusto. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP.



FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de DOUTORADO, em sessão pública realizada em 30 de Janeiro de 2004, considerou o candidato ADRIANO ROCHA GERMANO aprovado.

1. Prof. Dr. LUIS AUGUSTO PASSERI

2. Prof. Dr. PAULO JOSÉ D'ALBUQUERQUE MEDEIROS

3. Prof. Dr. EDUARDO HOCHULI VIEIRA

4. Prof. Dr. MARCIO DE MORAES

5. Prof. Dr. RENATO MAZZONETTO

D E D I C A T Ó R I A

A Deus, pela força incessante em prosseguir diante das dificuldades.

À minha família tradução mais simples e sólida do fruto do amor puro e verdadeiro, só consegui por que vocês estavam presentes.

À minha noiva e futura esposa Samira, pela ajuda imensurável nesta jornada.

A G R A D E C I M E N T O S

A Faculdade de Odontologia de Piracicaba - Unicamp, representada pelo seu Diretor o Prof. Dr. Thales Rocha de Mattos Filho, pela oportunidade de realizar minha pós-graduação, nesta conceituada Instituição.

A CAPES pela concessão da bolsa durante a pós-graduação (Doutorado).

A Empresa Conexão Sistemas de Prótese, representado pelo seu Diretor o Dr. Rodolfo Candia Alba Jr., pelo apoio financeiro na obtenção dos materiais e confecção das lâminas.

A Universidade Federal do Rio Grande do Norte responsável pela minha formação acadêmica, fundamental para meu êxito profissional, representada pelo seu Chefe de Departamento o Prof. Pedro Alzair Pereira da Costa.

Ao meu orientador Prof. Dr. Luis Augusto Passeri, pela confiança em mim depositada e disponibilidade em ensinar durante todo o período de pós-graduação, exemplo de profissionalismo a ser seguido, o meu muito obrigado.

Ao Prof. Dr. Márcio de Moraes por todos esses anos de convívio amigável e confiança depositada em mim, externo minha eterna gratidão.

Ao Prof. Dr. Renato Mazzonetto pelo incentivo e ensinamentos nunca negados em qualquer situação.

Ao Prof.Dr. Roger William Fernandes Moreira pela amizade e ensinamentos.

Ao Prof. Dr. José Ricardo de Albergaria Barbosa pelo apoio recebido durante a realização do meu curso.

Ao Prof. Dr. Bruno König Junior da Universidade de São Paulo (USP) e seus orientados, Marcelo Carbonari e Samuel Sato, pela orientação na confecção das lâminas nessa pesquisa.

Ao Prof. Dr. José Ivo Queiroz do Amaral, amigo pessoal e um dos responsáveis pela minha ascensão na Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Facial, o meu reconhecimento pelo apoio irrestrito recebido.

. Ao Prof. Dr. Kênio Costa de Lima - UFRN e seu estagiário Alexandre pela competência e disponibilidade na execução da análise estatística.

Ao Prof. Dr. Clodomiro Alves - UFRN por permitir utilizar o laboratório da pós-graduação da Engenharia dos Materiais na execução de parte de nossa pesquisa.

Ao Prof. Dr. Carlos Augusto do Departamento de Morfologia da UFRN, pela ajuda nas fotografias das lâminas e leitura das mesmas.

Aos Professores Doutores, Leão Pereira Pinto e Leila Batista de Souza da Disciplina de Patologia Oral - UFRN, que permitiram livre acesso nos laboratórios.

Ao Funcionário Evil do laboratório de Patologia Oral da UFRN, pela execução da coloração das lâminas.

A Bibliotecária Marilene Girello pela ajuda na normatização das referências bibliográficas.

.

Aos meus amigos e irmãos do Doutorado, Aleysson, Wagner, Sandra e Rubens, nossa amizade será eterna.

.

Aos colegas de Doutorado, Paulo e Nelson pelo aprendizado e convívio amigável.

Aos meus amigos do Mestrado, André, Petrus, Luciana, Rodrygo, Gustavo, Júlio e Marcelo, o nosso convívio será inesquecível.

Aos amigos da pós-graduação que já não estão mais presentes nesta Instituição: Eider, Luisão, Robson, Alexandre, Laureano, Alessandro, Liliane e Valfrido, obrigado pelo amizade e ensinamentos durante nosso convívio.

Aos estagiários da Área de Cirurgia que contribuíram durante toda a pós-graduação.

As funcionárias Érica e Sônia da Secretaria da Pós-Graduação da FOP-Unicamp pela competência e disponibilidade.

As funcionárias do centro cirúrgico da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - Unicamp, Edilaine, Suely e Dayana, sem vocês nada disso seria possível.

Aos meus amigos de infância e Adolescência, Gustavo, Flávio, Antoane, Leomar, Linaldo, Tiago, Samuel, Breno e Emerson, a cada ano estamos mais próximos.

Aos meus amigos de Faculdade, Adriano, Sérgio, Heverton, Jeane e Rodrigo, mesmo diante de tantos compromissos nada nos afastou.

A todos os colegas que fiz ao longo dos anos na Faculdade de Odontologia de Piracicaba - Unicamp e nos hospitais.

SUMÁRIO

RESUMO	1
ABSTRACT	3
1 - INTRODUÇÃO	5
2 - REVISÃO DA LITERATURA	9-60
2.1- HISTÓRICO E EVOLUÇÃO	9
2.2- BASES BIOLÓGICAS E HISTOGÊNESE DA DISTRAÇÃO	14
2.3- DISTRAÇÃO OSTEOGÊNICA ALVEOLAR	35
3 - PROPOSIÇÃO	61
4- MATERIAIS E MÉTODOS	63-87
4.1 - MATERIAIS	63-64
4.1.1 - Implantes Endósseos	63
4.1.2 - Distrator Ósseo Alveolar	64
4.2 - METODOLOGIA	64-87
4.2.1 - Seleção da Amostra	64
4.2.2 - Anestesia e Medicamentos	65
4.2.3 - Cirurgias Experimentais	66
4.2.4 - Sacrifício e Processamento Histológico	79
4.2.5 - Análise Histológica Descritiva	83
4.2.6 - Análise Histométrica	83
4.2.7 - Análise Estatística	86
5 - RESULTADOS	89
6 - DISCUSSÃO	121
7 - CONCLUSÕES	135
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	137
ANEXOS	153

RESUMO

Esse trabalho teve como objetivo a comparação histológica e histométrica de dois tipos de superfícies de implantes, em áreas submetidas a distração osteogênica alveolar. Para isso, foram inseridos 48 implantes de superfície lisa e rugosa, em 8 mandíbulas de cães, sendo 24 no lado do osso que foi alongado 5 mm verticalmente e 24 no lado contralateral, que serviu como grupo controle. Os animais foram sacrificados e analisados nos períodos de 40 e 80 dias, após a colocação dos implantes. Os resultados mostraram que o método proposto foi eficiente para possibilitar a regeneração óssea nos implantes inseridos nas áreas que receberam distração, independentemente do tipo de superfície utilizada e que o grupo de 80 dias de sacrifício, apresentou resultados superiores, estatisticamente significativos, em relação ao contato ósseo e a área relativa ao osso neoformado, quando comparado ao grupo dos 40 dias. Quanto ao tipo de superfície, a rugosa mostrou-se estatisticamente superior a lisa no segundo período de sacrifício nas áreas distraídas. Concluiu-se também que o comportamento regenerativo nos implantes do grupo controle,

foi semelhante aos da área que foram submetidas à distração óssea alveolar.

Palavras Chaves: regeneração óssea; distração osteogênica alveolar; implantes dentais; aumento de rebordo alveolar.

ABSTRACT

This research aimed to do a histological and histometrical comparison of two types of implant surfaces in areas submitted to alveolar osteogenic distraction. To do this, 48 smooth and rough surface implants were inserted in the jaws of 8 dogs, 24 on the side where bone was lengthened 5 mm vertically and 24 on the opposite side, which served as control group. The animals were sacrificed and analyzed at the periods of 40 and 80 days after the implants were put into place. The results showed that the proposed method was efficient for enabling bone regeneration in the implants inserted in the distracted areas, irrespectively of the type of surface used and that the group sacrificed at 80 days obtained higher statistically significant results in relation to bone contact and the area relative to neo-formed bone, when compared to the group sacrificed at 40 days. With regard to the type of surface, the rough one was statistically significant better, shown to be superior to the smooth one in the second sacrifice period in areas submitted to alveolar distraction. It was also concluded that the regenerative behavior of implants in the control group was

similar to that of the area that was submitted to alveolar bone distraction.

Key Words: bone regeneration; alveolar distraction osteogenesis; dental implants; alveolar ridge augmentation.

1 - INTRODUÇÃO

A reabilitação de pacientes que apresentam perdas dentárias causadas por doença periodontal, cárie ou trauma é uma preocupação constante na Odontologia. Muitas dessas perdas deixam seqüelas que tornam difícil a reabilitação com implantes dentários osseointegrados. Os defeitos ósseos impossibilitam o correto posicionamento dos implantes, tanto do ponto de vista estético quanto biomecânico, comprometendo a estabilidade a curto, médio e longo prazo dessas reabilitações. As deficiências podem ser tratadas por uma variedade de técnicas, enxertos *onlay*, *Inlay* e através da regeneração óssea guiada, geralmente utilizando-se enxertos ósseos autógenos ou substitutos ósseos (TRIPLETT & SCHOW, 1996).

Essas técnicas apresentam limitações, uma vez que estão relacionadas com remodelação importante, tornando o ganho no volume alveolar imprevisível. Outro fator importante é a dificuldade de reconstruir osso e tecido mole em altura, o que provoca muitas vezes nestes pacientes, exposição, perda do enxerto e ausência da profundidade do vestíbulo (JENSEN, 2002).

Técnicas alternativas, como a lateralização do nervo alveolar inferior, têm sido utilizadas para permitir a inserção de implantes na região posterior da mandíbula, porém estão relacionadas com lesão permanente do feixe vículo-nervoso (SETHI, 1995; PELEG *et al.*, 1998).

A utilização dos conceitos de distração osteogênica descritos por ILIZAROV, nas décadas de 50 e 60 e transportados para o rebordo alveolar por CHIN & TOTH (1996), BLOCK *et al.* (1996), aparece como uma alternativa viável, para tratar defeitos ósseos, principalmente os verticais.

Esta técnica utiliza os mecanismos de reparo do próprio organismo, para promover a formação óssea entre duas superfícies osteotomizadas, e separadas por gradual tração, corrigindo defeitos ósseos, eliminando muitas vezes a necessidade de uma área doadora, com formação simultânea de tecido ósseo e mole.

A compreensão da fisiologia, bem como, da qualidade óssea, nas áreas submetidas à distração osteogênica é fundamental, para que possamos entender como os implantes dentários osseointegrados se comportam nesses sítios.

JAFFIN & BERMAN (1991) analisaram a previsibilidade de implantes e afirmaram que a qualidade do tecido ósseo parece ser o principal determinante de sucesso.

Para SISK *et al.* (1992), o sucesso da osseointegração e sua manutenção são regidos pelo hospedeiro, pela técnica de inserção dos implantes e pelas condições fisico-químicas do material que é constituído o implante. Fatores relacionados a superfície e as interações químicas na interface entre o tecido e o implante, além da rugosidade da superfície podem acentuar ou diminuir o contato ósseo na interface (KASEMO, 1983).

Baseado nessas afirmações alguns autores cogitaram a hipótese de que implantes com tratamento de superfície colocados em áreas de osso regenerado poderiam ter melhor resposta óssea do que implantes de superfície lisa. Isso foi baseado na evidência de que a superfície rugosa, melhora a adesão do osso ao implante (SAWAKI *et al.* 1997; BLOCK *et al.*, 2000).

A distração osteogênica alveolar é considerada uma técnica relativamente recente, que se iniciou na década de 90, apresenta diversos trabalhos científicos avaliando o

sucesso e aplicação clínica (CHIN & TOTH, 1996; MEYER *et al.*, 1999; MILLESI-SCHOBEL *et al.*, 2000; ODA *et al.* 2000; JENSEN *et al.*, 2002), porém existe a necessidade de estudos adicionais, sobretudo para diminuir o tempo de tratamento, desenvolver aparatologia e avaliar a osseointegração nos sítios distraídos.

2 - REVISÃO DA LITERATURA

2.1 - HISTÓRICO E EVOLUÇÃO

Apesar de existirem relatos do uso da distração osteogênica no século XIX, a primeira publicação científica é creditada a CODIVILLA, em 1905. Codivilla realizou uma osteotomia no fêmur e aplicou uma tração súbita na extremidade, com a inserção de pinos intra-ósseos no calcâneo. Preso a esses pinos, um peso era responsável pela manutenção da força de distração. Após alcançar o alongamento esperado, o membro inferior foi estabilizado com uma bota de gesso. Por causa da força na distração e pela permanência do gesso, problemas como necrose dos tecidos, incluindo osso e pele eram freqüentes.

Em 1921, PUTTI foi o primeiro a promover o alongamento de fêmur, utilizando-se de fios de Kirschner no segmento proximal e distal do fêmur. Ele reconheceu que um componente crítico desta técnica era as lesões nos tecidos moles, desenvolvendo diversos aparatos para diminuir o apoio sobre a pele.

ABBOTT, em 1927, publicou resultados de algumas modificações nos aparelhos preexistentes, fazendo com que a técnica fosse aceita nos Estados Unidos por alguns cirurgiões.

Na sequência, a técnica foi modificada por diversos cirurgiões, porém problemas como: não união, osteomielite e pobre alinhamento eram comuns. Essas complicações estimularam publicações contrárias ao uso da distração osteogênica (COMPERE, 1936).

ALLAN, em 1948, introduziu um aparelho de fixação externa, com parafuso que permitiu controlar a quantidade e a força no alongamento ósseo.

A era moderna da distração osteogênica iniciou-se, através de um cirurgião ortopedista na Rússia, em 1949. Dr. Gavriel O. Ilizarov que passou a trabalhar em um Hospital de inválidos de guerra, para tratar de pacientes que sofriam principalmente de osteomielites e pseudoartroses nos membros. Ele desenvolveu um dispositivo de fixação externa e estabeleceu um protocolo rígido, que possibilitou a formação de tecido ósseo com índices menores de complicação. Durante os próximos 30 anos, Ilizarov aperfeiçou a técnica por meio

de estudos experimentais em animais e clínicos em humanos (ILIZAROV, 1988; ILIZAROV, 1989a; ILIZAROV, 1989b).

WAGNER (1970) desenvolveu um fixador lateral, que possibilitava a mobilidade do paciente durante a distração. Ele também defendeu uma média de distração de 1,5 mm por dia, iniciando a ativação no mesmo tempo da cirurgia. No momento da remoção do distrator, era utilizada uma placa de fixação rígida e um enxerto ósseo nos segmentos ósseos osteotomizados.

Em 1973, SNYDER *et al.* aplicaram os princípios de distração osteogênica na região maxilo-facial. Eles criaram um defeito de 15 mm em mandíbulas de cães, provocando uma mordida cruzada. Após o reparo ósseo da região, uma osteotomia foi confeccionada e inserido um aparelho extrabucal de distração óssea. A mandíbula foi distraída até seu comprimento original, tendo se iniciado a ativação com 1 semana das osteotomias, na razão de 1mm ao dia, por 14 dias.

Já em 1977, MICHIELI & MIOTTI utilizaram um distrator intrabucal para alongar mandíbulas de carneiros. Eles alcançaram 15mm de alongamento ósseo, na razão de 0,5mm ao dia, e manteve a fixação por 40 dias depois de concluída a

ativação do aparelho. Os animais foram sacrificados, e a área distraída analisada histologicamente, tendo sido encontrando neoformação óssea em todos os animais.

GUERRERO (1990) foi pioneiro em demonstrar uma nova aplicabilidade da distração osteogênica na mandíbula, objetivando uma expansão da linha média mandibular. Indicando seu uso nos casos de discrepâncias transversas da mandíbula, onde há um severo apinhamento dental, em detrimento de exodontias, desgastes dentais e compensações dento-alveolares.

McCARTHY *et al.* (1992) foram os primeiros a realizarem alongamento em uma mandíbula em humanos. Um aparelho de distração óssea extrabucal foi utilizado para corrigir uma microsomia mandibular de 4 pacientes. Após 7 dias de latência, o aparelho foi ativado 1mm por dia, até alcançar o alongamento planejado. Concluído o período de ativação, o fixador permaneceu por 9 semanas e tendo sido obtido, um ganho ósseo médio de 20 mm.

GUERRERO *et al.*, em 1995 e 1997, mostraram a versatilidade da distração osteogênica por meio de distratores intrabucais, para corrigir deformidades

dento-facias. Os dispositivos foram fixado em diferentes regiões da mandíbula para tratar problemas ântero-posteriores e transversais.

Em 1996, CHIN & TOTH foram os primeiros a realizar distração osteogênica alveolar. Eles publicaram 5 casos clínicos de distração óssea, usando distratores intrabuciais, com o objetivo de corrigir uma variedade de deficiências maxilo-faciais. Desses casos clínicos, apenas em um, foi realizado aumento do rebordo alveolar. O aparelho de distração óssea foi do tipo intra-ósseo em forma de parafuso estabilizado entre duas plataformas (fixação e transporte), posicionado entre os fragmentos ósseos produzidos pela osteotomia. O período de latência preconizado foi de 5 dias, com razão de 1mm dia, por 9 dias. Após 6 semanas de consolidação o distrator foi removido e inserido implantes osseointegrados. No momento da reintervenção, o segmento ósseo apresentava-se clinicamente estável e com volume ósseo suficiente, para a instalação dos implantes.

BLOCK *et al.* (1996) realizaram a primeira investigação histológica do uso da distração osteogênica alveolar, utilizando cães como modelo experimental. Em 1998, BLOCK *et al.*, por meio de análise clínica, radiográfica e

histológica em cães validaram a técnica, uma vez que os implantes dentários inseridos em áreas que sofreram distração osteogênica alveolar, mantiveram-se osseointegrados após carga funcional.

2.2 - BASES BIOLÓGICAS E HISTOGÊNESE DA DISTRAÇÃO

KOJIMOTO *et al.* (1988) afirmam que o processo de neoformação óssea inicia-se uma vez que tecido ósseo sofreu descontinuidade, gerado pela osteotomia. Este processo envolve o recrutamento de células osteoprogenitoras provenientes tanto do tecido mole adjacentes ao osso assim como do periósteo, do endósteo e da medula. Analisando, histologicamente em coelhos, os autores encontraram, inicialmente, aparecimento de hemorragia, seguido por tecido fibroso e fibrocartilagem, contendo condrócitos hipertróficos orientados no sentido longitudinal das forças de distração. A origem desse tecido cartilaginoso parece ser do periósteo, pois o primeiro tecido está ausente quando o segundo é previamente removido.

ILIZAROV (1989a) realizou um estudo para avaliar a influência da estabilidade dos fixadores e a preservação do

tecido mole na osteogênese, durante o alongamento em tíbias de cães submetidos à distração osteogênica. O estudo foi dividido em três experimentos contendo 480, 38 e 38 espécimes, respectivamente, onde se tentava elucidar a influência de questionamentos básicos, como: a importância para neoformação óssea e sua relação com a estabilidade do fixador e a preservação do tecido mole, durante o processo de alongamento. Outro fator avaliado foi a relevância da quantidade de distração para a qualidade da osteogênese e a contribuição do osso medular para a regeneração óssea. Os animais foram acompanhados clinicamente e radiograficamente semanalmente até o sacrifício, o qual foi realizado nos intervalos de 7, 14, 21, 28 dias, 6 semanas, 2, 3, 4 e 6 meses, após a osteotomia. Uma análise histológica, histoquímica e angiográfica foi realizada, para permitir uma avaliação mais detalhada. O autor concluiu que através de um fixador rígido, da preservação do tecido mole, do osso medular e do suprimento sanguíneo no local da osteotomia, se determinará uma neoformação óssea mais favorável e mais rápida.

A osteotomia está diretamente relacionada com a qualidade do osso regenerado. ILIZAROV (1989a), realizou

diversos tipos de osteotomia, entre elas: a secção completa da diáfise da tíbia, incluindo perióstee e medula, a transecção do perióstee até 1/3 da medula e uma osteotomia preservando o máximo do perióstee e medula (corticotomia). Em todos os grupos houve formação de calo ósseo no sítio da osteotomia submetida a distração. Os melhores resultados foram obtidos no grupo da corticotomia. Ele atribui este resultado a preservação dos vasos medulares e do perióstee. A cortical do lado oposto da incisão é fraturada a foco fechado, pois não pode ser osteotomizada diretamente sem haver transecção do canal medular ou descolamento completo do perióstee em volta do osso. Esse procedimento visa preservar a capacidade osteogênica do perióstee, do endóstee e da medula óssea no foco da osteotomia.

Ainda em 1989a, ILIZAROV enfatizou a importância da corticotomia para preservação do aporte sanguíneo medular. Experimentos realizados em tíbias de cães, com análise radiográfica e histológica, demonstraram que a destruição do perióstee local, seguida pela distração, prejudicava significativamente o processo de neoformação óssea. Quando o endóstee foi removido previamente a distração, nenhum obstáculo significativo foi colocado à formação de novo osso.

Estes achados sugeriram que o endóstio e a medula óssea não são indispensáveis para uma adequada formação de calo ósseo e que o perióstio é a estrutura mais importante.

A repercussão da quantidade de distração por ativação, razão, e do ritmo foram estudados por ILIZAROV (1989b), utilizando-se tíbias de cães como modelo experimental. Os animais foram divididos em dois grupos, onde foram realizadas osteotomias aberta e fechada. Cada grupo foi subdividido variando a razão da ativação em 0,5mm, 1mm, 2mm por dia, bem como a frequência em 1, 4 e 60 voltas por dia. Os espécimes foram sacrificados em intervalos variando de 7 dias a 6 meses e analisados radiograficamente, bioquimicamente e histologicamente. Os melhores resultados foram obtidos quando se ativou os fixadores a 1mm por dia e que quanto maior a frequência de ativação melhor a resposta tecidual. Salientaram um cuidado especial na preservação do perióstio, osso medular, e uma rígida estabilidade dos fixadores externos para obtenção de bons resultados.

Em 1990, KARAHARJU-SUVANTO *et al.* utilizando-se de modelos experimentais, em carneiros, realizaram um extenso descolamento periosteal e osteotomias envolvendo a cortical e

a medula óssea em mandíbulas, obtendo resultados favoráveis na ossificação, após distração osteogênica.

A seqüência de eventos da mineralização na distração osteogênica em tíbias de cães foi estudada por ARONSON *et al.* (1990). Eles utilizaram 20 cães que foram sacrificados nos períodos de 7, 14, 21 e 28 dias, tendo a tíbia contralateral como controle. A neoformação óssea foi avaliada mediante tomografia computadorizada, microrradiografia, análise quantitativa de cálcio e microscopia eletrônica de varredura. Os achados mostraram que a ossificação acontece de forma centrípeta a partir de cada superfície corticotomizada em direção a zona fibrosa central, assemelhando-se histologicamente a "estalactites" e "estalagmites".

KARAHARJU-SUVANTO *et al.* (1992) avaliaram histologicamente o padrão do processo reparo ósseo do ramo da mandíbula de 17 carneiros, durante 52 semanas após a conclusão da distração. Uma osteotomia horizontal do ramo foi confeccionada e um fixador externo inserido bilateralmente. Após 5 dias de latência, razões diferentes foram utilizadas, que variava de 0,5 a 1,0mm por dia. Observaram haver uma semelhança entre o padrão reparo dos ossos longos e da

mandíbula neste experimento, por encontrarem fases de deposição do arcabouço de colágeno, orientados no sentido da distração, mineralização do espaço formado, união óssea e remodelação do osso recém-formado. Não houve diferenças em relação a neoformação óssea quando se utilizou 0,5 ou 1,0 mm de ativação diária. Os autores dividiram a zona em regeneração em quatro fases do centro para periferia, respectivamente: 1) zona rica em colágeno (matriz); 2) zona de mineralização; 3) zona de união óssea; 4) zona de remodelação.

KARP *et al.* (1992) descreveram os eventos seqüenciais da distração osteogênica por meio de análise histológica em osso membranoso. Na primeira semana, eles encontraram um coágulo de fibrina rico em proteoglicanas, finos feixes de fibras colágenas ainda sem orientação, e poucas células no local da osteotomia, constituído basicamente por fibroblastos, neutrófilos polimorfonucleares e células endoteliais responsáveis pela angiogênese. Após a primeira semana, já iniciadas as forças de distração, o centro da câmara de regeneração é formada basicamente por fibroblastos que produzem feixes de colágeno que se orientam em direção as forças de tensão. Na periferia, trabéculas ósseas finas se estendem da porção cortical que sofreu osteotomia para dentro

da matriz de fibras colágenas que estão se orientando. Com 14 dias após a distração, as trabéculas finas e frágeis demonstraram remodelamento, tornando-se mais largas, avançando para o centro da matriz e iniciando a união óssea. Com 28 dias notou-se a total continuidade do osso. Histologicamente, a área de regeneração poderia ser dividida em 4 zonas. A zona central (área de tecido fibroso) era formada por células mesenquimais indiferenciadas, fibroblastos alongados (fibroblastos de distração) e fibras colágenas organizadas e orientadas paralelamente ao vetor da distração. A zona de transição ou de formação de osso imaturo, foi constituída basicamente por fibroblastos e células mesenquimais indiferenciadas, em continuidade direta com osteoblastos na superfície das espículas ósseas recém sintetizadas. A zona de remodelação óssea mostrou regiões de reabsorção e aposição óssea, diferentemente da zona anterior, esta apresenta um número aumentado de osteoclastos. A zona de osso maduro caracterizou-se por apresentar trabéculas ósseas espessas e menos orientadas longitudinalmente, se comparadas à zona anterior.

Preocupados com a repercussão da distração osteogênica mandibular sobre o nervo alveolar inferior, BLOCK

et al. (1993) desenvolveram um estudo onde realizavam uma corticotomia na mandíbula de quatro cães, ativando 0,5mm, 2 vezes ao dia, durante 7 dias. A função nervosa foi avaliada no primeiro, no quarto, no décimo dia e na quinta semana, por um aparelho que permitia emitir uma voltagem. Os cães foram sacrificados após o período de consolidação de quatro semanas e a área regenerada e o nervo, foram avaliados histologicamente. As alterações microscópicas não foram significativas nos nervos nas áreas submetidas a distração osteogênica. Os vasos sanguíneos e os nervos sofreram alterações morfológicas durante a ativação, mas foram consideradas reversíveis até a conclusão do procedimento. Os autores acreditaram que devido à tração gradual e suave exercida pela distração, o nervo alveolar inferior não tenha a condução nervosa comprometida.

Em 1994, CALIFANO descreveu a dinâmica do processo de ossificação em mandíbulas de coelho. Ele descreveu 3 fases na área de regeneração. A fase coloidal acontece após 2 semanas, caracterizando-se por alta porcentagem de proteoglicanos. A fase fibrilar após 5 semanas, onde encontra-se feixes de fibras colágenas organizadas e paralelas ao vetor da distração. Na terceira ou fase lamelar, já com 8 semanas,

após concluída a distração, as fibras colágenas tornam-se organizadas junto a deposição de sais de cálcio.

Nos ossos longos, o principal suprimento arterial é proveniente da região medular e de vasos periosteais. A ruptura do suprimento arterial, em decorrência da fratura ou osteotomia, inicia a formação de uma zona ácida, com baixo pH e hipo-oxigenada que estimula a neovascularização. O fluxo sanguíneo aumenta em torno de 8,5 vezes, em 1 semana, em tíbia de cão, que sofreu distração, permanecendo 4 vezes o fluxo normal após 4 semanas de distração, e mantendo o dobro do fluxo normal até 5 meses, após a distração. O aumento do fluxo sanguíneo é importante uma vez que as reações de hidroxilação, transformando lisina em prolina, é oxigênio dependente. Esta reação permite a formação do colágeno, que é considerado um importante componente da matriz extracelular na formação óssea (AROSON, 1994).

FRIESON *et al.* (1994) compararam diferentes técnicas de osteotomias em tíbias de cães, não encontrando diferenças significativas entre corticotomia e a osteotomia com brocas e cinzéis.

McCORMICK (1995) afirmou que a distração osteogênica induz a formação de novo osso, por indução mesenquimal direta. Para a autora, baseados em trabalhos experimentais, a síntese óssea na distração osteogênica é diferente da reparação óssea de uma fratura.

MOLINA & ORTIZ MONASTERIO em (1995) relataram que durante o processo de distração, aconteceram importantes ganhos teciduais secundários, oriundos das forças de tensão aplicadas sobre os fragmentos ósseos. As partes moles, incluindo epiderme, derme, vasos sanguíneos, tendões, músculos e nervos acompanharam o crescimento ósseo, com uma completa e fisiológica interação entre todos os tecidos e estruturas. As características morfológicas e bioquímicas destes tecidos em crescimento é muito semelhante ao desenvolvimento dos mesmos, nos períodos pré e pós-natal.

A distração osteogênica contínua da face foi inicialmente estudado por SCHMELZEISEN *et al.* (1996), aplicando um distrator mecânico em mandíbulas de mini porcos, baseado em estudos anteriores realizado por Ilizarov, que relatou melhores resultados quanto a distração foi executada em um maior número de vezes, desde que respeitado a razão de 1mm dia. Os autores utilizaram um distrator que era acionado

continuamente através de impulsos elétricos provenientes de 2 baterias de 3,6 volts, inserida no subcutâneo do animal. O dispositivo foi programado para distrair até 1mm por dia. Em um animal obtiveram 11mm em 21 dias, em outro, 13mm em 14 dias. No terceiro ocorreu a quebra do distrator. Os animais foram sacrificados para a realização de uma análise macroscópica da mandíbula e histológica da peça. Os resultados encontrados foram considerados encorajadores, pois o osso analisado histologicamente demonstrou maturação e mineralização precoce e rápida. Concluíram que a distração contínua através de dispositivos elétrico-mecânicos deve ser mais bem estudada, pois nos casos apresentados houve falta de estabilidade dos cotos ósseos e infecção. Para os autores o desenvolvimento dos dispositivos, desde a sua miniaturização, bem como do aumento da resistência dos componentes utilizados o ganho no tratamento pode ser real.

Para OHKUBO & UEDA em 1997, o suprimento sanguíneo pode ser diminuído pela agressividade da técnica cirúrgica, tendo impacto significativo na osteogênese. Porém, embora se saiba dos efeitos do descolamento periosteal, na distração osteogênica no esqueleto crânio-facial têm-se mostrado uma diminuição do papel desta variável, comparada com os ossos

longos. Existe uma tolerância cirúrgica maior, uma vez que o fluxo sangüíneo da região crânio-facial é maior.

YASUI *et al.* (1997) descreveram 3 modelos de ossificação durante a distração osteogênica em ratos. O fêmur do animal foi alongado por meio de um fixador externo, inserido após osteotomia, em torno de 0,25mm a cada 12 horas, durante 7 dias. Avaliações radiográficas e histológicas foram realizadas para verificar a densidade e a formação óssea na área distraída. A ossificação endocondral foi observada nas fases iniciais do processo de formação óssea, mas o mecanismo intramembranoso foi predominante nos estágios finais. Eles observaram um terceiro mecanismo de ossificação no qual foi denominado de "formação óssea transcondróide". A presença intermediária de tecido ósseo "condróide", entre o osso e a cartilagem, caracteriza esse tipo de ossificação. O osso "condróide" é formado diretamente por células de linhagem condrocítica, com transição de tecido fibroso no osso, ocorrendo gradualmente e conseqüentemente sem invasão de capilares.

BELL *et al.* (1997) estudaram a resposta do osso alveolar e do ligamento periodontal submetidos ao alargamento da mandíbula pela distração osteogênica da linha média

mandibular. Foram realizada uma osteotomia na linha média mandibular de 9 macacos e em seguida instalado um dispositivo dento-suportado para distração. Iniciou-se a ativação 7 a 14 dias após a cirurgia e o aparelho foi ativado 0,5mm, duas vezes ao dia, durante 7 a 10 dias. Os animais foram avaliados clinicamente e radiograficamente durante todos os dias de ativação e sacrificados para análise histológica da área distraída, na 4^a e 8^a semana após o início do período de consolidação. O ligamento periodontal permaneceu intacto, quando se manteve um margem óssea adjacente ao osso alveolar.

Estudando o comportamento do osso membranoso RACHIMIEL *et al.* (1998) realizaram distração osteogênica no terço médio da face em ovelhas. Os autores alcançaram bons resultados utilizando uma razão de 2mm dia, durante 21 dias, atingindo aproximadamente 40mm de comprimento de distração.

TAVAKOLI *et al.* (1998), usando mandíbulas de carneiros como modelo experimental, encontraram equivalência na formação óssea e nas propriedades biomecânicas, quando se utilizou a razão de 1mm por dia, durante 20 dias, em latências diferentes de 0, 4 e 7 dias. Eles acreditam que por ser o suprimento vascular da cabeça e pescoço superior das extremidades, graças a formação dos arcos aórticos no período

embrionário, esse suprimento vascular abundante tem importância na participação do processo de ossificação direta, acelerando a regeneração da área distraída e diferenciando o reparo dos ossos longos.

STEWART *et al.* (1998) avaliaram duas razões diferentes durante a distração osteogênica em mandíbulas de coelho. A razão de 1mm e 3mm dia, dividido em duas ativações. Os autores encontraram união fibrosa no grupo de onde foram realizadas duas ativações de 1,5mm ao dia.

PLODER *et al.* (1999) pesquisaram o conceito de distração contínua descrita por Shmelzeisen *et al.* em 1996, desenvolveram um dispositivo eletro-mecânico para promover o alongamento em mandíbulas de carneiros. Após 5 dias de latência, o aparelho foi ativado magneticamente, tendo sido calibrado para se movimentar a uma velocidade de 0,04mm/h, resultando em um total de 1mm/dia. Passado 14 dias, o máximo de comprimento atingido foi 13,4mm. Os animais foram sacrificados de 5 a 7 semanas após concluída a ativação e analisados histologicamente. Os autores concluíram que dependendo da estabilidade alcançada, ocorrerá a formação óssea membranosa e/ou cartilaginosa. A necessidade de

pesquisas continuadas para aperfeiçoar esses aparelhos é necessária, porém os resultados encontrados com esse novo modelo de dispositivo de distração contínua mostrou-se um avanço.

O período de latência após as corticotomias antes de iniciar a distração, vem sendo recomendada em média de 2 dias para crianças, de 5 a 10 dias em pacientes adultos. Este período permite que a fase inicial do processo inflamatório seja processada, o reparo do periósteo seccionado seja iniciado, além de promover a formação de uma ponte de fibrocartilagem mais espessa e forte, no interior do osso osteotomizado. Uma ponte de fibrocartilagem fraca e fina, poderá originar uma formação óssea anormal em forma de "ampulheta", onde a porção central é mais fina que as distais. De acordo com princípios rígidos o grau de avanço do segmento ósseo deve ser 1mm/dia, dividido o máximo de vezes possível. O periósteo, os músculos e a pele possuem um limite regenerativo quando o avanço da distração excede 1mm/dia, podendo levar a insucesso por formação de um osso de má qualidade, como também fibrose na região distraída. Já em crianças pode-se exceder 1,5mm com o máximo de 2,0mm, pois nestes pacientes os tecidos conseguem suportar um estiramento

maior, bem como o metabolismo óssea está mais acelerado (GUERRERO *et al.*, 2000).

TROULIS *et al.* (2000), tendo como preocupação o longo tempo dos protocolos de tratamento em distração osteogênica, avaliaram o efeito da latência e da razão em relação a formação óssea em mandíbulas de mini porcos. Para analisar a latência, 5 animais foram submetidos a períodos diferentes (0 e 4 dias) numa magnitude de movimento de 1mm diário, durante 7 dias, com 14 dias de estabilização. Para analisar a razão, 12 animais foram submetidos a magnitudes diferentes de ativação; de 1mm, 2mm e 4mm por dia para obter 12mm de comprimento de distração, com 24 dias de estabilização. Através da avaliação clínica e radiográfica, os grupos com 0 e 4 dias de latência foram equivalentes em relação ao reparo ósseo. Quando se comparou a razão, a estabilidade foi maior no grupo de 1mm por dia. As razões superiores a 1mm mostraram baixa ossificação. Para os autores a latência e a estabilização após a distração é pobremente conhecida, necessitando de experimentos adicionais para total compreensão. Como o modelo de distração na região maxilo-facial originou-se a partir de alongamento de ossos longos de

origem endocondral, o comportamento nos ossos da face precisa ser mais bem avaliado.

COPE & SAMCHUKOV (2000) estudaram o padrão histológico, através de análise histomorfométrica nos ossos da face, que foram submetidos a distração osteogênica. Realizaram um avanço de 10mm no corpo da mandíbula em cães, aguardando-se um período de consolidação de 0, 2, 4, 6 e 8 semanas para o sacrifício. Perceberam um aumento crescente na formação de osso trabecular e uma diminuição de tecido fibroso na área distraída nestes intervalos. A formação óssea aumentou até a 4^a e 6^a semanas, permanecendo constante até a 8^a semana, onde verificou-se sinais de remodelação óssea.

AL RUHAIMI et al. (2001) realizaram um estudo comparativo em mandíbulas de coelho, verificando a neoformação óssea na área submetida da distração osteogênica, com diferentes razões e ritmos da ativação. A ativação iniciou-se no terceiro dia de pós-operatório, atingindo um comprimento de distração de 10mm no total. Vinte e quatro animais foram divididos em 4 grupos. Grupo 1, razão de 0,5mm na frequência de 1 vez ao dia; o grupo 2, razão de 1mm na frequência de 1 vez ao dia; o grupo 3, razão de 1mm na frequência de 2 vezes ao dia e o grupo 4, razão de 2mm na

frequência de 1 vez ao dia. Os animais foram sacrificados 6 semanas após concluída a distração e submetido a análise histológica. Os resultados indicaram que a razão de 1mm dia produz melhor osteogênese nas áreas distraídas. Não houve diferença quando se utilizou a frequência de uma vez ao dia na razão de 1mm ou duas vezes ao dia na razão de 0,5mm. Contudo 0,5mm resultou em um osso mais imaturo. A distração na razão de 2mm uma vez ao dia resultou em fibrose na área distraída.

Com o objetivo de acelerar e aumentar a osteogênese na área distraída AL RUHAIMI (2001) realizou um trabalho experimental em coelhos, utilizando o sulfato de cálcio. Os 24 animais foram divididos em 4 grupos, onde se realizou 1mm de ativação diária com comprimento de distração em torno de 10mm. Nos grupos 1 e 2 (teste), após concluída a distração uma grade reabsorvível de sulfato de cálcio foi inserida na região distraída. Os grupos 3 e 4 serviram como controle. Os animais do grupo 1 e 3 foram sacrificados 11 dias após a distração e os do grupo 2 e 4, 21 dias após a distração. Após análise histológica o autor encontrou que os grupos testes apresentavam uma calcificação precoce e maior formação óssea

quando comparado aos grupos controles, principalmente o grupo 2.

HU *et al.* (2001) encontraram sinais de degeneração do nervo alveolar inferior, durante a distração osteogênica em mandíbulas de carneiros, quando a razão da distração foi superior a 1mm por dia. Os animais foram sacrificados e analisados histologicamente e histomorfometricamente duas semanas depois de concluída a distração.

A seqüência histológica da distração osteogênica inclui inicialmente a formação de um hematoma na área osteotomizada até o restabelecimento da câmara de regeneração com tecido ósseo neoformado. Para alguns autores processo de formação óssea ocorre a partir de uma ossificação endocondral. Já outros acreditam que a configuração da ossificação pode variar durante o progresso da distração, encontrando áreas de ossificação intramembranosa ou dependendo do estágio ocorre uma modificação do mecanismo de formação óssea. Diferentes experimentos descrevem a formação do calo cartilaginoso durante a transição do calo mole para o duro. Vários tipos celulares são observados nesse tecido em formação, incluindo: células de linhagem periosteal, endoteliais, medulares, células imunes, fibroblastos,

osteoclastos, osteoblastos e condrócitos. Geralmente se aceita que os condrócitos e osteoblastos são derivados de células mesenquimais indiferenciadas. Tentando demonstrar que existe uma relação entre a magnitude do estiramento tecidual e a eventual diferenciação de células, MEYER *et al.* (2001) realizaram um trabalho experimental, em mandíbulas de coelho. Através de microscopia óptica, microscopia eletrônica de transmissão e imunohistoquímica, os autores encontraram uma relação direta entre a diferenciação celular, apoptose e o tecido neoformado na câmara de regeneração, com a magnitude do estiramento tecidual. Em baixas magnitudes o mecanismo de ossificação foi intramembranoso com formação de tecido ósseo. Diante de altas magnitudes revelaram tecido mole na câmara de regeneração. Em magnitudes intermediárias resultaram em formação de um calo com características endocondral e intramembranosa (mista).

Considerando a capacidade osteoindutiva do perióstio na distração osteogênica SCHMIDT *et al.* (2002) propuseram a distração do perióstio sem corticotomia com o intuito de estimular a formação óssea, através de um dispositivo modificado de distração. Os autores realizaram distração do perióstio em torno de 7mm, durante 15 dias em mandíbulas de

coelhos. Os animais foram sacrificados 28, 35, 42 e 56 dias depois de concluída a distração. Os resultados mostraram que o estiramento do perióstio promoveu um aumento do número de osteoblastos e osteócitos na área distraída. O ganho médio de volume ósseo em altura foi de 2,86 mm.

Analisando a resposta do osso regenerado e do tecido gengival em cães, durante distração osteogênica mandibular COPE *et al.* (2002), por meio de técnicas histológicas, encontraram a presença de áreas de mineralização com 10 dias após a ativação do distrator. Um aumento progressivo da formação óssea é claramente observado até a quarta semana de consolidação, permanecendo praticamente estável até a sexta semana e diminuindo entre a sexta e oitava semana de consolidação, onde nesse último período prevalece atividade de remodelação óssea. Os resultados também mostraram que a gengiva respondeu favoravelmente ao estiramento gradual durante a distração óssea. Inicialmente verificou-se uma inflamação dos tecidos moles, que a partir da segunda até a oitava semana de consolidação o tecido gengival restaurou sua integridade estrutural e funcional. Para os autores a distração osteogênica alveolar diminui o tempo total de tratamento, permitindo a inserção de implantes em áreas

regeneradas aproximadamente a partir da oitava semana de distração.

2.3 - DISTRAÇÃO OSTEOGÊNICA ALVEOLAR

A distração osteogênica alveolar só se iniciou na década de 90, e surgiu como uma alternativa as técnicas regenerativas utilizadas na implantodontia, principalmente pela limitação das mesmas em relação ao ganho ósseo vertical.

CHIN & TOTH (1996) foram os pioneiros a descreverem a distração osteogênica alveolar em humanos. Através do princípio da distração osteogênica foi possível tratar diversas deformidades no esqueleto maxilo-facial. Realizaram um avanço do terço médio da face, três alongamentos do ramo mandibular e uma reconstrução vertical do rebordo alveolar atrófico. Os aparelhos utilizados foram todos intrabucais, o que tinham uma vantagem considerada, pois evitam a formação de cicatrizes, como acontece nos aparelhos externos, aumentam a cooperação do paciente e melhoram a estabilidade, devido estarem mais próximos aos segmentos ósseos osteotomizados.

Em 1996, BLOCK *et al.* estudaram pela primeira vez o osso regenerado na reconstrução vertical do rebordo alveolar

por meio de distração osteogênica. Defeitos verticais foram realizados em mandíbulas de 4 cães, objetivando criar um rebordo atrófico. Doze semanas depois, 4 implantes foram inseridos na face vestibular do rebordo alveolar, os quais foram adaptados, após um período de osseointegração, a um dispositivo que promoveria a distração vertical do osso. Osteotomias foram confeccionadas para possibilitar a movimentação do segmento de transporte, que só iniciou-se 7 dias após concluída a cirurgia. O dispositivo foi movimentado na razão de 1mm/dia. A avaliação clínica, radiográfica e histológica revelaram resultados similares a distração horizontal da maxila e mandíbula, realizadas em trabalhos anteriores pelos autores, percebendo-se uma neoformação óssea por volta da sexta semana, após cessada ativação, com os canais nutritivos orientados paralelamente ao movimento de distração, sendo a cortical lingual mais espessa em relação a vestibular.

BLOCK *et al.* (1998) avaliaram o comportamento de implantes dentais osseointegrados inseridos em áreas submetidas a distração osteogênica alveolar sob carga funcional, durante um período de acompanhamento de 1 ano. Foram realizados defeitos ósseos alveolares em mandíbulas de

cães, após exodontia dos pré-molares e primeiros molares. Concluído o reparo ósseo dos alvéolos um dispositivo de distração do tipo justa-ósseo foi confeccionado e inserido na face vestibular da mandíbula. O período de latência foi de 7 dias, com uma de razão de 1 mm/dia, na frequência de 2 vezes . dia, por 10 dias consecutivos. Os implantes foram colocados no osso distraído, após 10 semanas e as próteses confeccionadas 4 meses após a colocação dos implantes. Uma análise clínica, radiográfica e histológica foram os parâmetros utilizados pelos autores para avaliar os resultados. Os resultados encontrados mostraram que todos os implantes mantiveram-se osseointegrados durante o período do estudo, não tendo sido encontrado diferenças entre o osso regenerado e o osso normal, porém perceberam que a porção vestibular parecia ser mais afetada que a lingual recém-formada. Creditaram tal fato, as sucessivas intervenções sofridas pelo periósteo vestibular quando da execução da metodologia.

CHIN (1999) ressaltou a distração osteogênica do rebordo alveolar como técnica reconstrutiva para possibilitar a reabilitação com implantes osseointegrados, pois promove o crescimento gradual de tecido ósseo e mole, principalmente em

altura. Descreveu sucintamente as etapas da técnica cirúrgica para distração do rebordo alveolar, utilizando um dispositivo intra-ósseo, constituído de um parafuso e duas placas, sendo uma fixada no segmento de transporte e a outra no osso remanescente (base). Os princípios preconizados pelo autor devem ser seguidos de forma criteriosa, tal como Ilizarov mostrou em seus trabalhos clínicos e experimentais, dando uma atenção especial ao tamanho mínimo do disco de transporte e ao excesso no descolamento periosteal.

Também utilizando um distrator alveolar do tipo intra-ósseo (SIS®), GAGGL *et al.* (1999) publicaram um caso de distração do segmento anterior de uma mandíbula atrófica em um paciente de 62 anos de idade. Os distratores foram ativados 0,5 mm por dia, até atingir 6 mm em 12 dias. Após um período de 6 meses de reparo dos implantes (osseointegração primária), uma *overdenture* foi confeccionada e retida sobre uma barra. Os autores ressaltaram as vantagens deste dispositivo em relação aos demais, pois diminuem o tempo e o número de intervenções, já que o dispositivo de distração serve de suporte para reabilitação protética, ou seja o próprio implante responsável pela distração, deverá osseointegrar e suportar carga posteriormente.

URBANI *et al.* (1999) chamaram a atenção para o mal posicionamento dos distratores, pois angulações incorretas dificultam a inserção adequada dos implantes e conseqüentemente podem comprometer as reabilitações protéticas. O sistema de distratores intra-ósseos utilizados pelos autores, permitiram a colocação imediata dos implantes após a remoção dos dispositivos, diminuindo assim o tempo de tratamento.

ODA *et al.* (1999) utilizaram o próprio implante como dispositivo de distração, observando a osseointegração no osso neoformado. Doze semanas após a exodontia dos pré-molares em mandíbulas de 5 cães, foram realizadas osteotomias no rebordo e colocados 2 implantes de 10mm em cada área. Os implantes foram inseridos apenas 5mm no osso, ficando o restante exposto ao meio bucal. Um fio circunferencial mandibular manteve o segmento em posição por 7 dias. Os implantes foram sendo inseridos levemente 0,9 mm por dia. Os animais foram radiografados após 6 dias do início da ativação e em intervalos de 2, 4, 8, 12, 24 e 50 semanas e sacrificados com 52 semanas. Os resultados clínicos mostraram que todos os animais toleraram bem o experimento, se

alimentaram sem problemas e que a mobilidade do segmento de transporte foi diminuindo gradativamente. Dois implantes se tornaram infectados e necessitaram de remoção. Justificaram tais achados devido à exposição das roscas dos implantes. Radiograficamente observou-se um ganho médio de 4,8mm após completada a distração e 3,98mm após o período de consolidação de 52 semanas. Apenas entre a 24^a a 50^a semanas não foi perceptível a diferença da densidade óssea na área distraída para o disco de transporte e osso remanescente. A reabsorção óssea no disco de transporte foi verificada em 1 caso em 2 implantes avaliados. Através da análise histomorfométrica não houve diferenças estatisticamente significativa em relação ao contato ósseo e a área relativa do osso neoformado no interior das roscas dos implantes, nas regiões compreendidas ao segmento de transporte e câmara de regeneração. De acordo com os autores essa técnica foi efetiva, necessitando de sua aplicação em humanos.

A aplicabilidade dos distratores alveolares em forma de implantes foi mais uma vez avaliada por GAGGL *et al* (2000). Eles realizaram distração óssea alveolar em 8 carneiros, com 2 implantes em cada mandíbula. Seguiram um protocolo de ativação a cada 12 horas totalizando 0,5mm por

dia, após um período de latência de 7 dias. Os animais foram sacrificados em 1, 2, 3 e 6 meses após concluída a distração e avaliados clinicamente, através de sondagem periodontal e testes de estabilidade, e ainda radiograficamente e histologicamente. Encontraram que com 3 meses havia uma adequada base para estabilidade dos implantes. No sexto mês após distração, 70% da superfície do implante encontrava-se osseointegrada. Ressaltaram também, que o estabelecimento do tempo ideal para reabilitação protética para esse tipo distrator, necessita de estudos adicionais.

No mesmo ano, GAGGL *et al.* (2000) utilizando o mesmo tipo de dispositivo de distração, realizaram o aumento vertical do rebordo alveolar em 35 pacientes. Sessenta e dois implantes foram inseridos, seguindo-se um protocolo rígido, onde se estabeleceu um período de latência de 7 a 10 dias e razão de 0,25 a 0,5mm por dia, para se alcançar a um ganho de 4 a 6mm. Os implantes foram testados clinicamente, nos intervalos de 3, 6 e 9 meses após reabilitação protética, pela sondagem periodontal e verificação da estabilidade. Os resultados mostraram uma melhora crescente da saúde periodontal e aumento da estabilidade durante todo o período do estudo. Concluíram que esse tipo de distrator foi efetivo,

e que apresenta uma série de vantagens, tais como: tamanho reduzido, fácil manuseio, estética favorável e diminuição das fases cirúrgicas e favorece a reparação óssea. Porém apresentaram como desvantagem o risco de anquilose prematura devido a baixa velocidade de distração utilizada nesse tipo distrator, já que se almeja a sua osseointegração posterior.

ODA *et al.* (2000) propuseram a utilização de um dispositivo de distração alveolar simplificado, constituído de um parafuso e uma placa de suporte. Desenvolveram um estudo clínico, radiográfico e histológico, em mandíbulas de 6 cães, divididos em dois grupos de acordo com o período de consolidação, que foi de 8 e 12 semanas. A extração dos pré-molares e primeiros molares foram realizadas e após 12 semanas a área edêntula, sofreu osteotomias e em seguida foi instalado o distrator. Foi respeitado um período de latência de 7 dias, na razão de 1mm/dia por 7 dias. Concluída a distração os implantes foram inseridos nos locais onde estavam os parafusos de distração. Não houve perda de implante e nenhum caso de infecção, havendo aumento vertical do osso alveolar sem maiores dificuldades. A análise radiográfica quantificou um aumento vertical de 6,83 mm após completada a distração e 6,10 mm após 12 semanas de

consolidação. A radiopacidade nas áreas distraída tornou-se significativa só após 8 semanas de consolidação. Através da análise histológica e histomorfométrica foi observada uma melhor osseointegração entre os implantes e o osso da câmara de regeneração com 12 semanas depois de concluída a distração. Ficou claro também que a espessura óssea na face vestibular do osso que sofreu distração foi inferior a lingual, principalmente no grupo de 12 semanas de consolidação.

CHIAPASCO *et al.* (2000) mostraram a possibilidade de realizar distração osteogênica vertical, em uma fíbula vascularizada de um paciente, que teve sua mandíbula reconstruída após ressecção tumoral. Um distrator do tipo justa-ósseo foi instalado por via intrabucal sob anestesia local. Após 8 dias de latência, na razão de 1mm/dia, o osso foi distraído até o comprimento máximo do distrator. Um ganho ósseo vertical foi alcançado suficiente para possibilitar a colocação de implantes dentais osseointegrados. Ressaltaram a boa efetividade da técnica, para suprir a desvantagem do enxerto de fíbula que apresenta altura insuficiente para uma adequada reabilitação protética.

Através de um estudo clínico, radiográfico e histológico, NOSAKA *et al.* (2000) encontraram bons resultados, quando realizaram modificações na técnica de distração osteogênica, com o objetivo de diminuir o tempo total de tratamento. Quatro cães foram utilizados, tendo sido realizada uma corticotomia na região compreendida entre os pré-molares e molares na mandíbula, em apenas um dos lados. Após 7 dias de latência, o dispositivo foi ativado 1mm/dia, determinando um avanço na mandíbula de 14mm, provocando uma mordida cruzada. Os implantes foram inseridos na área distraída já na terceira semana e os cães sacrificados após 24 semanas. Obtiveram osseointegração dos implantes sem alterações do processo de reparação do osso distraído e salientaram a possibilidade do encurtamento do tempo de tratamento com estas evidências.

MILLESII-SCHOBEL *et al.* (2000) realizaram distração osteogênica alveolar em áreas edêntulas na região posterior da mandíbula, usando um distrator justa-ósseo e uma osteotomia em forma de "L". Quatro pacientes, foram operados, sendo dois, bilateralmente. Os aparelhos de distração foram instalados sob anestesia geral. Uma miniplaca foi posicionada

na extremidade distal da osteotomia, permitindo ao disco de transporte mover-se a partir deste ponto fixo. Seguiram um protocolo de ativação de 0,9 mm por dia, no ritmo de 3 vezes, atingindo 9mm de distração em 10 dias. Aguardou-se 10 semanas para remoção dos aparelhos e colocação dos implantes. . Obtiveram insucesso em apenas um paciente, onde houve a fratura da placa de um distrator, o qual necessitou de uma nova intervenção, evoluindo bem, sem alteração no curso do tratamento. .

NOCINI *et al.* (2000), também demonstraram a possibilidade de realizarem distração vertical em enxertos vascularizados. Os autores relataram um caso de reconstrução mandibular a partir de um enxerto vascularizado de fíbula em um paciente que sofreu perda de substância por um ferimento de arma de fogo. O paciente havia perdido um segmento compreendido entre o segundo pré-molar inferior esquerdo e o incisivo lateral direito. Quinze meses após a reconstrução do segmento perdido com a fíbula, a distração vertical foi iniciada. Um distrator justa-ósseo foi instalado sob anestesia geral e após 7 dias, ativado 0,5mm/dia, atingindo-se 11mm em 22 dias de ativação. O distrator foi removido sob sedação, depois de 6 meses. Os autores

ressaltaram a eficiência da técnica de distração para estes casos, onde a fíbula apresenta o inconveniente de ter pouca altura óssea.

RAGHOEBAR *et al.* (2000) testaram a aplicabilidade de um novo dispositivo intra-ósseo de distração osteogênica alveolar em mandíbulas edêntulas atróficas de três pacientes. Os aparelhos eram constituídos de dois parafusos de distração, duas extensões para fixação do conjunto e um parafuso guia. Após 5 dias de latência, iniciou-se a ativação na razão de 1,0mm, no ritmo 2 vezes ao dia. Os implantes foram colocados dois meses após o último dia de ativação e reabilitados em 12 semanas. Os achados foram avaliados clinicamente, radiograficamente e histologicamente, obtendo-se resultados satisfatórios, pois os pacientes foram reabilitados e acompanhados por seis meses, onde não foi observado nenhum caso com alteração nervosa sensorial, infecção, perda dos implantes e nem dos dispositivos.

BLOCK *et al.* (2000) avaliaram implantes de superfícies diferentes, em áreas que foram submetidas a distração osteogênica alveolar, sobre o efeito carga, em mandíbulas de cães. Através de uma avaliação clínica, radiográfica e histológica os autores concluíram que os

implantes se apresentaram funcionais dentro do período avaliado e que os de superfície tratada com hidroxiapatita apresentaram melhor neoformação óssea.

ALDEGHERI & DUBRANA (2000) publicaram um caso de distração alveolar na maxila, onde já havia sido tentado sem sucesso, dois enxertos ósseos livres. Usaram um distrator justa-ósseo para ganhar 9mm em altura, na região compreendida do incisivo central ao primeiro pré-molar do lado direito. Ressaltaram os bons resultados obtidos com esta técnica pela expansão simultânea de tecidos duros e moles, com diminuição do risco de complicações por ausência de um local doador de osso e pela simplicidade da técnica.

Um dispositivo de distração osteogênica alveolar capaz de assumir múltiplas direções foi idealizado por WATZEK *et al.* (2000), tendo como principal indicação o reposicionamento de implantes. O aparato de distração mostrou-se efetivo, porém apresentava o inconveniente de apoiar-se em dentes ou em implantes adjacentes e possuir muitos componentes.

YEN *et al.* (2001) mostraram a possibilidade de fechamento de fissuras no processo alveolar, através da

distração osteogênica alveolar horizontal, em um paciente com fissura lábio-palatal. O aparelho para distração foi confeccionado envolvendo o vestíbulo e o palato, distraindo horizontalmente o segmento alveolar mobilizado, o qual continha, canino, primeiro e segundo pré-molares. Os autores concluíram afirmando no futuro ser possível o fechamento das fissuras palatinas também por distração de forma rotineira, com o aprimoramento da técnica, bem como dos dispositivos de distração.

Os dispositivos de distração osteogênica alveolar do tipo intra-ósseo semelhante a um implante foram recomendados por KLEIN *et al.* (2001) por apresentar vantagens adicionais em relação aos demais tipos de distratores, como o controle direcional do segmento distraído, simplicidade do desenho, evitando placas ósseas e parafusos, diminuindo o risco de infecção.

RACHMIEL *et al.* (2001) realizaram 14 casos de distração osteogênica alveolar utilizando um distrator intra-ósseo, constituído de um parafuso de distração central e de duas placas fixadas com um parafuso de 1,2mm. Sendo posicionadas uma no segmento de transporte e outra no osso basal, onde apoiava a ponta do parafuso central de distração.

A distração foi iniciada no quarto dia de pós-operatório, com 0,8mm por dia, durante 10 a 16 dias, conseguindo um aumento de 10 a 16mm. O segmento distraído foi estabilizado por um período de 60 dias, quando os dispositivos foram removidos e 23 implantes inseridos, tendo sido acompanhado por 20 meses. Obtiveram insucesso em 2 casos, com perda do implante em um e fratura da placa base em outro. Os autores ressaltaram a instabilidade em manter o vetor de distração e a necessidade de dois procedimentos cirúrgicos, como as principais desvantagens com este tipo de distrator.

URBANI (2001) apresentaram cinco casos de distração osteogênica alveolar, seguida da colocação de implantes osseointegrados. Ele utilizou dois diferentes tipos de distratores intra-ósseo. Um do tipo implante e outro contendo placa de transporte, placa de estabilização e um parafuso guia para ativação. Os casos foram operados sobre anestesia local e iniciada ativação após cinco dias. O autor ressaltou a vantagem do distrator intra-ósseo tipo implante por diminuir o número de intervenções e concluiu que a técnica de distração osteogênica é mais vantajosa que a regeneração óssea guiada por não necessitar de área doadora, diminuir o tempo total de tratamento e por apresentar menores índices de

complicação, principalmente em relação à perda do enxerto em virtude da exposição e contaminação das membranas.

McALLISTER (2001) apresentou uma série de dez procedimentos de distração osteogênica alveolar em um total de sete pacientes, utilizando um distrator do tipo intra-ósseo. Após um período de latência de 7 dias, o distrator foi ativado 1mm por dia. O período de consolidação foi de cinco dias a cada 1mm de distração final. Os autores recomendaram o uso desta técnica, pois relataram um ganho ósseo vertical de 5 a 9mm, porém salientaram cuidados com riscos potenciais como: instabilidade do distrator, fratura do segmento de transporte, deiscência do retalho, ausência ou prematuridade na consolidação.

TRIACA *et al.* (2001), objetivando ganho de espaço no arco dental para movimentação ortodôntica, realizou uma osteotomia no processo alveolar da mandíbula de canino a canino, onde um dispositivo dento-suportado movimentaria o segmento mobilizado para frente, criando espaço entre os caninos e pré-molares, possibilitando a movimentação ortodôntica.

CHIAPASCO *et al.* (2001) trataram 8 pacientes com deficiência vertical do osso alveolar, através do uso de distratores alveolares tipo justa-ósseo. As perdas ósseas tinham etiologia variada como ressecção patológica, displasia ectodérmica, atrofia fisiológica e trauma. O período de latência foi de sete dias, na razão de 1mm/dia. Após o período de consolidação que variou de dois a três meses, 26 implantes foram inseridos nas áreas distraídas. Após 12 meses, os autores avaliaram profundidade de bolsa, estabilidade do implante, índice de sangramento e de placa. Nenhum implante foi perdido durante um ano de acompanhamento clínico e radiográfico, estando os critérios avaliados dentro da normalidade e condizente com a literatura de acordo com os autores.

Uma inovação técnica de distração osteogênica alveolar na região posterior de mandíbula foi publicado por KLUG *et al.* (2001). Relataram 10 casos, utilizando um distrator justa-ósseo, onde em 4 a área a ser distraída foi protegida por uma membrana de titânio. Depois de decorrida uma semana da cirurgia, os distratores foram ativados 3 vezes ao dia, na razão de 0,9 mm, atingindo 9mm de comprimento de distração com 10 dias. Os distratores e a membrana foram

removidos na décima semana. Encontraram deiscência da ferida, em dois casos e a fratura do distrator, em um, como complicações, porém obtiveram um ganho ósseo médio de 7,5mm. Recomendaram o uso da membrana para evitar invasão de tecido conjuntivo, gerando um tipo de escavação "semi-lunar" na cortical vestibular, desta forma, promovendo uma forma mais fisiológica ao processo alveolar.

LEHRHAUPT (2001) apresentou um caso de distração osteogênica alveolar em um paciente com perda óssea na região compreendida ao incisivo central e lateral na maxila, decorrente de um trauma há 10 anos atrás. Utilizou um distrator intra-ósseo, o qual continha uma placa base, placa de transporte e um parafuso comprido intra-ósseo. Após uma semana de período de latência, o distrator foi ativado duas vezes ao dia, em um total de 0,8mm por dia, durante dez dias. Após um mês, o parafuso intra-ósseo foi removido e com seis meses foram inseridos dois implantes associados com enxerto ósseo particulado, protegidos com uma membrana de politetrafluoretileno expandido. Os implantes receberam carga funcional no nono mês. O autor ressaltou o sucesso do método de distração em detrimento de outros métodos de reconstrução

alveolar quando se espera ganho no sentido vertical, pois esta técnica é muito mais previsível.

UCKAN (2002) sugeriu uma modificação na técnica de distração alveolar na maxila para manter o longo eixo do distrator alveolar estável. Aplicou-se um fio ortodôntico do tipo níquel-titânio, preso aos braquetes nos dentes adjacentes ao defeito ósseo. O eixo principal de distração seria então preso ao fio ortodôntico por fio de amarra. Este seria trefilado juntamente com o distrator, orientando a neoformação óssea vertical também para a face vestibular. Os autores ressaltaram ser este aspecto mais importante na maxila devido a mucosa ser mais inelástica, podendo até o distrator interferir com os dentes inferiores.

No mesmo ano, UCKAN *et al.* realizaram uma análise clínica de 10 casos, com acompanhamento de 1,8 anos em média. Foi utilizado um distrator intra-ósseo do tipo Lead System® ativado após uma semana de latência, com uma razão de 0,8mm, 2 vezes ao dia. Atingindo-se a distração planejada, os implantes foram colocados após 5 a 8 semanas. Os critérios avaliados foram: a profundidade do sulco periimplantar, condição gengival, mobilidade do implante e análise radiográfica. Encontraram como complicações: sangramento

trans-operatório, posicionamento do disco de transporte para o lado lingual ou vestibular e a fratura do segmento de transporte. Os autores concluíram que a técnica foi efetiva, pois todas as complicações foram facilmente solucionadas, resultando em aproveitamento de 85% dos implantes inseridos.

GARCIA *et al.* (2002) descreveram complicações da técnica de distração osteogênica alveolar em sete casos, dividindo-as em fases, quando da sua ocorrência. No trans-operatório, encontraram fratura do segmento de transporte, dificuldades no manuseio devido ao excessivo comprimento da haste do aparelho distrator e dificuldades em finalizar a osteotomia pelo lado lingual. Durante a fase de distração observaram a direção incorreta do vetor de distração, perfuração da mucosa por sobre o disco de transporte e deiscência de sutura. Após o período de distração, obtiveram defeitos na formação óssea do osso distraído, como intercorrência. Concluíram que, apesar da pequena amostra, a técnica de distração osteogênica alveolar deve ser recomendada para reconstrução do rebordo alveolar, pois suas complicações são facilmente contornáveis.

GAGGL *et al.* (2002) relataram uma modificação técnica na realização de 12 casos de distração alveolar com distratores intra-ósseos do tipo implante. Os autores utilizaram uma abordagem trans-gengival, via abertura com *punch*, para instalação dos distratores, assim como para reabilitação protética. A osteotomia e mobilização do segmento de transporte foi executado através da mucosa vestibular. Apresentaram como vantagem deste método a preservação maior do suprimento sanguíneo e o menor número de intervenções, diminuindo a reabsorção óssea periimplante.

JENSEN *et al.* (2002) realizaram um acompanhamento clínico, considerado até o momento o mais longo na literatura (4,4 anos em média). Trinta procedimentos de distração osteogênica alveolar foram realizados em 28 pacientes. Objetivaram um ganho ósseo vertical e horizontal. Para o ganho em altura usaram distratores temporários do tipo implantes e para distração horizontal aplicaram mini-parafusos de titânio fixados e tracionados a um aparelho ortodôntico. Obtiveram neste período uma taxa de 90,4% de sucesso, perdendo 8 implantes. Os autores concluíram ser uma técnica previsível por apresentar bons resultados, obtendo um certo ganho também na espessura óssea após o ganho em altura.

HORIUCHI *et al.* (2002) relataram um caso de distração horizontal e vertical do processo alveolar anterior da maxila. Recomendaram a técnica principalmente para pacientes com discrepância ântero-posterior, onde somente a distração alveolar tradicional não resolveria o problema. A técnica consistiu de uma osteotomia segmentar anterior da maxila, no qual o segmento mobilizado foi distraído através de um dispositivo fixado ao palato por meio de parafusos de titânio. Ressaltaram a importância da inovação técnica pela possibilidade de distração alveolar vertical e horizontal simultaneamente.

As dificuldades técnicas da distração osteogênica alveolar em mandíbulas atroficas para fins de reabilitação com implantes, foram verificadas por UCKAN *et al.* (2002). Os autores apresentaram três casos, onde foram utilizados um distrator semi-rígido do tipo Chin Leibinger®, que apresenta maleabilidade que possibilita o direcionamento da neoformação óssea. Salientaram as peculiaridades da distração do osso basal da mandíbula em comparação ao osso alveolar, assinalando duas principais diferenças: pouca quantidade de osso medular e a necessidade de uma maior extensão na osteotomia horizontal.

Objetivando diminuir o tempo de tratamento e melhorar o reparo na área distraída, ROBIONY *et al.* (2002) associaram a técnica de distração osteogênica alveolar aos benefícios do uso de plasma rico em plaquetas para reconstrução de mandíbulas extremamente atróficas, medindo de 8 a 10mm de altura. O período de latência do protocolo de distração foi modificado para quinze dias, enquanto havia uma revascularização do enxerto particulado de crista ilíaca. Os autores relataram sucesso na descrição de cinco casos, obtendo em média 10,3mm de ganho ósseo vertical, possibilitando a colocação de dois a quatro implantes com comprimentos que variaram de 13 a 15mm.

GAGGL *et al.* (2002) apresentaram 7 casos de distração osteogênica alveolar que foram executadas imediatamente após a exodontia de dentes de pacientes que apresentavam doença periodontal avançada. Utilizaram distratores do tipo implante, ativados 0,5mm por dia. Os resultados alcançados sugeriram a possibilidade de encurtar o tempo de tratamento.

MAZZONETTO & TOREZAN (2003) apresentaram algumas complicações que ocorreram após a execução de 50 casos de distração óssea alveolar na região anterior da maxila. Os autores utilizaram um distrator do tipo justa-ósseo, sendo os

pacientes acompanhados de forma clínica e radiográfica até o terceiro mês após a cirurgia, quando os dispositivos foram removidos. Os resultados encontrados mostraram um índice de sucesso em média de 92%, encontrando complicações menores como: exposição do distrator, edema anormal, perda temporária de sensibilidade, mobilidade do segmento de transporte e complicações maiores, tais como: a fratura do dispositivo e fratura e perda do disco de transporte. Ressaltaram a aplicabilidade da técnica justificando que a maioria das complicações podem ser solucionadas com um rigoroso acompanhamento e intervenção no momento oportuno.

POLO (2003) avaliou a eficiência da técnica da distração osteogênica alveolar para região posterior da mandíbula em 14 casos, realizando medidas entre o ganho ósseo real e a quantidade de alongamento do distrator. Utilizaram um distrator justa-ósseo (Conexão®) ativado após 7 dias de latência, com uma razão de 1mm, divididos em 3 ativações por dia. Atingindo-se a distração planejada, os implantes foram colocados após 8 a 12 semanas. Os autores concluíram haver a necessidade de realizar uma sobre-correção da distância planejada, pois obtiveram uma perda óssea de 26,55%.

FEICHTINGER *et al.* (2003) se propuseram a avaliar as condições clínicas da mucosa e a estética nos distratores tipo implante que foram inseridos em áreas distraídas, já sobre carga funcional, através de restaurações fixas ou removíveis. Foram acompanhados 35 pacientes, tratados com 62 distratores para correção de deficiências alveolares verticais. Os distratores tipo implante receberam carga, no período de 4 a 6 meses após a conclusão da distração. Nove pacientes foram reabilitados com coroas isoladas, 16 com próteses fixas metalocerâmicas e 10 com *overdentures*. As reavaliações foram agendadas com 3, 6, e 9 meses depois dos implantes receberem carga. A mobilidade foi avaliada através do valores obtidos no periostest, as condições periodontais por meio de sondagem do sulco periimplantar e radiografias foram utilizadas para avaliar os níveis de reabsorção do osso marginal, além de qualquer complicação biológica ou mecânica que apresenta-se durante as consultas. Após 9 meses de proervação, 2 implantes foram perdidos, os valores do periotest para os demais implantes aumentaram gradativamente a medida que aumentava-se a estabilidade dos mesmos. A profundidade na sondagem também diminuiu durante todo o período do estudo. Os tecidos periimplantares e adjacentes aos dentes apresentavam-se saudáveis, tendo sido a estética

das reabilitações protéticas considerada favorável. Através deste estudo clínico os autores aprovaram o sistema de distração tipo implante, pois os achados mostraram um alto potencial para osseointegração, com baixo índice de complicações, neste curto período de observação.

3 - PROPOSIÇÃO

O propósito deste trabalho foi comparar implantes de superfície lisa e rugosa em áreas mandibulares, em cães, submetidas à distração osteogênica alveolar, através de parâmetros histológicos e histométricos.

4 - MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi submetido à Comissão de Ética na Experimentação Animal do Instituto de Biologia - Unicamp, sob o protocolo nº238-1/239-1 e aprovado de acordo com os princípios éticos adotados pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA) (Anexo 1).

4.1 - MATERIAL

4.1.1 - IMPLANTES DENTÁRIOS ENDÓSSEOS

Foram utilizados 48 implantes tipo parafuso, hexágono externo e auto rosqueante, medindo 3,3 mm de diâmetro por 13 mm de comprimento, sendo 24 de superfície lisa (Master Screw®/Conexão Sistema de Próteses, São Paulo - Brasil) e 24 de superfície rugosa (ataque ácido - Master Porous®/ Conexão Sistema de Próteses, São Paulo - Brasil). Todos confeccionados em titânio comercialmente puro, segundo informações do fabricante.

4.1.2 - DISTRATOR ÓSSEO ALVEOLAR

Neste estudo foram empregados 8 distratores alveolares do tipo justa-ósseo (Distractor®, Conexão Sistema de Próteses, São Paulo, Brasil), com uma haste de ativação, que permite um comprimento de distração de até 6mm.

4.2 - MÉTODOS

4.2.1 - SELEÇÃO DA AMOSTRA

Os cães foram obtidos do Canil Central da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), já vacinados (Anti-rábica - Defensor, Pfizer® Animal Health, New York, U.S.A.), vermifugados (Canex®, SESPO, SP, Brasil) e submetidos ao período de quarentena.

Neste estudo foram utilizados 8 cães fêmeas adultas, sem distinção de raça, pesando entre 18 a 22 kg, mantidos durante o período experimental com dieta a base de ração sólida (Ração Sítios e Quintais - Purina Nutrimentos Ltda. SP, Brasil) e água.

4.2.2 - ANESTESIA E MEDICAÇÕES

A anestesia iniciou-se pela administração do sulfato de atropina a 1% (Fraga-Farmagrícola S.A Importação e Exportação), com o intuito de evitar severa depressão cárdio-respiratória, por via subcutânea na dosagem de 0,25mg/kg e antibioticoterapia profilática através da utilização de uma suspensão de Benzilpenicilina benzatina 600.000 UI, Benzilpenicilina procaína 300.000 UI, Benzilpenicilina potássica 300.000 UI, Sulfato de Diidroestreptomicina 250mg e Sulfato de Estreptomicina 250mg (Pentabiótico® Veterinário Pequeno Porte - Fort Dodge Saúde Animal Ltda.), por via intramuscular. Após um período de 10 minutos, a indução anestésica foi realizada, através da associação de solução aquosa a 2% de cloridrato de 2-(2,6-xilidino)-5,6-dihidro-4-H-1,3-tiazina (Sedativo, Analgésico e Relaxante Muscular /Rompum® - Bayer S.A.) e Quetamina (Sedativo e Anestésico Geral - Francotar® - Virbac do Brasil Indústria e Comércio Ltda.) nas dosagens de 3mg/kg e 20mg/kg, respectivamente, por via intramuscular profunda. Os animais permaneceram sem alimentação por um período de 8 horas antes da cirurgia, sendo retomada 4 horas após o procedimento.

Durante os procedimentos cirúrgicos, foi infiltrado 1ml de Cloridrato de lidocaina a 2% com adrenalina na proporção 1:100000 (DFL - Industria Farmacêutica Ltda.) com objetivo de diminuir o sangramento no local da cirurgia. Ao concluir-se as cirurgias, uma dose de flunixin meglumine (Banamine® - Schering-Ploug Veterinária) foi administrada por via intramuscular, na dosagem de 1,1mg/kg de peso do animal, com a finalidade de analgesia pós-operatória, antes que o animal retorna-se a consciência.

4.2.3 - CIRURGIAS EXPERIMENTAIS

As cirurgias experimentais seguiram um cronograma de acordo com a figura 1.

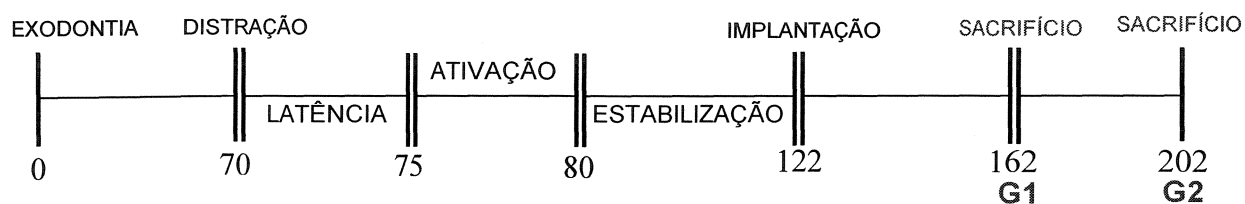


Figura 1 - Cronograma de execução, em dias, da fase experimental do trabalho.

Após a anestesia, foi realizada a anti-sepsia intrabucal com solução aquosa de polivinilpirrolidona a 10%

(Povidine Tópico Microshield - Johnson & Johnson) e extrabucal com solução alcoólica de polivinilpirrolidona a 10% (Povidine Tintura Microshield - Johnson & Johnson). O campo operatório foi isolado através da aposição de campos estéreis descartáveis.

A primeira cirurgia consistiu nas exodontias dos dentes pré-molares e em alguns casos, os primeiros molares mandibulares, em ambos os lados, no mesmo tempo cirúrgico, seguidas de uma alveoloplastia para regularizar (figura 2). Para isso, foi realizada uma incisão intrasulcular na vestibular e na lingual dos dentes, sendo em seguida hemisseccionados até a bifurcação de suas raízes, com auxílio de brocas (Carbide FG, 702 - SS White Artigos Dentários Ltda., Rio Janeiro, RJ, Brasil) sob alta rotação com irrigação contínua, com solução fisiológica de cloreto de sódio a 0,9% (GLICOLABOR - Industria Farmacêutica). As raízes mesial e distal foram removidas separadamente, por meio de extratores e os alvéolos curetados, e os tecidos reposicionados e suturados com nylon 4-0 (Mononylon Ethicon - Johnson & Johnson) (figura 3).



Figura 2 - Alveoloplastia (lado direito da mandíbula).

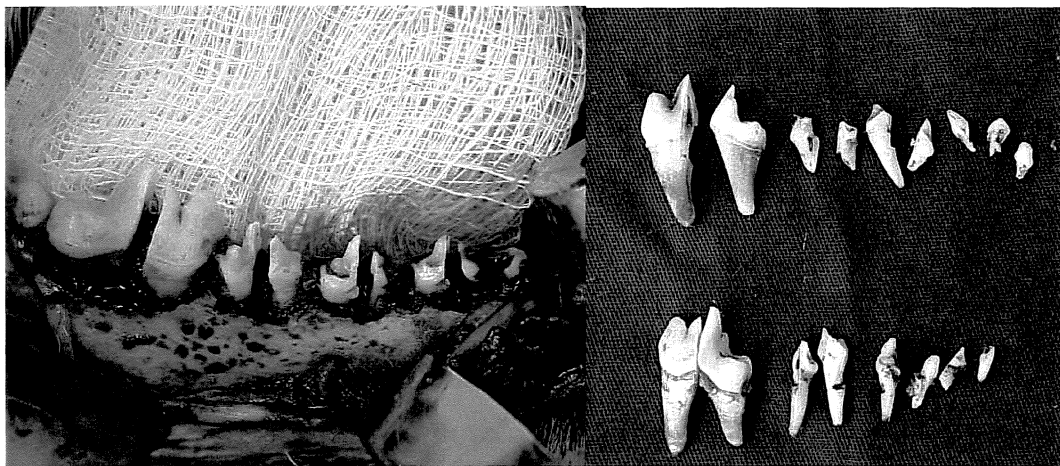


Figura 3 - Ostectomia e odonto-secção (para facilitar a extração dos dentes mandibulares do cão).

Após 10 semanas de reparo ósseo, foi implementada a segunda fase da cirurgia experimental, que consistiu na instalação do distrator, necessitando de uma nova anestesia.

No lado direito da mandíbula, uma incisão mucoperiostal na face vestibular na área edêntula (figura 4), foi realizada com lâmina intercambiável número 15 (Beckton-Dickinson - Industrias Cirúrgicas Ltda.), montado no cabo de bisturi nº 3. Após descolamento do retalho e exposição do osso alveolar, realizou-se a adaptação prévia do distrator alveolar (figura 5). Conforme a região do rebordo a ser utilizada, sendo necessário a modelagem das placas, para uma perfeita adaptação ao leito ósseo receptor.



Figura 4 - Incisão linear na face vestibular da área edêntula.

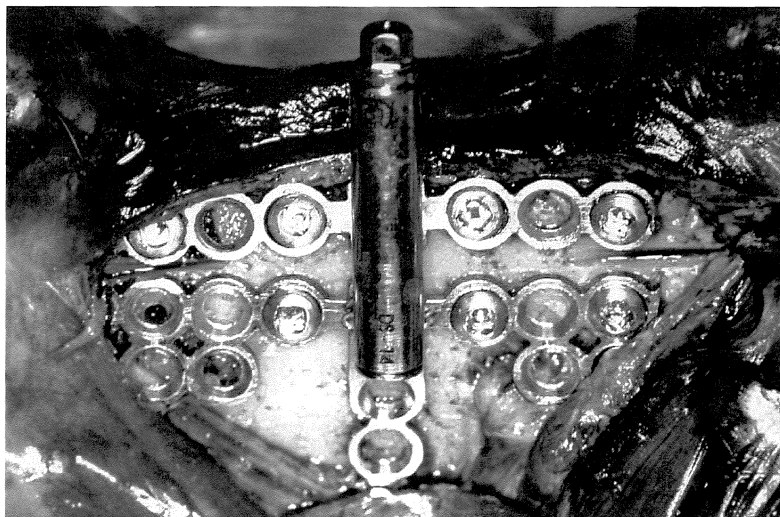


Figura 5 - Adaptação prévia do distrator, antes de iniciar as osteotomias.

Concluída a adaptação do distrator, este era removido e duas osteotomias verticais ligeiramente divergentes distantes 26 mm, eram efetuadas da crista alveolar com broca tronco-cônica 701 (KG Sorensen / Industria e Comércio) sob baixa rotação (BLM 300 - VK Driller Equipamentos Elétricos Ltda., SP, Brasil) em direção a base da mandíbula, em torno de 5mm. Uma osteotomia paralela a crista alveolar, uniu as duas osteotomias verticais na sua porção mais inferior. Em seguida as osteotomias foram completadas através de cinzéis manuais retos tipo espátula, originando o segmento de transporte, medindo 5 mm de altura por 26 mm de comprimento (figura 6). Todas as osteotomias foram feitas sob intensa

irrigação com solução fisiológica de cloreto de sódio a 0,9% (GLICOLABOR - Industria Farmacêutica).

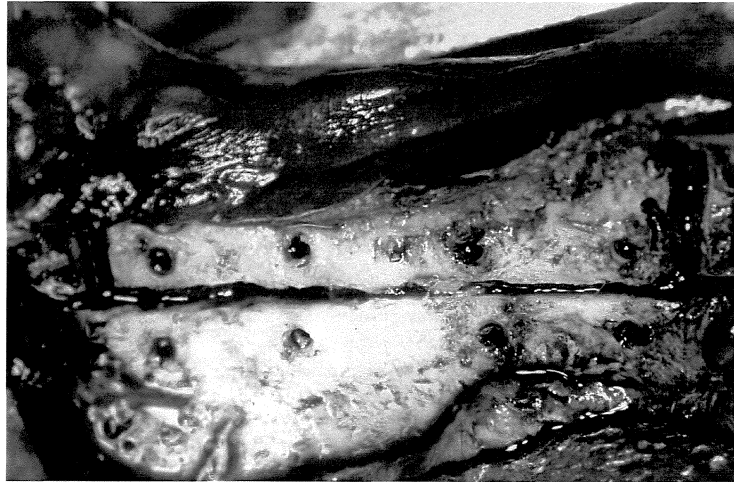


Figura 6 - Osteotomias vertical e horizontal (disco de transporte 5 x 26mm).

Neste momento o distrator foi posicionado e fixado com parafusos monocorticais de 1,3mm de diâmetro por 7 mm de comprimento. O distrator foi então ativado durante a cirurgia e o disco de transporte foi mobilizado até uma posição próxima ao ganho planejado, com o intuito de verificar o deslocamento do disco de transporte sem retenções e com passividade (figura 7). Com o retorno do disco de transporte a sua posição original as suturas foram realizadas a pontos isolados com fio de nylon 4-0 (Mononylon Ethicon - Johnson & Johnson) (figura 8).

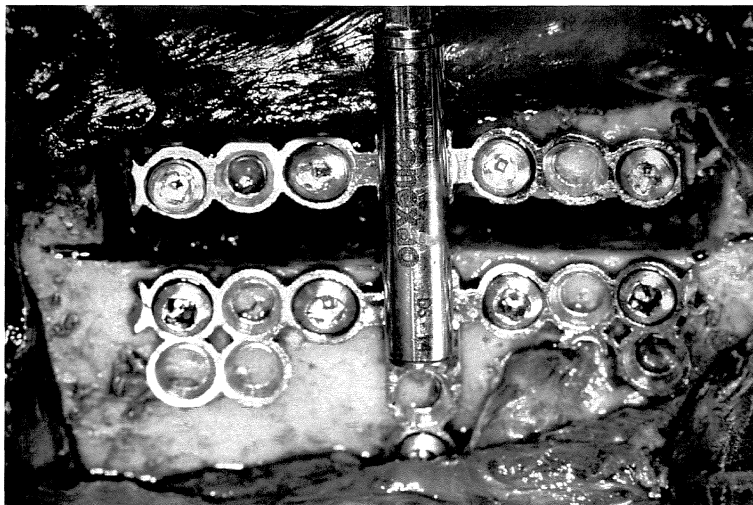


Figura 7 - Ativação do distrator (com intuito de verificar passividade do disco de transporte).

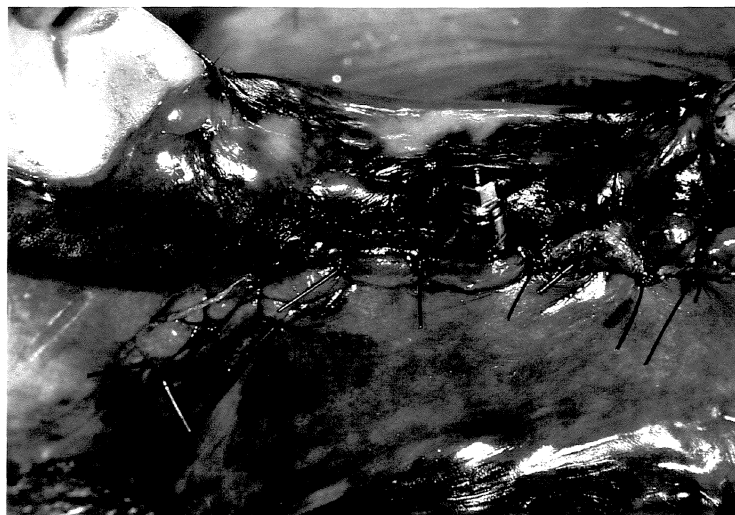


Figura 8 - Sutura da ferida com nylon 4-0, com a haste de ativação exteriorizada.

Passado os 5 dias da instalação do aparelho, o animal foi sedado, utilizando 1/3 da dose necessária para anestesia. Em seguida a ativação diária foi realizada durante 5 dias consecutivos, alcançando um alongamento ósseo de 5mm no total, na razão de 1 mm dia em uma única ativação.

Ao término do período de ativação, foi aguardado, para cada cão, um período de consolidação de 6 semanas. Neste tempo, foi realizada a terceira cirurgia, que consistiu na remoção do distrator e concomitante colocação dos implantes, sendo mais uma vez o animal anestesiado. Removido o distrator, deu-se início as perfurações através de um motor elétrico (BLM 300 - VK Driller Equipamentos Elétricos Ltda., SP, Brasil) com controle de torque e velocidade e um contra-ângulo redutor 16:1 (NSK E 16R Nakanishi Dental MFG. C.O - Japan) acoplado ao mesmo. A velocidade de trabalho foi de aproximadamente 1500 rotações por minuto (rpm), com torque de 40Ncm e abundante irrigação externa com solução fisiológica de cloreto de sódio a 0,9% (GLICOLABOR - Industria Farmacêutica).

Em cada área foram confeccionados 3 leitos receptor, distando 5 mm entre si. O preparo dos leitos para a

introdução dos implantes foram feitos por perfurações seriadas, utilizando as brocas (Kit Cirúrgico Master® / Conexão Sistemas de Próteses, SP, Brasil) na seguinte seqüência: broca lança, broca 2,0mm, piloto (2,0/2,7mm), 2,8mm e Macho ("Tap"). Ao término das perfurações, foi realizada uma irrigação para remoção das esquirolas ósseas que pudessem interferir no processo de osseointegração. Na seqüência, o implante foi removido de seu invólucro e inserido manualmente, através de um dispositivo plástico, que permitiu o início da colocação sem o contato manual com o mesmo. Seqüencialmente, quando o implante já apresentava alguma estabilidade no seu leito receptor, o dispositivo plástico foi removido e feito uma adaptação de uma chave de catraca (Kit Cirúrgico Master® / Conexão Sistemas de Próteses, SP, Brasil) à cabeça do implante para completar sua inserção. A mucosa foi reposicionada e suturada com nylon 4-0 (Mononylon Ethicon - Johnson & Johnson). Foram inseridos 3 implantes na área que sofreu distração (lado direito), como também no lado contralateral (lado esquerdo - controle) na qual foi apenas realizadas as extrações. Em cada cão, ambos os lados receberam o mesmo tipo de implante em sua posição (figuras 9 e 10; quadro I).

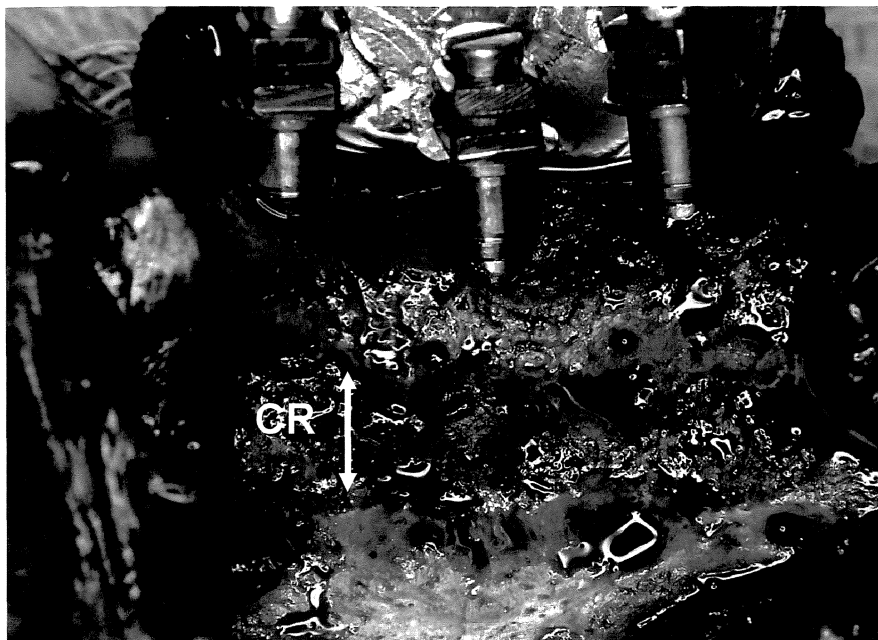


Figura 9 - Implantes inseridos na área de distração óssea; **DT** = disco de transporte; **CR** = câmara de regeneração; **OB** = osso basal.

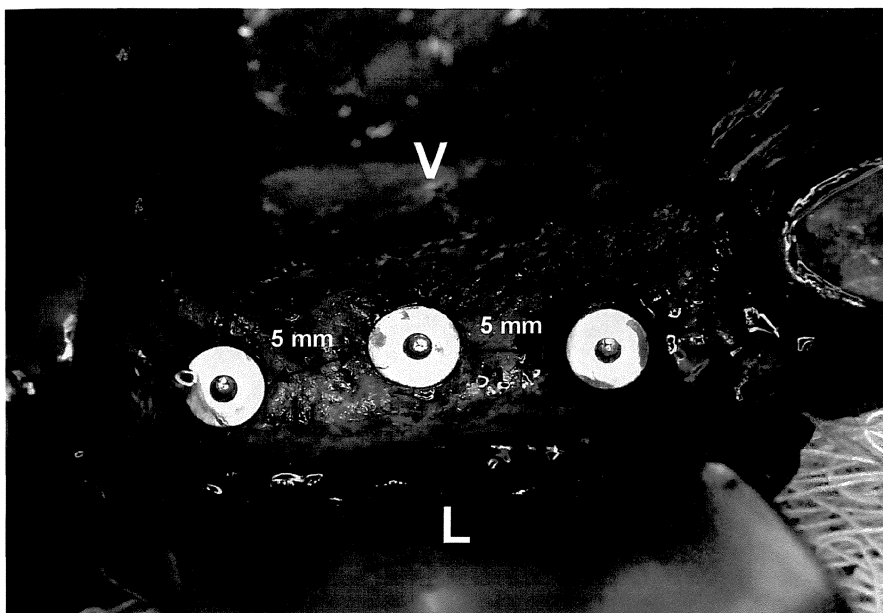


Figura 10 - Implantes distantes entre si 5mm; **V** = vestibular; **L** = lingual.

CÃES	IMPLANTE PROXIMAL	IMPLANTE CENTRAL	IMPLANTE DISTAL
1 e 5	rugoso	Liso	rugoso
2 e 6	liso	Rugoso	liso
3 e 7	rugoso	Liso	rugoso
4 e 8	liso	Rugoso	liso

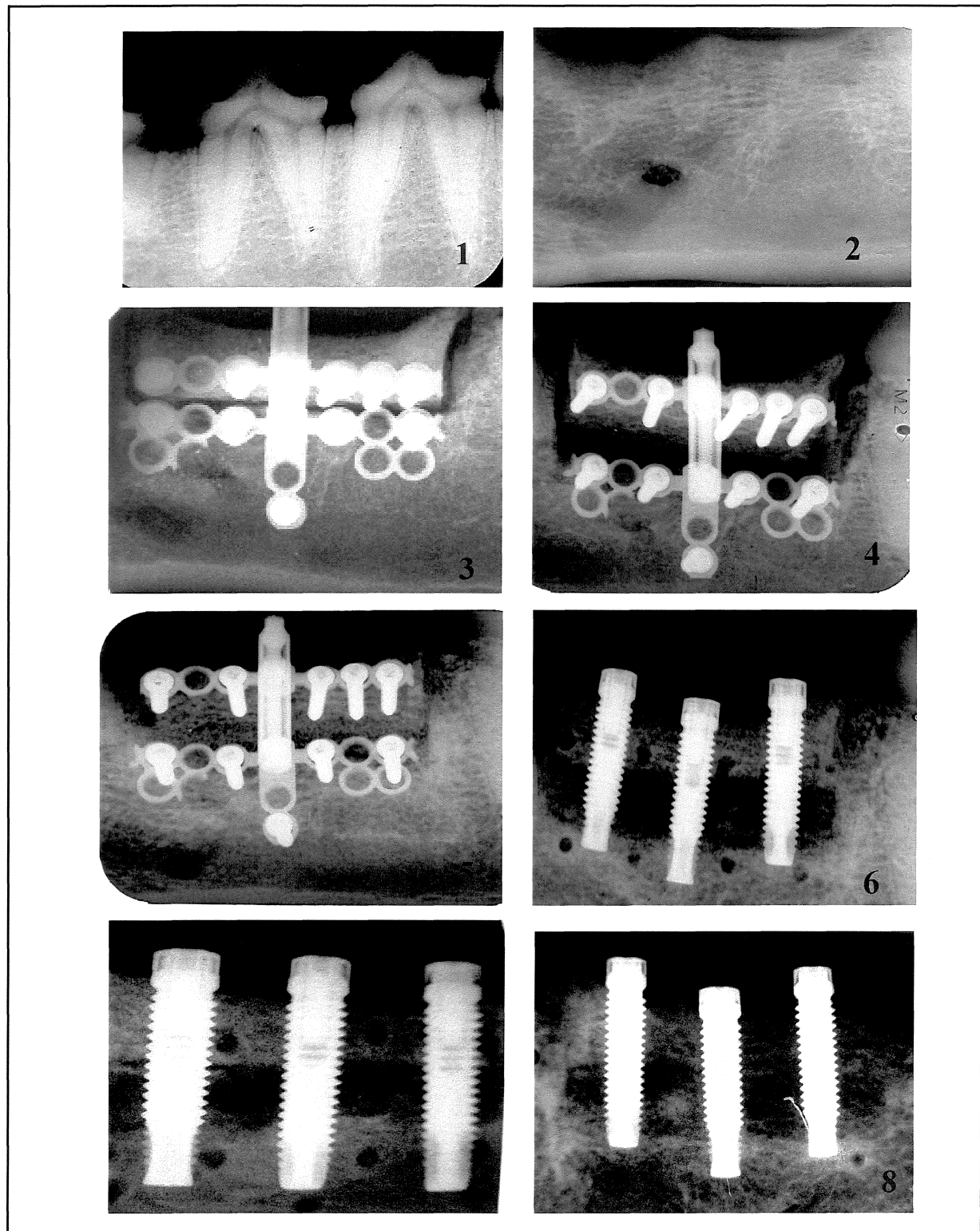
Quadro 1 - Distribuição dos implantes em cada cão, em ambos os lados da mandíbula.

Os implantes por apresentarem 3,3mm de diâmetro por 13 mm de comprimento, entraram em contato com o disco de transporte, com a câmara de regeneração e o osso basal do cão.

Em cada fase da cirurgia experimental os cães foram radiografados com filme periapicais (Ultra-Speed - Kodak - Ja) utilizando-se aparelho de raio X (DABI ATLANTE - Spectro, SP, Brasil). As radiografias periapicais foram reveladas manualmente pelo método tempo/temperatura. As tomadas radiográficas foram feitas com objetivo de confirmar o

procedimento, acompanhar o caso, selecionar as roscas que seriam avaliadas na histometria e excluir, em caso de falhas no procedimento. As radiografias foram executadas na seguinte seqüência: 1)pré exodontia, 2)pré distração, 3)pós distração sem ativação, 4)final da distração, 5)pré inserção dos implantes, 6)pós inserção dos implantes, 7)pré sacrifício com 40 dias, 8)pré sacrifício com 80 dias(figura 11).

Figura 11 - Sequência de radiografias



4.2.4 - SACRIFÍCIOS DOS ANIMAIS e PROCESSAMENTO HISTOLÓGICO

Os animais foram divididos em 2 períodos de sacrifício, o primeiro grupo, foi sacrificado após 40 dias e o segundo com 80 dias, depois da colocação dos implantes, com 4 animais em cada período.

Para isso os cães foram novamente submetidos à anestesia geral, do modo já descrito para a cirurgia e então sacrificados, por injeção intracardíaca, com dose letal da solução de Cloreto de Potássio a 19,1% (Reagentes Analíticos, ECIBRA).

Os segmentos ósseos da mandíbula contendo os implantes foram removidos, sendo obtidos fragmentos ósseos contendo os implantes, pôr seccionamento transversal do osso com discos de carborundum, montados em baixa rotação sob abundante irrigação com solução fisiológica de cloreto de sódio a 0,9% (GLICOLABOR - Industria Farmacêutica) (figuras 12 e 13).

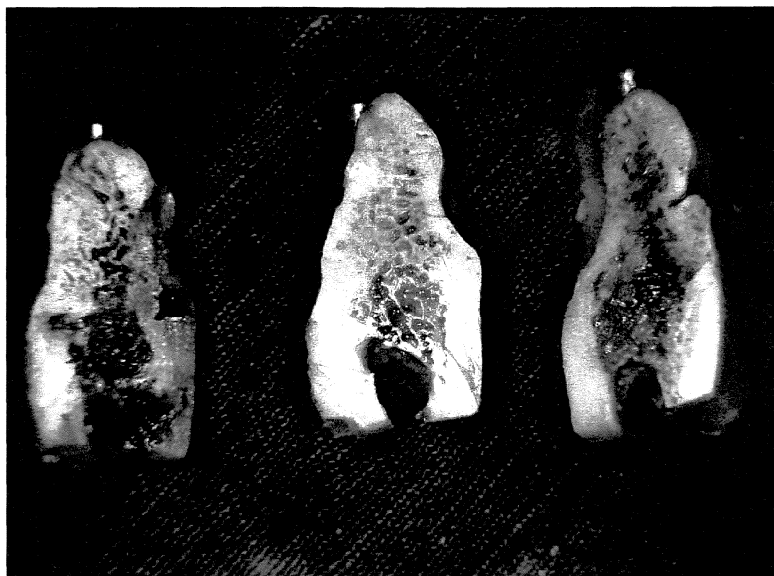


Figura 12 - Corte transversal da mandíbula, contendo os implantes.

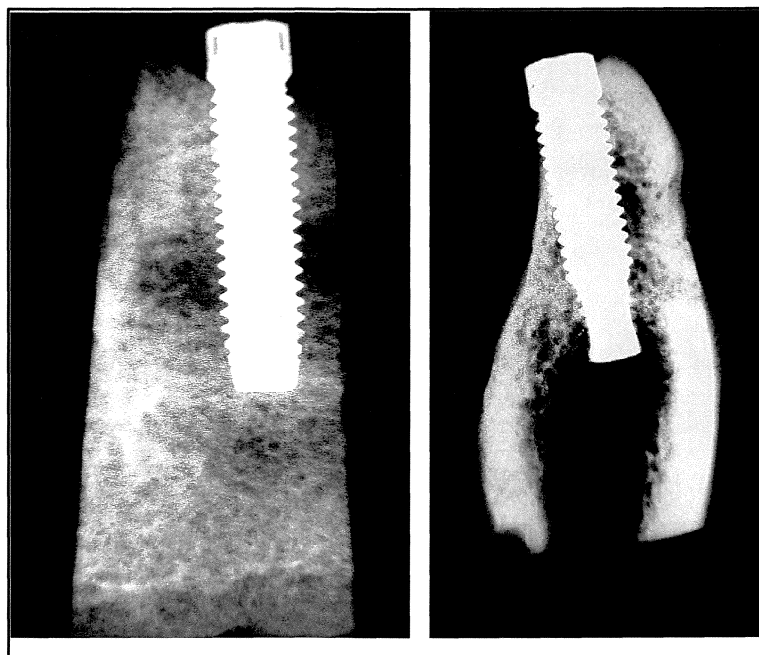


Figura 13 - Aspectos radiográficos da amostra antes do preparo histológico.

As amostras contendo os implantes foram imerso em solução fixadora de paraformaldeído a 4% (Synth. Synth, Produtos para Laboratórios Ltda. - SP, Brasil) em tampão fosfato (Cetus - Ind. e Comércio de Produtos Químicos Ltda.).

Após o processo de fixação e posterior lavagem com água destilada por 12 horas, os espécimes foram desidratados em solução de álcool etílico (70% a 100%) sob constante agitação, permanecendo por 24h em cada solução. Após a desidratação, as amostras foram colocadas em duas soluções de Xilol permanecendo por 24h e 48h, respectivamente. Uma infiltração plástica foi realizada com misturas de glicolmetacrilato (Technovit 7200 VLC - Kulzer, Wehrheim, Alemanha) e álcool etílico, seguido variações gradativas, finalizando com duas infiltrações de glicolmetacrilato puro, sob constante agitação. Concluída a infiltração plástica as amostras foram incluídas e polimerizadas. Os blocos de resina contendo os espécimes foram seccionados longitudinalmente, através da utilização de um sistema de corte (Exakt - Cutting System, Apparatebau GmbH, Hamburgo, Alemanha) obtendo-se uma secção espessa que variou de 500 a 1000µm. A secção foi montada em lâmina acrílica com auxílio da resina Techonvit

4000 (Kulzer, Wehrheim, Alemanha) e em seguida se iniciou o desgaste das secções através de lixas de carbeto de silício com granulações na seguinte ordem: 800, 1000, 1200, 2400 a 4000 (STRUERS - Rodovre / Dinamarca) com o auxílio de uma máquina de microdesgaste (EXAKT - Micro Grinding System, Apparatebau Gmbh, Hamburgo, Alemanha) e posterior polimento utilizando panos combinados com abrasivos de óxido de alumínio de diferentes granulações (0,3µm e 0,1µm), resultando em uma secção de aproximadamente 50µm de espessura. De cada implante foram obtidos duas lâminas para coloração e observação em microscopia de luz (DONATH & BREUNER, 1982; MANIATOPOULUS *et al.* 1986).

Para revelar os tecidos na interface do osso e o implante, às lâminas foram coradas com azul de Toluidina. A metodologia para a coloração é iniciada com a hidratação das lâminas em uma série de álcool etílico em graduação absoluta (100%) passando por graduações 95, 90, 80 e 70% durante 2 minutos em cada solução; em seguida as lâminas foram coradas na solução de azul de Toluidina (0,5g de azul de Toluidina diluída em 100ml de água destilada) por 25 minutos. As lâminas são então lavadas em água corrente durante 2 minutos para retirar o excesso de corante.

4.2.5 - ANÁLISE HISTOLÓGICA DESCRITIVA

As secções foram analisadas em corte longitudinal, no aspecto vestibular e lingual do implante. As lâminas foram analisadas em microscópio óptico comum (Olimpus BX 41 - Japan). Na análise histológica descritiva foi avaliada a intensidade de reação inflamatória, bem como a seqüência de eventos que envolvem a reparação óssea, tais como necrose, hemorragia, atividade osteoclástica, presença de tecido conjuntivo, aposição de tecido ósseo neoformado, arquitetura óssea na região distraída. Enfim, o padrão de regeneração óssea junto à superfície dos implantes de titânio, em 3 áreas distintas: 1) disco de transporte, 2) câmara de regeneração e 3) osso basal, no lado que sofreu distração, usando o lado oposto como controle.

4.2.5 - ANÁLISE HISTOMÉTRICA

Cada lâmina contendo uma secção do implante e tecido duro circundante não descalcificado, foi avaliada pelo mesmo examinador, o qual desconhecia a qual grupo e que secção pertencia. Na análise histométrica foi utilizado um

microscópio óptico (Olimpus BX 41, JAPAN) com um aumento de 100 vezes, adaptado a uma câmera de vídeo (Olimpus 753 - Japan). As imagens capturadas foram transferidas para um computador (Pentium III 550 Mhz) e analisadas por meio de um programa (IMAGE-PRO Express 4.5, Media Cybernetics, Califórnia - EUA, www.mediacy.com), a extensão de contato entre a superfície do implante exposta e o tecido ósseo (**A**), como também a área relativa de tecido ósseo neoformado (**B**), dentro dos limites das roscas, na extensão do implante no seu aspecto vestibular e lingual, padronizando as áreas que deveriam ser visualizadas. As roscas examinadas foram a 4ª e 5ª na cervical, a 10ª e 11ª no terço médio e as 3 últimas roscas apicais da região basal (figuras 14 e 15).

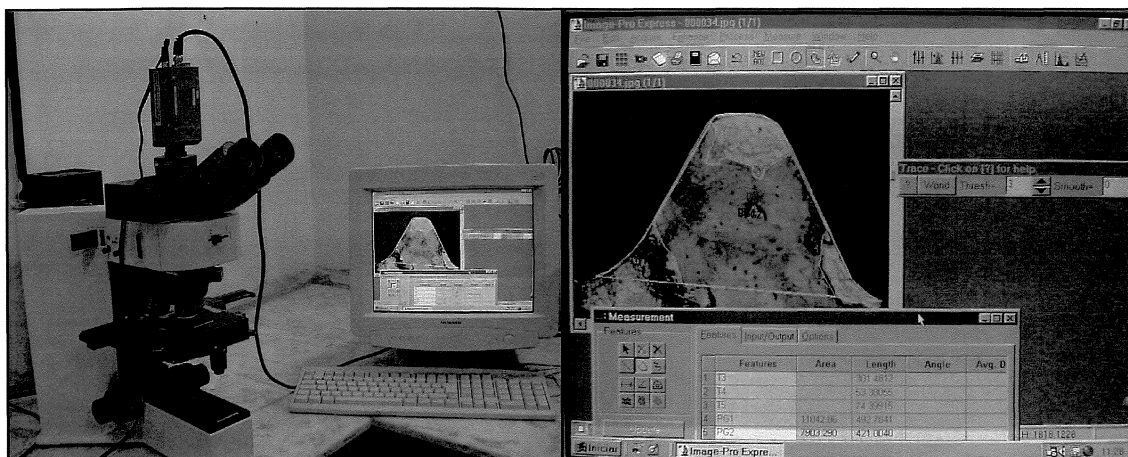


Figura 14- - Câmera acoplada a microscópio óptico e computador; programa Image-Pro Express utilizado para obtenção dos dados histométricos.

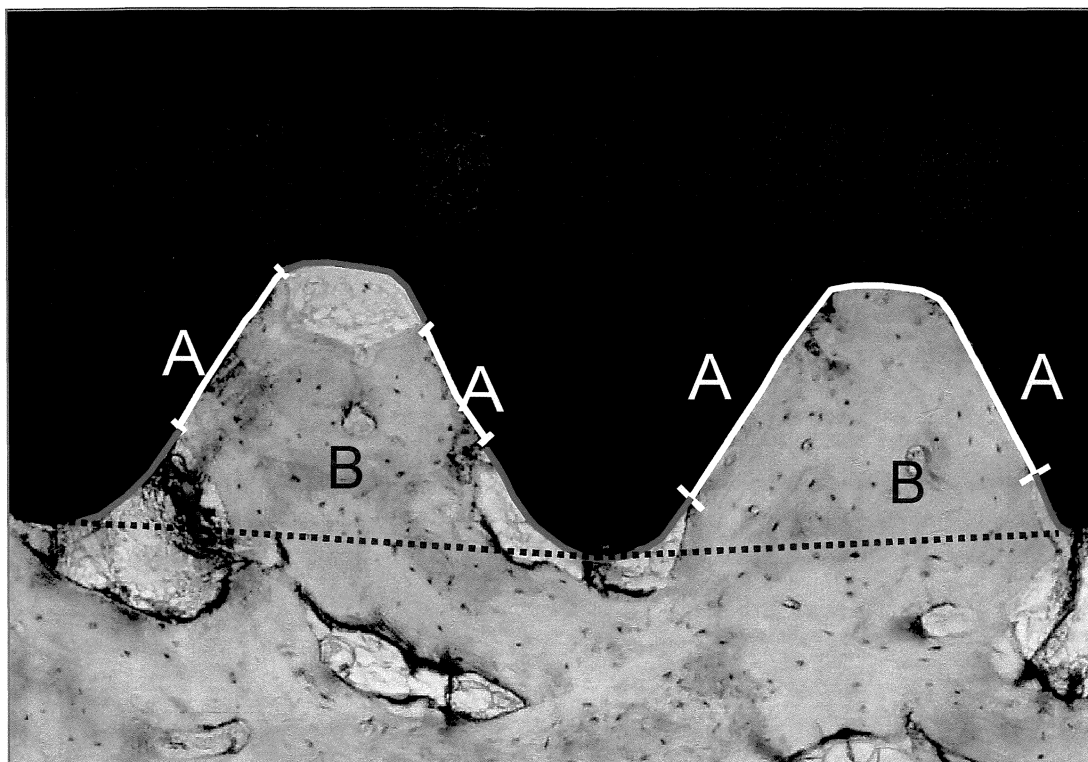


Figura 15- Representação dos parâmetros histométricos, onde **A** é a extensão de tecido ósseo em contato direto com a superfície do implante e **B** a área relativa de tecido ósseo neoformado.

4.2.6 - ANÁLISE ESTATÍSTICA

Delineamento da Análise

Os dados foram digitados em planilha eletrônica Excel 2002 (Microsoft Corporation 1985-2001 - Excel 2002/Identificação:54870-640-1203177-177775) e posteriormente exportados para formato DBF (*Data Base Format* - GraphPad InStat version 3.00 for Windows 95, GraphPad Software, San Diego, Califórnia, USA, www.graphpad.com), para poder ser lido pelo programa *GraphPad InStat* onde foram feitas as análises (quadro 2).

Quadro 2: Tipos de variáveis estudadas com suas respectivas classificações e categorias.

Tipo	Variável	Classificação	Categorias
Dependente	Contato ósseo	Quantitativa Contínua	Percentual de contato ósseo
Dependente	Área relativa ao osso neoformado	Quantitativa Contínua	Percentual de área relativa ao osso neoformado
Independente	Tipo de cirurgia	Qualitativa nominal	Normal Distração
Independente	Tipo de superfície do implante	Qualitativa nominal	Liso Rugoso
Independente	Tempo de sacrifício	Qualitativa nominal	40 dias após inserção dos implantes 80 dias após inserção dos implantes
Independente	Área dos implantes	Qualitativa nominal	Vestibular Lingual Total

Definição do Teste Estatístico

Os dados foram inicialmente verificados com relação à existência ou não de distribuição normal, por intermédio do teste de Kolmogorov-Smirnoff.

Considerando a presença de distribuição gaussiana em todas as variáveis, optou-se por uma análise paramétrica, com nível de significância de 95% ($\alpha=0,05$). Para as análises, o teste utilizado foi o teste "t" não emparelhado para verificação da relação entre as duas variáveis dependentes e as variáveis independentes.

Os testes de ANOVA one-way e os pós-teste de Tukey-Kramer, quando necessário foram utilizadas para complementar a interpretação dos dados.

5 - RESULTADOS

5.1 - OBSERVAÇÕES CLÍNICAS

Os dispositivos de distração óssea alveolar se mostraram estáveis durante todo tratamento. Sinais clínicos de inflamação e infecção não foram observados.

Em 3 cães, os parafusos do disco de transporte tornaram-se expostos, sem que isto determinasse um maior processo inflamatório local.

O disco de transporte e a área que sofreu distração óssea no grupo de cães que foram sacrificados 80 dias após a inserção dos implantes, mostraram uma remodelação maior em relação ao grupo de 40 dias que sofreu distração e seus respectivos grupos controle (40 e 80 dias).

No momento do sacrifício todos os implantes encontravam-se estáveis, porém no grupo 40 dias após a inserção dos implantes, foi possível diferenciar as camadas ósseas. Já no grupo com 80 dias após o sacrifício não foi mais perceptível a diferença entre a câmara de regeneração, disco de transporte e osso basal (figura 16).

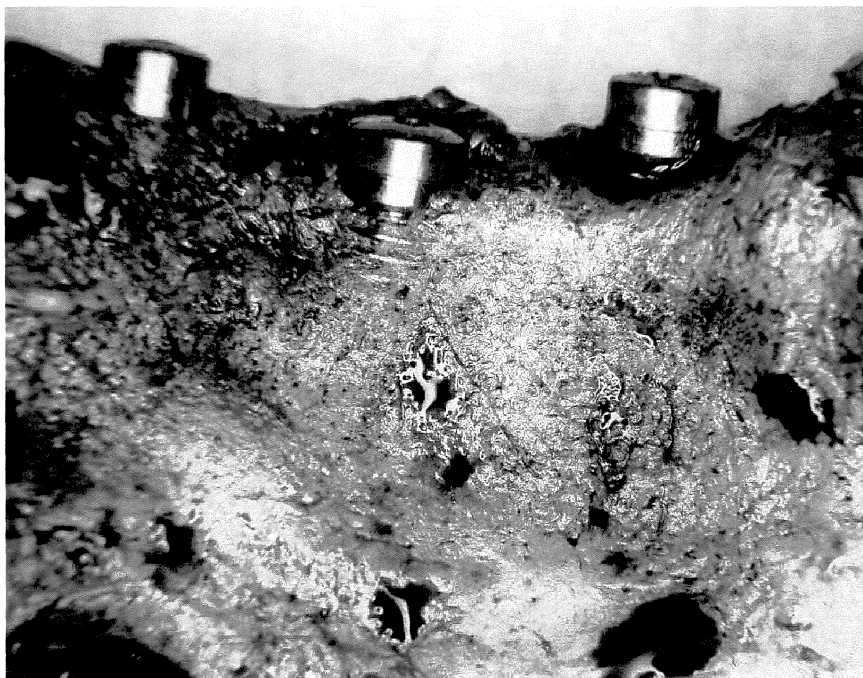


Figura 16 - Remodelação na face vestibular, observada em todos os cães (grupo dos 80 dias - distração). Ausência de definição das camadas: disco de transporte, câmara de regeneração e osso basal.

5.2 - ANÁLISES HISTOLÓGICAS

5.2.1 - ANÁLISE HISTOLÓGICA DESCRITIVA

Período de 40 dias

**GRUPOS DE IMPLANTES COM SUPERFÍCIE LISA E RUGOSA SEM
DISTRAÇÃO ÓSSEA ALVEOLAR**

A avaliação histológica, aos 40 dias, mostrou a presença de uma superfície óssea ondulada em direção aos sulcos dos implantes. No interior dos sulcos verificou-se um crescimento aposicional do tecido ósseo, com presença de tecido osteóide. Havia trabéculas ósseas circundando os vasos sangüíneos e próximo a interface com o implante foram observados vasos, células de tecido conjuntivo, além das células osteogênicas. Uma linha cimentante entre o osso neoformado e o osso remanescente foi identificada em todas as amostras analisadas. Esse último apresentava padrão compacto com poucos espaços lacunares, sistema de Havers com lamelas concêntricas e matriz óssea de coloração mais uniforme (figuras 17 e 18).

Figura 17 - Fotomicrografia da porção média do implante de superfície rugosa. Trabéculas ósseas imaturas (OI) invadindo a área dos sulcos dos implantes (IM) e linha cimentante separando osso nativo (ON) do osso neoformado (LC / setas) e presença de tecido conjuntivo (CJ) próximo a superfície do implante (Azul de Toluidina - 40 X).

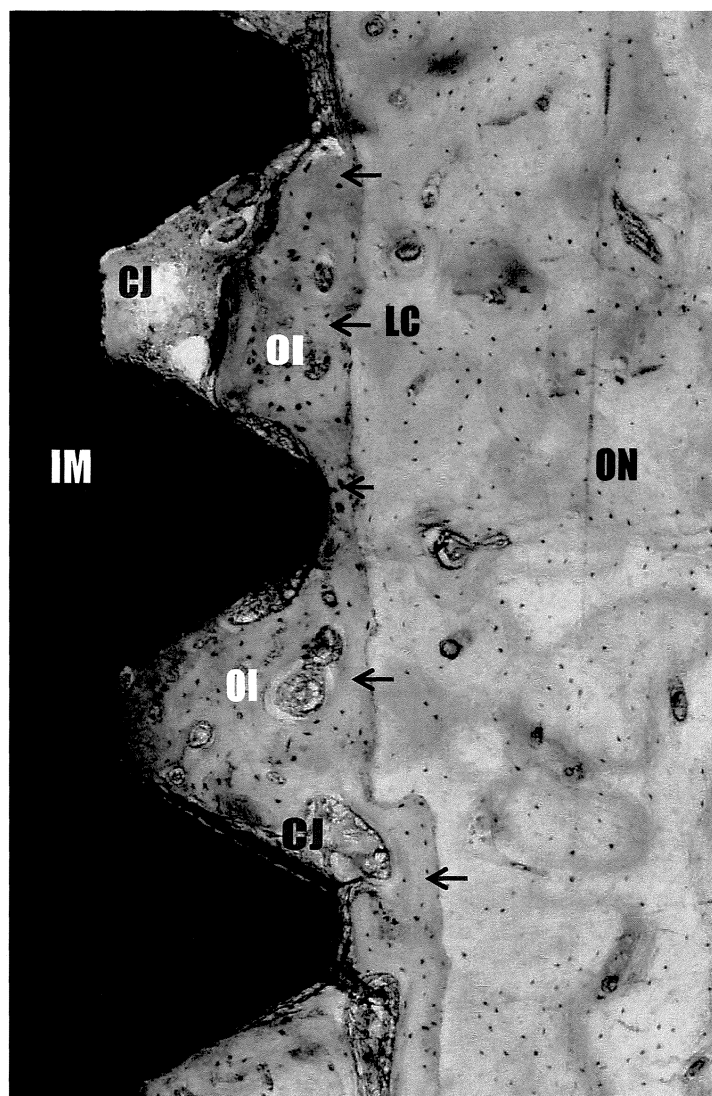
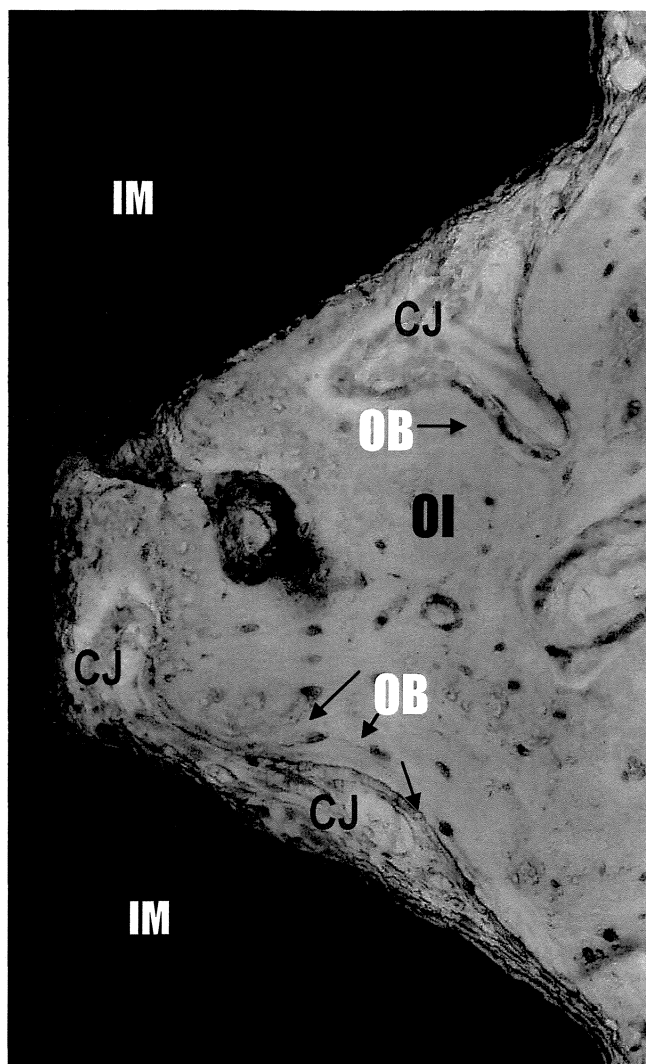


Figura 18 - Fotomicrografia da porção média do implante de superfície lisa. Crescimento ósseo com característica de osso imaturo (OI) migrando em direção ao sulco do implante(IM) e osteoblastos na periferia do osso neoformado(OB/ setas). Presença de tecido conjuntivo com células de potencial osteogênico(Azul de Toluidina - 200 X).



Período de 40 dias

GRUPOS DE IMPLANTES COM SUPERFÍCIE LISA E RUGOSA INSERIDOS EM ÁREA SUBMETIDA A DISTRAÇÃO ÓSSEA ALVEOLAR

Os achados histológicos em todos os cães foram, de uma maneira geral, similares. As corticais encontraram-se intactas tanto no aspecto vestibular como lingual. Na área distraída os canais nutritivos do osso se encontraram paralelamente dispostos, no sentido da distração. Não foram visualizadas, reabsorções no disco de transporte e/ou na câmara de regeneração.

Praticamente em todas as lâminas avaliadas, uma linha cimentante separa o osso neoformado no interior dos sulcos dos implantes do osso nativo, como também, o osso da câmara de regeneração do osso do disco de transporte e da região basal. O osso cortical antigo apresentou coloração uniforme, poucos espaços lacunares, menor quantidade de vasos sangüíneos e ausência de tecido conjuntivo frouxo no seu interior, quando comparado ao osso neoformado. No interior dos sulcos dos implantes, tanto de superfície lisa como rugosa, foi observada intensa atividade osteoblástica, com múltiplas linhas de osteoblastos, indicando processo ativo de

deposição óssea, e áreas de tecido conjuntivo ricamente celularizado com potencial osteogênico (Figuras 19, 20 e 21).

Figura 19 - Fotomicrografia de um implante (IM) de superfície rugosa nas regiões da câmara de regeneração (CR) e disco de transporte (DT). Crescimento ósseo para o interior do sulco dos implantes em ambas as áreas, com tecido conjuntivo (CJ) contornando o osso imaturo (OI) e linha cimentante separando osso imaturo do osso nativo (setas) (Azul de Toluidina - 40 X).

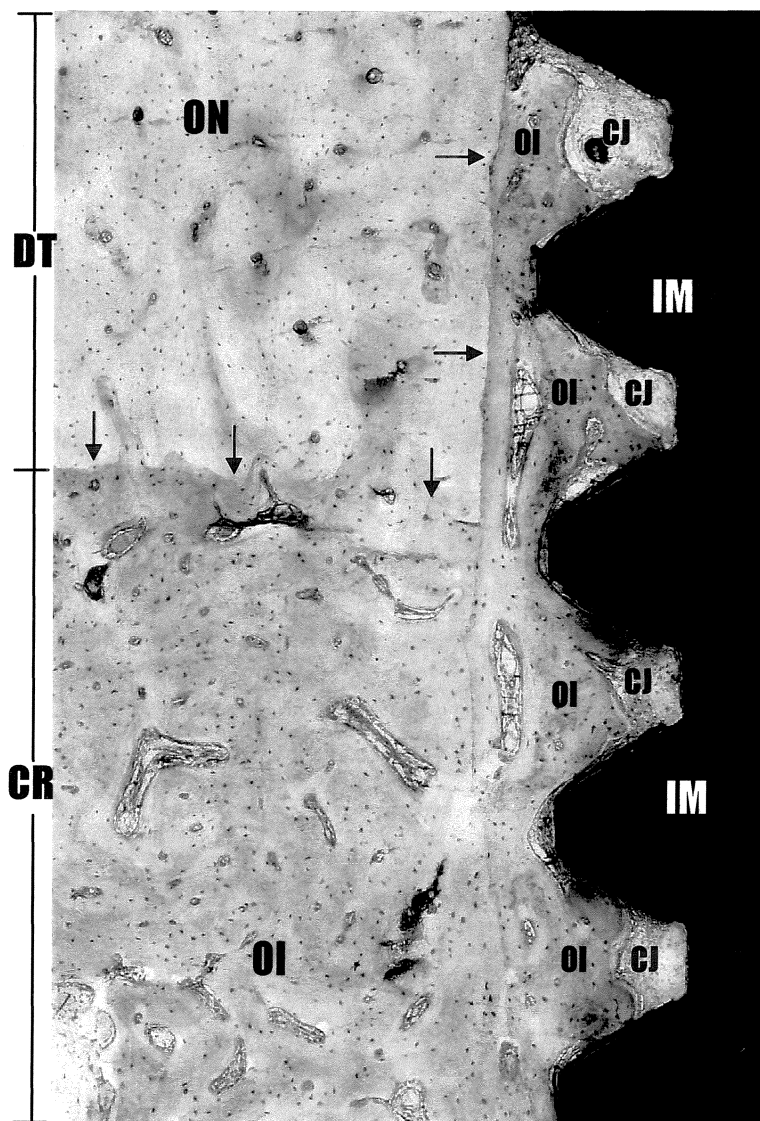


Figura 20 - Fotomicrografia na área distraída (CR) e do disco de transporte (DT). Orientação vertical dos canais nutritivos no osso distraído (setas pretas) e linha cimentante (LC/ setas vermelhas) dividindo o osso imaturo (OI) do osso nativo (ON) (Azul de Toluidina - 100 X).

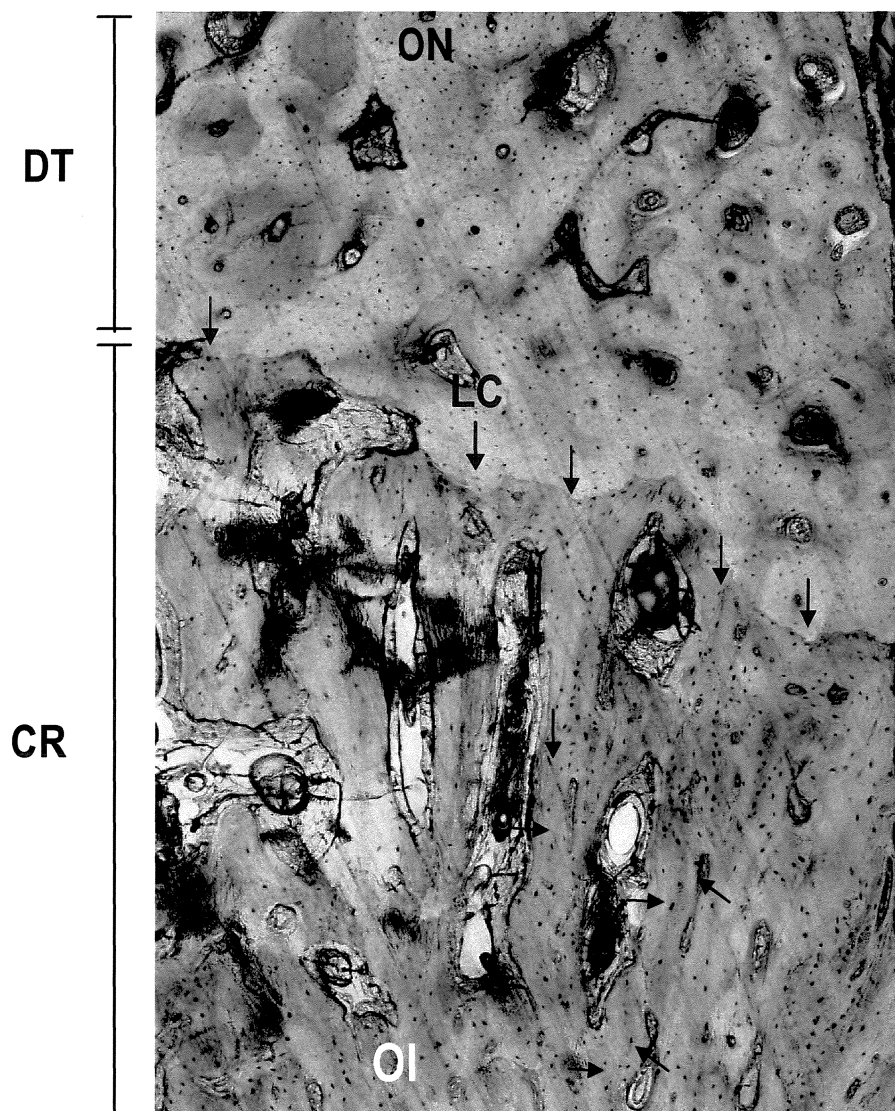
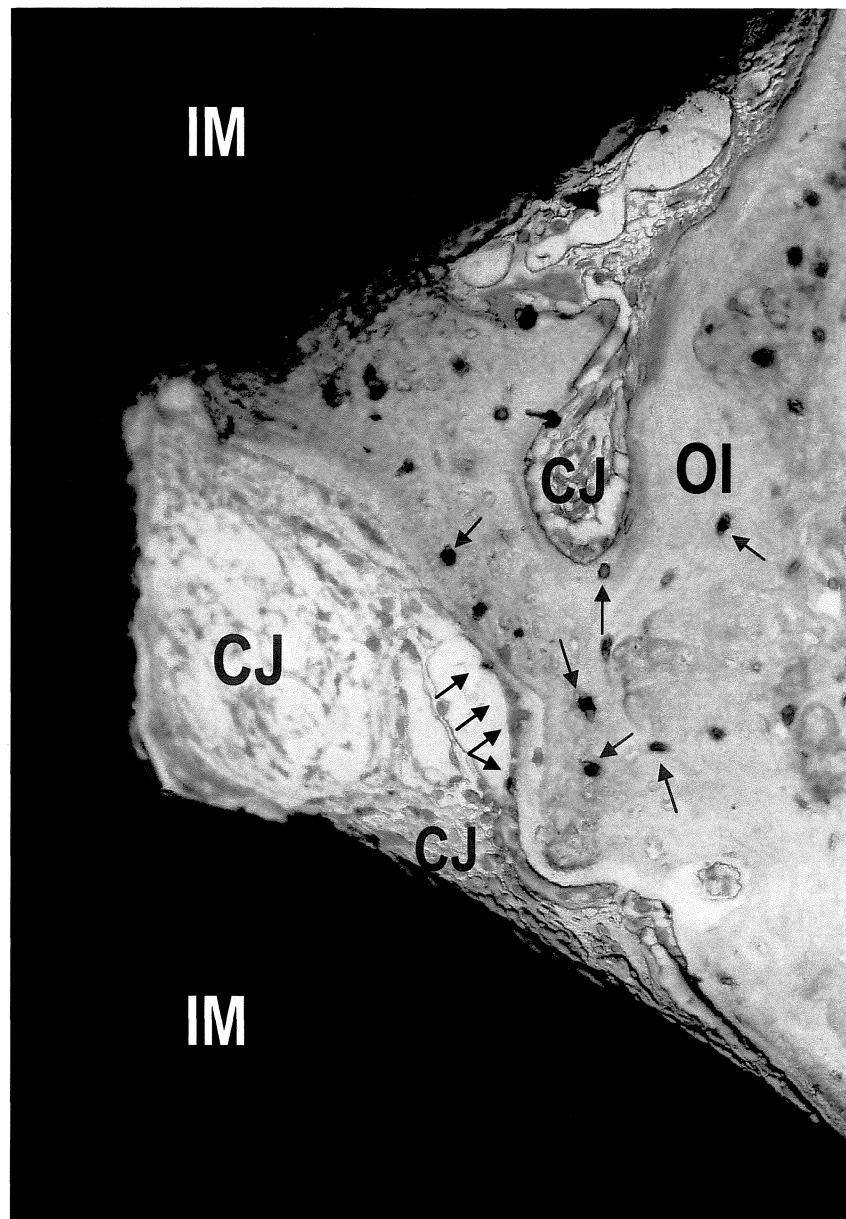


Figura 21 - Fotomicrografia da porção média do implante (IM) de superfície rugosa. Trabéculas ósseas imaturas (OI) coalescentes invadindo a área dos sulcos do implante. Grande quantidade de tecido conjuntivo frouxo com moderada celularidade (CJ) e linhas de osteoblastos (setas - pretas) depositando tecido ósseo e osteócitos (setas - vermelhas) já mergulhados no osso neoformado. (Azul de Toluidina - 200 X).



Período de 80 dias

GRUPOS DE IMPLANTES COM SUPERFÍCIE LISA E RUGOSA SEM DISTRACÃO ÓSSEA ALVEOLAR

As amostras avaliadas exibiram um trabeculado ósseo de padrão homogêneo na distribuição das lacunas dos osteócitos. A diferença de coloração entre a matriz óssea antiga e o osso neoformado não estava mais nítida em alguns espécimes ou encontrava-se levemente marcada.

O grau de formação óssea alcançou praticamente todos os sulcos do implante. Uma fina camada de tecido conjuntivo frouxo envolvia alguns sulcos geralmente de maneira parcial. O contato ósseo direto com o implante ocorreu, geralmente, em toda extensão.

A única diferença observada nos grupos foi quanto ao padrão de formação óssea. Os implantes de superfície lisa exibiram, em algumas amostras, um crescimento ósseo desigual, onde os sulcos de um lado do implante estavam com maior formação óssea, quando comparado com o outro lado no mesmo implante. Isso também ocorreu na extensão do implante de um mesmo lado (Figuras 22 e 23).

Figura 22 - Fotomicrografia da porção mais cervical de um implante de superfície lisa. Formação óssea (FO) no interior dos sulcos do implante (IM) em toda a sua extensão, de maneira uniforme. Contato ósseo direto entre o implante e o osso em algumas áreas na superfície do implante (Azul de Toluidina - 40 X).

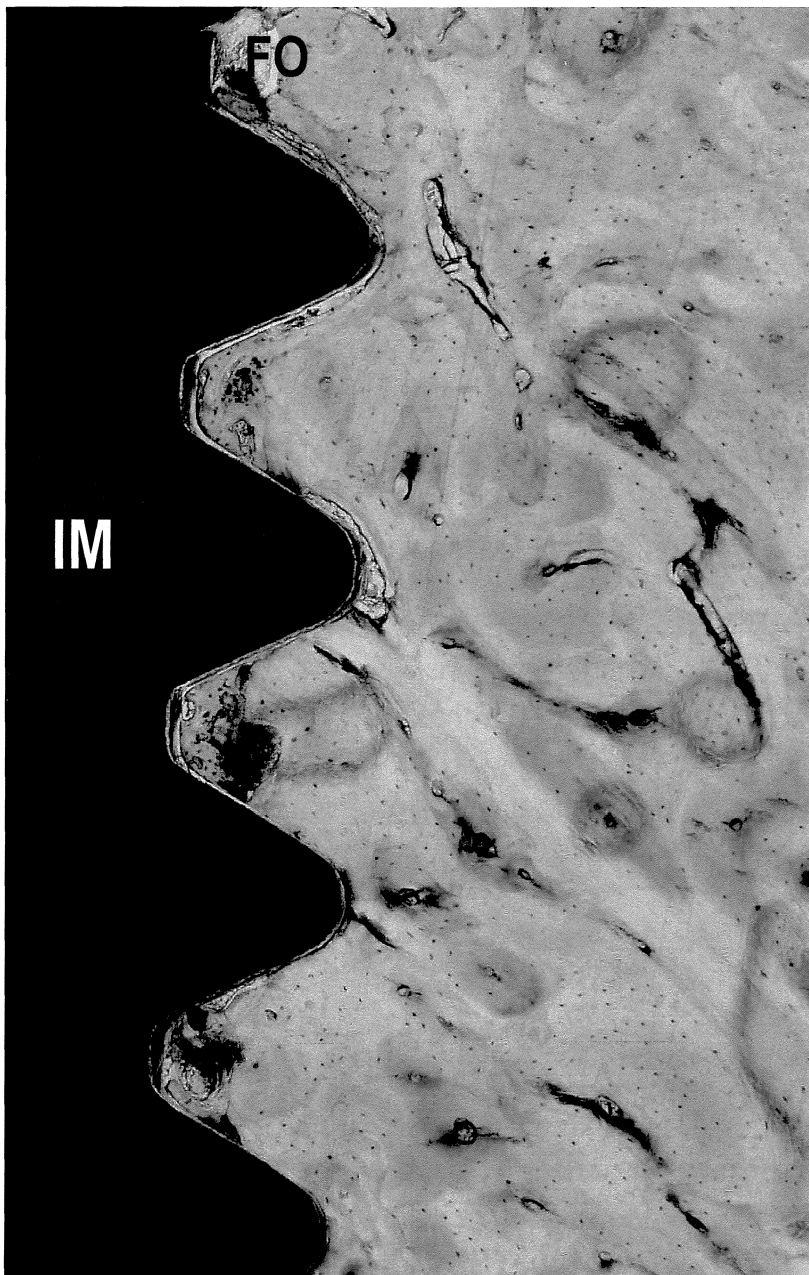
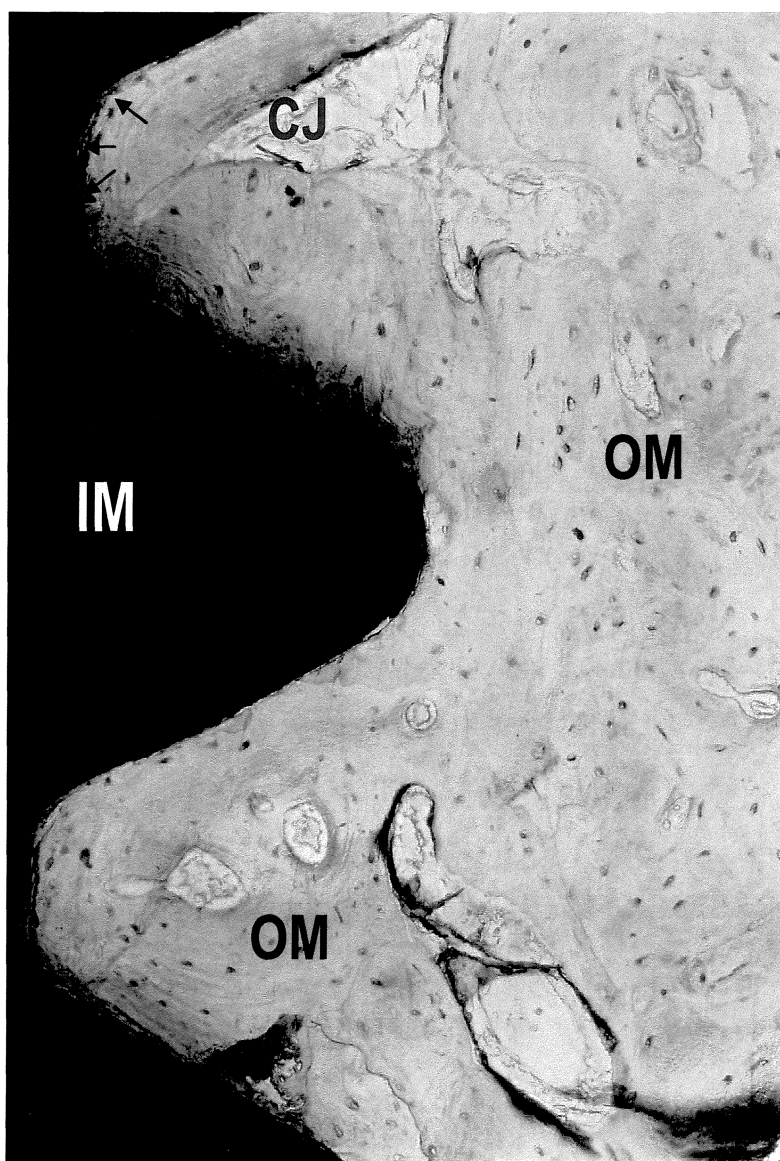


Figura 23 - Fotomicrografia da porção média de um implante (IM) de superfície rugosa. Crescimento ósseo (Osso maduro - OM) no interior do sulco, exibindo características morfológicas diferentes do osso neoformado presente nas amostras com 40 dias após inserção do implante. Contato ósseo direto entre o implante e linhas de osteoblastos (setas) próximo a superfície do implante. Áreas de tecido conjuntivo frouxo (CJ) (Azul de Toluidina - 200 X).



Período de 80 dias

GRUPOS DE IMPLANTES COM SUPERFÍCIE LISA E RUGOSA INSERIDOS EM ÁREA SUBMETIDA A DISTRAÇÃO ÓSSEA ALVEOLAR

Os achados histológicos mostraram a cortical óssea intacta sem descontinuidade entre o disco de transporte e osso basal. Não se verificou diferença qualitativa no osso na sua porção cortical e medular entre a área distraída e não distraída.

O espaço presente no osso medular foi predominantemente representado por tecido adiposo. Ficou claro em todas as amostras que as regiões do disco de transporte e câmara de regeneração sofreram maior remodelação óssea, tornando a face vestibular mais fina em relação à porção lingual.

A orientação do sistema Haversiano apresentou-se de forma mista, alguns canais nutritivos se organizaram de forma axial, tomando por base o corpo da mandíbula, similar ao osso nativo, enquanto outros estavam orientados paralelamente no sentido da distração.

O osso adjacente aos implantes apresentou características semelhantes nos dois tipos de implantes avaliados. Células gigantes não foram achados comuns na interface com os implantes. Linhas de osteoblastos estavam presentes em algumas amostras, indicando processo ativo de deposição óssea. A linha cimentante entre a área distraída e os segmentos representados pelo disco de transporte e osso basal já não se mostrava presente.

Os implantes mostraram-se, em toda extensão com padrões variados de contato ósseo, porém o contato e a formação óssea mostraram-se inferiores quando se comparou o grupo de 40 em relação ao de 80 dias, após inserção dos implantes. Os implantes de superfície rugosa apresentaram maior regularidade no contato ósseo quando comparado aos lisos (Figuras 24, 25, 26 e 27).

Figura 24 - Fotomicrografia das porções média e apical de um implante (IM) de superfície lisa. Crescimento ósseo (Osso maduro - OM) no interior do sulco do implante. Arquitetura mista do sistema Haversiano (setas - vermelho), áreas de contato óssea na extensão do implante (seta - azul) (Azul de Toluidina - 40 X).

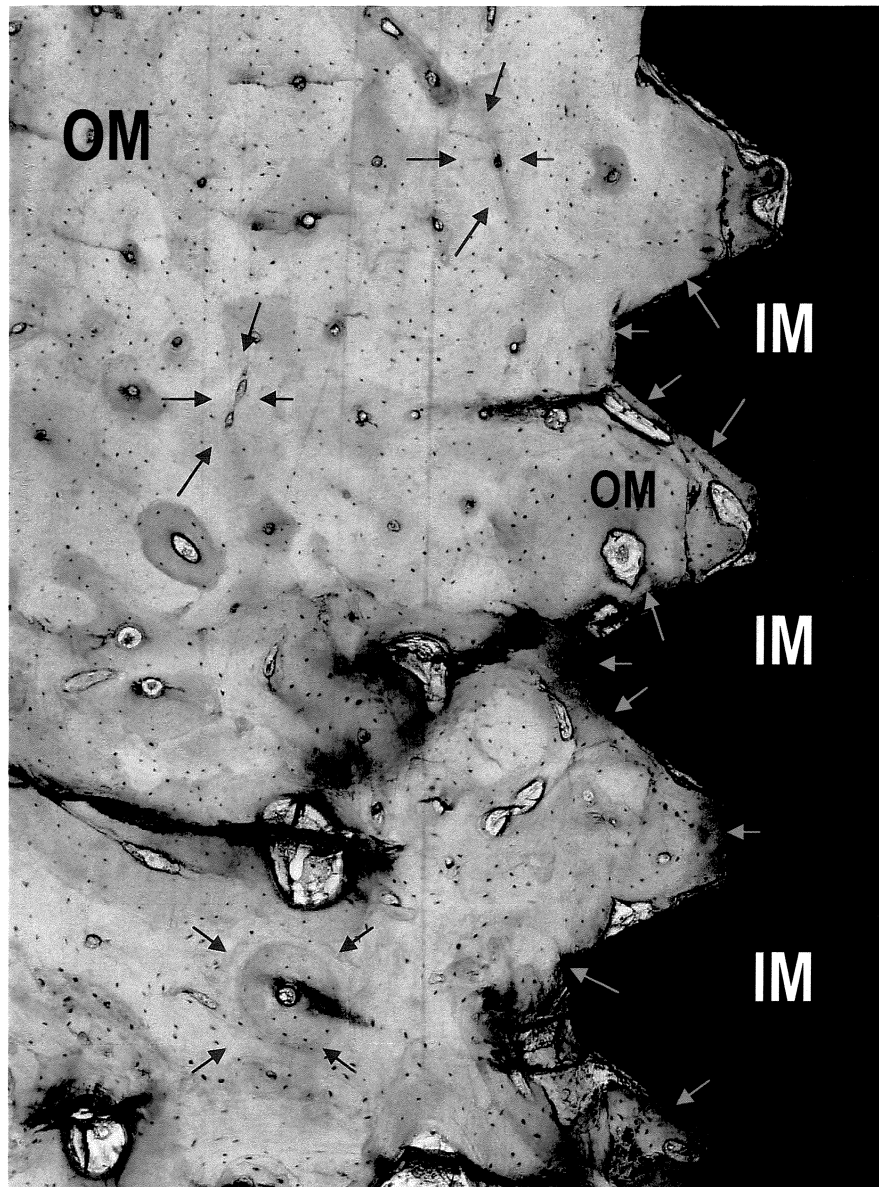


Figura 25 - Imagens das lâminas em osso normal (A) e distraído (B). Observar menor espessura do osso na face vestibular (V) em relação a lingual (L) na lâmina do grupo que sofreu distração, com 80 dias de sacrifício (Imagem obtida por meio de uma lupa estereoscópica - 1 X)

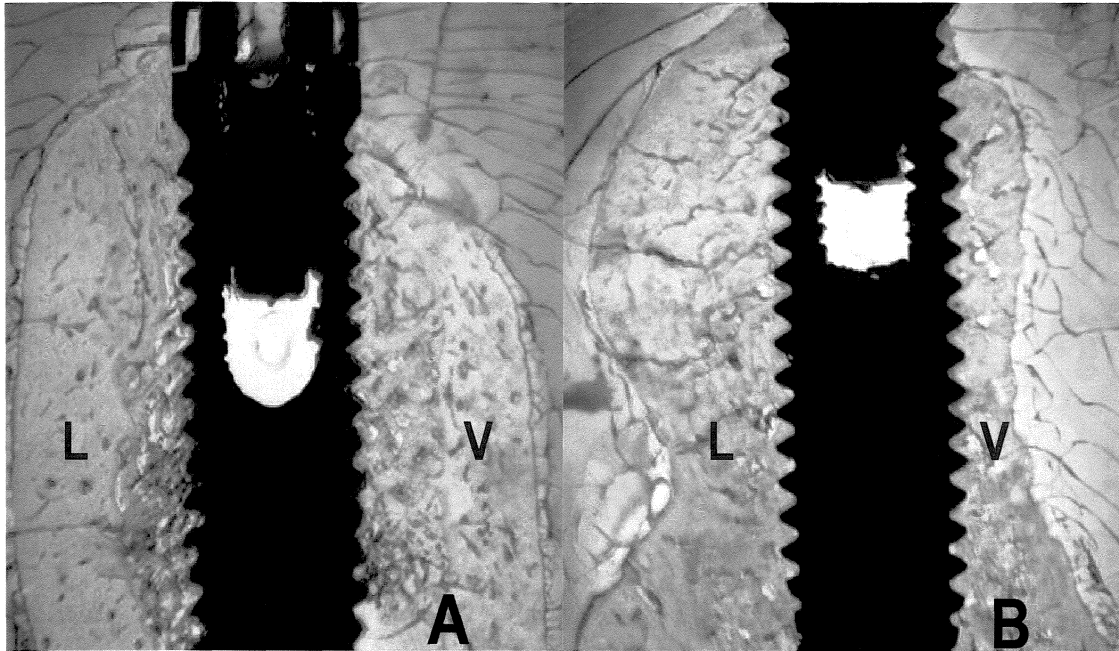


Figura 26 - Fotomicrografias da região medular em implantes de superfície rugosa em períodos de sacrifícios diferentes (40 e 80 dias). Espaços na região medular, representada pela presença de tecido adiposo (AD), conjuntivo (CJ) e vasos sangüíneos. Notar também a formação óssea (Osso neoformado - ON) proveniente do endósteo em direção ao implante. Observar a evolução na formação óssea com diminuição dos espaços na região medular no grupo de 80 dias (Azul de Toluidina - 40 X).

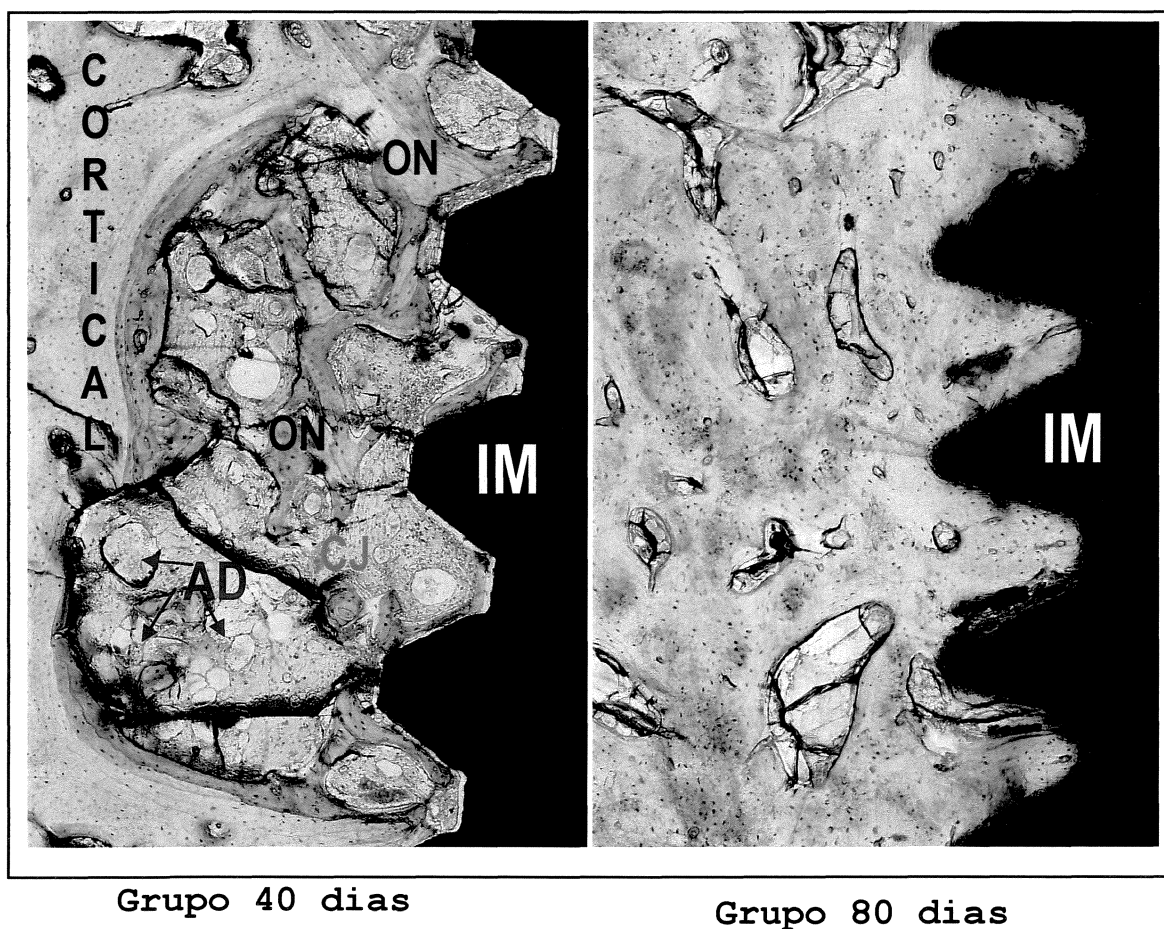
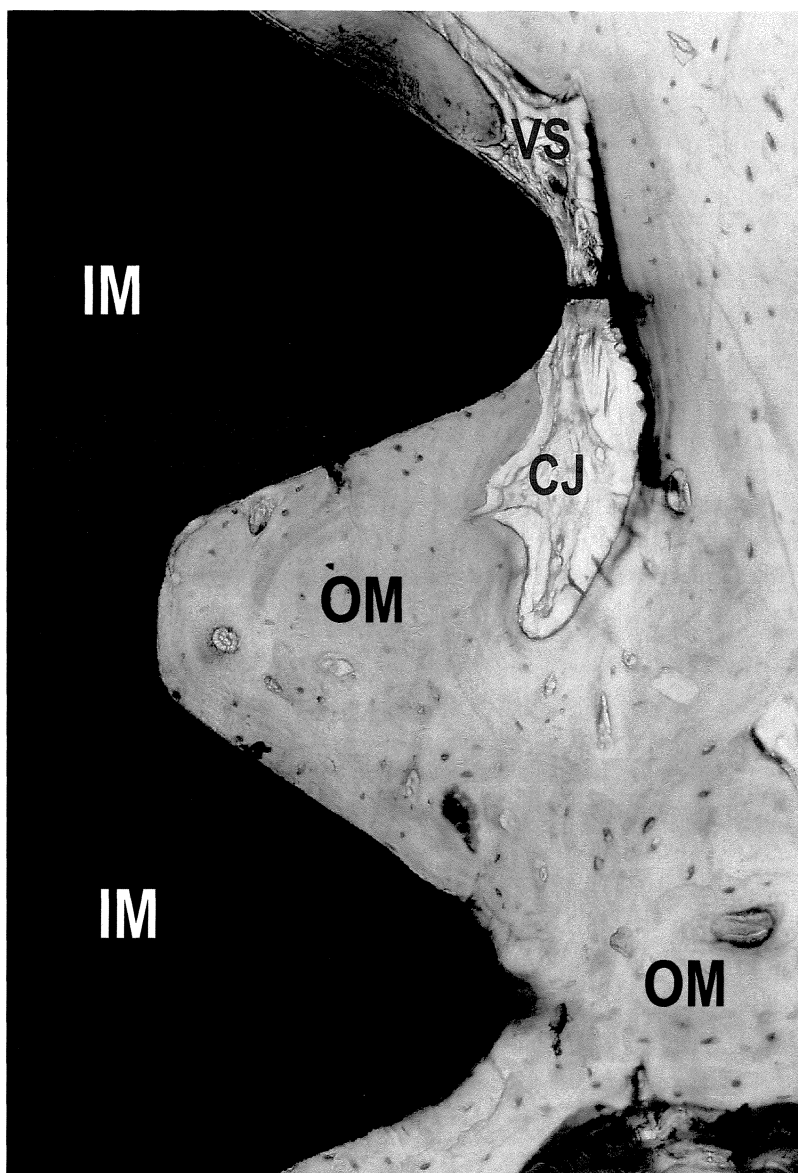


Figura 27 - Fotomicrografia da porção média de um implante (IM) de superfície rugosa. Formação óssea (Osso maduro - OM) no interior do sulco na área do disco de transporte. Contato ósseo direto entre o implante e o osso com áreas de tecido conjuntivo (CJ) e presença de vaso sanguíneo (VS) (Azul de Toluidina - 200 X).



5.2.2 - ANÁLISE HISTOMÉTRICA

Nas roscas selecionadas foram observados os seguintes parâmetros:

Percentagem de Osseointegração = superfície de contato X 100 / superfície total;

Percentagem de Área Relativa ao Osso Neoformado = área ocupada por tecido ósseo X 100 / área total.

Para Contato Ósseo

Tabela 1. Medidas de tendência central e de variabilidade e valor do p da variável contato ósseo de acordo com o tipo de superfície dos implantes, inseridos em áreas não distraídas (normal) com tempos de sacrifícios diferentes (Teste "t").

Variável	Tratamento	Superfície	Sacrifício	n	Médias ± D.P.	I.C. (95%)	P
Contato Ósseo Total	Normal	Lisa	40 dias	10	24,3±6,4	19,7±28,9	0,000*
		Lisa	80 dias	10	48,1±6,2	43,7±52,5	
Contato Ósseo Total	Normal	Rugosa	40 dias	10	22,5±5,0	18,9±26,1	0,000*
		Rugosa	80 dias	10	52,3±7,5	46,8±57,7	

#comparação realizada por linha

* Estatisticamente significativa p < 0,05

Tabela 2. Medidas de tendência central e de variabilidade e valor do p da variável contato ósseo de acordo com o tipo de superfície dos implantes, inseridos em áreas distraídas com tempos de sacrifícios diferentes (Teste “t”).

Variável	Tratamento	Superfície	Sacrifício	n	Médias ± D.P.	I.C. (95%)	P
Contato Ósseo Total	Distração	Lisa	40 dias	11	22,1±2,6	20,4±23,9	0,000*
		Lisa	80 dias	10	45,6±2,9	43,6±47,6	
Contato Ósseo Total	Distração	Rugosa	40 dias	11	21,9±2,3	20,2±23,6	0,000*
		Rugosa	80 dias	10	53,5±6,9	48,5±58,4	

As tabelas 1 e 2 mostram que o contato ósseo dos implantes foi maior, sendo estatisticamente significante no período de 80 dias de sacrifício, independente do tipo de superfície e de tratamento.

Tabela 3. Medidas de tendência central e de variabilidade e valor do p da variável contato ósseo de acordo com os dois tipos de superfícies dos implantes, inseridos em áreas não distraídas (normal) com tempos de sacrifícios iguais (Teste “t”).

Variável	Tratamento	Superfície	Sacrifício	n	Médias ± D.P.	I.C. (95%)	P
Contato Ósseo Total	Normal	Lisa	40 dias	10	24,5±6,4	19,7±28,9	0,496
		Rugosa	40 dias	10	22,0±5,0	18,9±26,1	
Contato Ósseo Total	Normal	Lisa	80 dias	10	48,1±6,2	43,7±52,5	0,191
		Rugosa	80 dias	10	52,8±7,5	46,8±57,7	

Tabela 4. Medidas de tendência central e de variabilidade e valor do p da variável contato ósseo de acordo com os dois tipos de superfícies dos implantes, inseridos em áreas distraídas com tempos de sacrifícios iguais (Teste "t").

Variável	Tratamento	Superfície	Sacrifício	n	Médias ± D.P.	I.C. (95%)	P
Contato Ósseo Total	Distração	Lisa	40 dias	11	22,1±2,6	20,4±23,9	0,833
		Rugosa	40 dias	10	21,5±2,3	20,2±23,6	
Contato Ósseo Total	Distração	Lisa	80 dias	11	45,6±2,9	43,6±47,6	0,003*
		Rugosa	80 dias	10	53,5±6,9	48,5±58,4	

É possível verificar baseados nos resultados apresentados nas tabelas 3 e 4, que não houve diferenças estatisticamente significativas do contato ósseo nos implantes lisos e rugosos, inseridos em áreas distraídas ou não, exceto no período de 80 dias de sacrifício nos animais que sofreram distração. Nesses animais os implantes de superfície rugosa obtiveram melhores resultados (estatisticamente significativa) do que os lisos.

Tabela 5. Medidas de tendência central e de variabilidade e valor do p da variável contato ósseo de acordo com o tipo de superfície dos implantes, inseridos em áreas distraídas e não distraídas (normal) com tempos de sacrifícios iguais (Teste “t”).

Variável	Tratamento	Superfície	Sacrifício	n	Médias ± D.P.	I.C. (95%)	P
Contato Ósseo Total	Normal	Lisa	40 dias	10	24,3±6,4	19,7±28,9	0,318
	Distração	Lisa	40 dias	11	22,1±2,6	20,4±23,9	
Contato Ósseo Total	Normal	Lisa	80 dias	10	47,0±6,2	43,7±52,5	0,252
	Distração	Lisa	80 dias	11	45,5±2,9	43,6±47,6	
Contato Ósseo Total	Normal	Rugosa	40 dias	10	22,5±5,0	18,9±26,1	0,737
	Distração	Rugosa	40 dias	10	21,9±2,3	20,2±23,6	
Contato Ósseo Total	Normal	Rugosa	80 dias	10	52,3±7,5	46,8±57,7	0,716
	Distração	Rugosa	80 dias	10	53,5±6,4	48,5±58,4	

Como observado na tabela 5 é possível verificar a ausência de diferenças estatisticamente significativas entre as superfícies lisas e rugosas, quando comparadas aos seus respectivos grupos controle, em relação ao contato ósseo.

Tabela 6. Medidas de tendência central e de variabilidade e valor do p da variável contato ósseo de acordo com as faces anatômicas, tipo de superfície dos implantes, inseridos em áreas distraídas com tempos de sacrifícios iguais (Teste "t").

Variável	Face	Tratamento	Superfície	Sacrifício	n	Médias ± D.P.	I.C. (95%)	P
Contato Ósseo Total	V	Distração	Lisa	40 dias	11	21,4±3,7	18,9±23,9	0,293
	L	Distração	Lisa	40 dias	11	22,9±2,3	21,3±24,5	
Contato Ósseo Total	V	Distração	Lisa	80 dias	11	44,3±5,1	40,8±47,8	0,194
	L	Distração	Lisa	80 dias	11	46,9±3,5	44,5±49,3	
Contato Ósseo Total	V	Distração	Rugosa	40 dias	10	20,9±3,2	18,6±23,2	0,134
	L	Distração	Rugosa	40 dias	10	22,8±2,0	21,3±24,3	
Contato Ósseo Total	V	Distração	Rugosa	80 dias	10	52,5±8,2	46,6±58,3	0,550
	L	Distração	Rugosa	80 dias	10	54,5±6,3	49,9±59,0	

A tabela 6 representa o resultado da comparação entre as faces vestibulares e linguais, na tentativa de observar diferenças significativas entre elas. Neste sentido, não foi evidenciado alterações significativas entre as porções vestibulares e linguais em relação ao seu contato ósseo.

No sentido de verificar diferenças significativas entre as camadas ósseas (DT = disco de transporte; CR = câmara de regeneração; OB = osso basal) analisadas em nosso estudo, foram utilizados os testes ANOVA one-way e pós-teste

de Tukey-Kramer, quando necessário, uma vez que foi observada distribuição normal entre os dados dos grupos separadamente.

As camadas ósseas obtiveram resultados similares, sem diferenças estatisticamente significativas (Anexos 2 e 3), exceto no grupo dos 40 dias de sacrifício, nos implantes de superfície lisa (tabela 8).

Tabela 8. Análise de Variância para a variável Contato Ósseo nos implantes de acordo as camadas ósseas na área distraída (superfície lisa - 40 dias de sacrifício). Valores de "F" e de "p" para o ANOVA.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Média dos Quadrados	F	P
Tratamentos (entre colunas)	2	265,1	132,5	9,58	0,000*
Resíduo (dentro da coluna)	30	1638,1	39,0		
Total	32	1903,2			

Tabela 9. Descrição da amostra para análise referente a variável Contato Ósseo nos implantes de acordo as camadas ósseas na área distraída (superfície lisa - 40 dias de sacrifício). As letras expressam os resultados do pós-teste de Tukey-Kramer, considerando $\alpha=0,05$.

Camadas	n		Média	D.P.	L.I.	L.S.
DT	11	a	21,6	3,5	19.3	24.0
CR	11	b	18,8	3,2	16.6	21.0
OB	11	a,b	25,7	4,2	22.8	28.5

Letras iguais denotam diferença significativa $p < 0,05$.

Na tabela 9, verifica-se que o contato ósseo nos implantes de superfície lisa na câmara de regeneração com 40 dias de sacrifício foi inferior as demais, sendo estatisticamente significativa. Entretanto aos 80 dias de sacrifício essa diferença já não estava mais presente (Anexo 2).

Para área relativa ao osso neoformado

Tabela 10. Medidas de tendência central e de variabilidade e valor do p da variável área relativa ao osso neoformado com o tipo de superfície dos implantes, inseridos em áreas não distraídas (normal) com tempos de sacrifícios diferentes (Teste "t").

Variável	Tratamento	Superfície	Sacrifício	n	Médias ± D.P.	I.C. (95%)	P
Área de Osso Neof. Total	Normal	Lisa	40 dias	10	50,8±5,0	47,1±54,4	0,000*
		Lisa	80 dias	10	72,8±6,7	67,9±77,6	
Área de Osso Neof. Total	Normal	Rugosa	40 dias	10	49,4±4,6	46,1±52,7	0,000*
		Rugosa	80 dias	10	74,6±5,2	70,8±78,4	

Tabela 11. Medidas de tendência central e de variabilidade e valor do p da variável área relativa ao osso neoformado de acordo com o tipo de superfície dos implantes, inseridos em áreas distraídas com tempos de sacrifícios diferentes (Teste "t").

Variável	Tratamento	Superfície	Sacrifício	n	Médias ± D.P.	I.C. (95%)	P
Área de Osso Neof. Total	Distração	Lisa	40 dias	11	46,71±2,7	44,8±48,5	0,000*
		Lisa	80 dias	10	73,0±7,2	68,2±77,9	
Área de Osso Neofo. Total	Distração	Rugosa	40 dias	11	47,3±2,8	45,2±49,3	0,000*
		Rugosa	80 dias	10	78,6±3,9	75,8±81,4	

Os resultados apresentados nas tabelas 10 e 11 demonstram que houve uma maior formação óssea no segundo período de sacrifício, tanto para os implantes de superfície rugosa, como para a lisa. Esses resultados se mostraram estatisticamente significantes.

Tabela 12. Medidas de tendência central e de variabilidade e valor do p da variável área relativa ao osso neoformado com os dois tipos de superfícies dos implantes, inseridos em áreas não distraídas (normal) com tempos de sacrifícios iguais (Teste "t").

Variável	Tratamento	Superfície	Sacrifício	n	Médias ± D.P.	I.C. (95%)	P
Área de Osso Neof. Total	Normal	Lisa	40 dias	10	50,8±5,0	47,1±54,4	0,096
		Rugosa	40 dias	10	49,4±4,6	46,1±52,7	
Área de Osso Neof. Total	Normal	Lisa	80 dias	10	72,8±6,7	67,9±77,6	0,502
		Rugosa	80 dias	10	74,6±5,2	70,8±78,4	

Tabela 13. Medidas de tendência central e de variabilidade e valor do p da variável área relativa ao osso neoformado de acordo com os dois tipos de superfícies dos implantes, inseridos em áreas distraídas com tempos de sacrifícios iguais (Teste "t").

Variável	Tratamento	Superfície	Sacrifício	n	Médias ± D.P.	I.C. (95%)	P
Área de Osso Neof. Total	Distração	Lisa	40 dias	11	46,7±4,7	44,8±48,5	0,644
		Rugosa	40 dias	10	47,3±2,8	45,2±49,3	
Área de Osso Neof. Total	Distração	Lisa	80 dias	11	73,0±7,2	68,2±77,9	0,046*
		Rugosa	80 dias	10	78,6±3,9	75,8±81,4	

De acordo com as tabelas 12 e 13, observou-se que a neoformação óssea nos implantes com diferentes superfícies, inseridos em áreas submetidas ou não a distração osteogênica, não apresentaram diferenças estatisticamente significativas, exceto para os implantes rugosos, nas áreas distraídas que

obtiveram valores superiores aos lisos, estatisticamente significantes no período de 80 dias de sacrifício.

Tabela 14. Medidas de tendência central e de variabilidade e valor do p da variável área relativa ao osso neoformado com o tipo de superfície dos implantes, inseridos em áreas distraídas e não distraídas (normal) com tempos de sacrifícios iguais (Teste "t").

Variável	Tratamento	Superfície	Sacrifício	n	Médias ± D.P.	I.C. (95%)	P
Área de Osso Neof. Total	Normal	Lisa	40 dias	10	50,8±5,0	47,1±54,4	0,031*
	Distração	Lisa	40 dias	11	46,7±2,7	44,8±48,5	
Área de Osso Neof. Total	Normal	Lisa	80 dias	10	72,8±6,7	67,9±77,6	0,925
	Distração	Lisa	80 dias	11	73,0±7,2	68,2±77,9	
Área de Osso Neof. Total	Normal	Rugosa	40 dias	10	49,4±4,6	46,1±52,7	0,227
	Distração	Rugosa	40 dias	10	47,3±2,8	45,2±49,3	
Área de Osso Neof. Total	Normal	Rugosa	80 dias	10	74,6±5,2	70,8±78,4	0,073
	Distração	Rugosa	80 dias	10	78,6±3,9	75,8±81,4	

Quando se comparou os resultados da neoformação óssea nos implantes inseridos na área distraída com os seus respectivos grupos controle (normal), verificou-se que apenas os implantes de superfície lisa diferiram estatisticamente no período de 40 dias de sacrifício, porém aos 80 dias os valores já não se apresentaram significativos estatisticamente (tabela 14).

Tabela 15. Medidas de tendência central e de variabilidade e valor do p da variável área relativa de osso neoformado de acordo com as faces anatômicas, tipo de superfície dos implantes, inseridos em áreas distraídas com tempos de sacrifícios iguais (Teste "t").

Variável	Face	Tratamento	Superfície	Sacrifício	N	Médias ± D.P.	I.C. (95%)	P
Área de Osso Neof. Total	V	Distração	Lisa	40 dias	11	45,7±4,1	42,1±47,8	0,032*
	L	Distração	Lisa	40 dias	11	48,0±2,6	46,6±50,2	
Área de Osso Neof. Total	V	Distração	Lisa	80 dias	11	71,1±7,9	65,8±76,5	0,243
	L	Distração	Lisa	80 dias	11	75,0±6,8	70,3±79,6	
Área de Osso Neof. Total	V	Distração	Rugosa	40 dias	10	46,0±2,6	18,6±23,2	0,303
	L	Distração	Rugosa	40 dias	10	48,7±3,7	46,0±51,3	
Área de Osso Neof. Total	V	Distração	Rugosa	80 dias	10	79,0±6,1	74,6±83,3	0,927
	L	Distração	Rugosa	80 dias	10	79,2±3,1	76,9±81,4	

O comportamento regenerativo do osso nas faces vestibular e lingual foram similares em ambas as superfícies de implantes, exceto nas lisas no período de sacrifício de 40 dias. Esta apresentou resultados inferiores na face vestibular quando comparada a lingual, sendo estatisticamente significativa (tabela 15).

Da mesma maneira que a variável contato ósseo, houve a necessidade de aplicar os testes ANOVA one-way e pós-teste de Tukey-Kramer, para verificar diferenças significativas

entre as camadas ósseas (DT = disco de transporte; CR = câmara de regeneração; OB = osso basal). As camadas ósseas obtiveram resultados similares, sem diferenças estatisticamente significativas (Anexos 4, 5 e 6), exceto no grupo dos 40 dias de sacrifício, nos implantes de superfície lisa (tabela 16)

Tabela 16. Análise de Variância para a variável área relativa ao osso neoformado nos implantes de acordo as camadas ósseas na área distraída (superfície lisa - 40 dias de sacrifício). Valores de "F" e de "p" para o ANOVA.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Média dos Quadrados	F	P
Tratamentos (entre colunas)	2	210,0	105.0	3,89	0,032*
Resíduo (dentro da coluna)	27	728.6	26.9		
Total	29	938.6			

Tabela 17. Descrição da amostra para análise referente a variável área relativa ao osso neoformado nos implantes de acordo as camadas ósseas na área distraída (superfície lisa - 40 dias de sacrifício). As letras expressam os resultados do pós-teste de Tukey-Kramer, considerando $\alpha=0,05$.

Camadas	n		Média	D.P.	L.I.	L.S.
DT	10	a	48,9	4,7	45,7	52,0
CR	10	a	42,9	6,1	38,5	47,3
OB	10	b	48,1	4,7	44,7	51,5

Letras iguais denotam diferença significativa $p < 0,05$.

Na tabela 17, verifica-se que a neoformação óssea no interior das roscas dos implantes de superfície lisa na câmara de regeneração com 40 dias de sacrifício foram inferior as demais, sendo estatisticamente significativa. Entretanto aos 80 dias de sacrifício essa diferença já não estava mais presente (Anexos 4 e 5).

6 - DISCUSSÃO

O movimento gradual e lento do osso resultou em formação óssea, sem a necessidade de enxertos em ossos longos e nos maxilares em diversos trabalhos científicos (ARONSON *et al.*, 1989; BELL *et al.*, 1997; CHOI *et al.*, 2001). O princípio biológico da distração osteogênica alveolar foi desenvolvida a partir de estudos nos ossos tubulares, e mais recentemente no esqueleto facial. Dessa maneira os mecanismos básicos para formação óssea e sua relação com a implantodontia, necessita uma melhor compreensão, uma vez que estruturalmente e embriologicamente estes ossos são diferentes.

De acordo com UCKAN *et al.* (2002) a distração osteogênica alveolar não foi estudada extensivamente e muitos estudos clínicos se baseiam em apresentação de casos clínicos isolados, daí a necessidade de estudos adicionais.

A seleção de cães como modelo experimental em nosso trabalho, se baseia na possibilidade da utilização de dispositivos, materiais e técnicas que podem ser aplicadas de forma semelhante em humanos, em virtude do tamanho do modelo experimental, bem como da possibilidade de realizar uma

análise comparativa na literatura, visto que grande parte dos trabalhos científicos utilizaram-se de cães (BLOCK *et al.*, 1996; BLOCK *et al.*, 1998; ODA *et al.*, 1999; SAWAKI *et al.*, 1999; BLOCK *et al.*, 2000; COPE *et al.*, 2000; NOSAKA *et al.*, 2000; ODA *et al.*, 2000).

ILIZAROV (1989a) demonstrou que a estabilidade dos distratores é um fator fundamental para possibilitar uma adequada formação óssea. O dispositivo de distração óssea alveolar utilizado em nosso experimento, foi o mesmo usado em humanos, tendo mostrado rigidez e estabilidade suficiente para permitir a movimentação do disco de transporte e a neoformação óssea na câmara de regeneração.

Fraturas do dispositivo de distração alveolar tem sido relatada na literatura como uma complicação importante que leva ao insucesso do caso (KLUG *et al.*, 2001; MILLESI-SCHOBEL *et al.*, 2000; RACHIMIEL *et al.*, 2001). Alguns cuidados são necessários para que essa complicação não ocorra durante o processo de ativação, tais como: configuração geométrica adequada do disco de transporte, confirmar se as osteotomias estão todas completadas e se o disco de transporte se movimenta de forma passiva, evitando assim resistência que pudesse sobrecarregar o distrator e

determinar fraturas. Essa preocupação foi levada em consideração no nosso experimento, assim não encontramos dificuldades na ativação do dispositivo.

Observações histológicas indicam que a espessura do osso vestibular é inferior nas áreas que foram submetidas a distração osteogênica alveolar (BLOCK *et al.*, 1998; BLOCK *et al.*, 2000; ODA *et al.*, 2000). Os nossos resultados corroboram com esses autores, praticamente em todas as amostras um maior grau de remodelação foi observado na porção vestibular da câmara de regeneração e disco de transporte, principalmente no período de sacrifício mais tardio (80 dias). Vários fatores contribuem para esses achados: repetidos procedimentos realizados com exposição da cortical vestibular que necessitaram de descolamento periosteal ou provocaram dano ósseo (osteotomias, inserção do distrador e implantes, remoção do distrator) e a deiscência da sutura que ocorreu em alguns espécimes.

No grupo onde o sacrifício foi realizado em um período de tempo menor (40 dias) a reabsorção não nos pareceu tão evidente quanto a do período mais tardio (80 dias). A presença por si só do implante na área distraída não inibiu o

processo de remodelação óssea, porém não comprometeu a osseointegração primária em ambos os grupos. Nas áreas não distraídas as espessuras da cortical vestibular e lingual não demonstraram diferenças importantes.

Esses achados nos permitem extrapolar, afirmando que, em algumas situações clínicas, haja a necessidade de enxertos ósseos, para manter a espessura da região vestibular. Já que no nosso modelo experimental, a área distraída apresentava uma boa espessura óssea, e na prática clínica, grande parte dos rebordos alveolares apresentam uma crista de espessura reduzida.

Entre diferentes trabalhos foi consenso, que a ossificação predominante nos processos de distração osteogênica é do tipo intramembranosa, embora áreas ou ilhotas de ossificação endocondral possam ser formadas (ILIZAROV, 1989; SAWAKI *et al.*, 1996; SAWAKI *et al.*, 1999; GAGGL *et al.*, 2000; COPE *et al.*, 2002). Dependendo do modelo experimental, a quantidade de cartilagem formada no sítio da distração varia, sendo formulada a hipótese que a instabilidade dos fragmentos ósseos ou a baixa tensão de oxigênio local, são os responsáveis pela formação de

cartilagem. Muitos investigadores atribuem a presença de cartilagem a uma fixação insuficiente, e sugeriram a variabilidade na técnica cirúrgica em cada indivíduo operado. Além disso, é possível que a quantidade de cartilagem esteja relacionada com a espécie do animal na qual o modelo de distração foi proposto e com a magnitude e razão de distração aplicada (JEE, 1988; DELLOYE *et al.*, 1990; KARP *et al.*, 1992; KARAHARJU-SUVANTO *et al.*, 1992; KOMURO *et al.*, 1994). O tipo de ossificação ocorrido no processo de distração mostrou-se importante, no que se refere ao tempo de consolidação, pois a ossificação endocondral ocorre de modo indireto, tornando o processo de calcificação do calo ósseo mais lento.

Embora nossa avaliação histológica não tenha nos possibilitado avaliar o tipo de ossificação, pois para isso seria necessário o sacrifício em períodos ainda na fase de consolidação, ficou claro por meio dos achados histológicos, que 6 semanas de estabilização, utilizado em nosso experimento, o que equivale no homem aproximadamente a 8 semanas (ROBERTS *et al.*, 1987; ROBERTS, 1988), ser suficiente para permitir a osseointegração primária dos implantes, independentemente do tipo de superfície utilizada.

NOSAKA *et al.* (2000), verificaram a possibilidade de se conseguir a osseointegração de implantes inseridos em áreas distraídas durante o período de consolidação, com vantagens na redução total do tempo de tratamento. Utilizando cães como modelo experimental ele realizou a colocação de implantes apenas com 3 semanas após concluída a distração, obtendo a osseointegração nos 8 implantes. Já BLOCK *et al.* (1998) e (2000), baseados em estudos em seus laboratórios, não crêem que a reparação e conseqüente formação óssea nos cães seja significativamente mais rápida que em humanos. Para eles o reparo ósseo na distração, com significante espessura óssea, não ocorre em menos de 6 semanas. Em seus trabalhos os autores utilizaram 10 semanas de estabilização para iniciar a colocação dos implantes dentais.

O tempo de consolidação utilizado em nosso trabalho, seria considerado intermediário entre o que foi proposto por BLOCK *et al.* (1998 e 2000) e NOSAKA *et al.* (2000). Tendo como referência esse período de consolidação, os resultados mostraram a possibilidade de osseointegração primária dos implantes que foram inseridos em áreas distraídas para os períodos de 40 e 80 dias de sacrifício.

Utilizando diferentes períodos de sacrifícios ficou claro em nossos resultados que o contato ósseo e a área de neoformação óssea nos implantes foi estatisticamente inferior nos animais sacrificados com 40 dias após inserção dos implantes (tabelas 2 e 11). Isto demonstra que embora já tenha ocorrido a fusão da área distraída com o disco de transporte e osso basal, provavelmente esse período não seria o ideal para liberar carga funcional sobre esses implantes. Analisando o período de 80 dias de sacrifício o que equivaleria no homem aproximadamente 4 meses de osseointegração primária, pelos achados histológicos e histométricos encontrados, não vemos problemas dos implante suportarem carga. Essa preocupação é importante, porém de difícil comparação na literatura pela diversidade de modelos experimentais e protocolos diferenciados.

De acordo com GAGGL *et al.* (2000), possibilidade de suportar carga sobre o implante, está diretamente relacionada a estabilidade alcançada para utilização de uma prótese diante de um osso que ainda encontra-se em processo formação e maturação. Existe uma tendência na implantodontia de aplicação de carga precoce ou imediata, porém, nas áreas distraídas é necessário alcançar uma estabilidade suficiente,

que para os autores, baseado em estudos utilizando carneiros como modelo experimental só é alcançada 3 meses após a distração.

Não resta dúvida que um dos grandes avanços na implantodontia foi a possibilidade da carga imediata, porém é necessário avaliar adequadamente o comportamento ósseo diante de carga funcional em um osso que ainda se encontra em fase de regeneração.

Alguns autores tentando melhorar os resultados para acelerar a regeneração óssea, sugerem associar à distração óssea a: estimulação por ultra-som, estímulo elétrico, oxigeno-terapia hiperbárica e administração de fatores de crescimento (ODA *et al.*, 2002; ROBIONY *et al.*, 2002). Essas possibilidades abriram um leque maior em relação ao futuro da distração osteogênica. Ao nosso ver o entendimento dos mecanismos moleculares envolvidos na distração osteogênica, na ação de fatores de crescimento naturais ou recombinantes, e a terapia gênica, associada a engenharia tecidual norteará a otimização da regeneração óssea no esqueleto facial.

A histometria nos permitiu realizar uma análise comparativa quantitativa do osso em áreas que foram

submetidas a distração osteogênica alveolar. ODA *et al.* (1999) encontraram que os implantes inseridos em mandíbulas de cães nas áreas que foram distraídas estavam osseointegrados, tanto no segmento de transporte como no osso regenerado. O contato ósseo e a neoformação óssea foram em média no disco de transporte e na câmara de regeneração em torno de 48% e 53% ; 47% e 49% após 52 semanas da distração. Os mesmos autores, utilizando ainda o cão como modelo experimental em 2000, encontraram uma média de contato ósseo e área de neoformação no segmento de transporte de 46% e 77%; 41% e 68% com 8 e 12 semanas após a inserção dos implantes respectivamente. Já na área distraída (câmara de regeneração) os valores para 8 e 12 semanas foram de 16% e 40%; 30% e 57%.

Utilizando carneiros como modelo experimental, GAGGL *et al.* (2000) encontraram em média 70% de contato ósseo após 6 meses da distração osteogênica.

As médias de contato ósseo nos implantes inseridos no osso que sofreu distração, encontrado em nosso estudo (liso/40dias - 22,1%; liso/80 dias - 45,6%; rugoso/40 dias - 21,9%; rugoso/80 dias - 53,5%) foi similar aos demais trabalhos já mencionados, considerando períodos de sacrifícios equivalentes. Em relação a área de neoformação

óssea no interior dos sulcos dos implantes, os nossos resultados (liso/40dias - 46,7%; liso/80 dias - 73%; rugoso/40 dias - 47,3%; rugoso/80 dias - 78,6%) foram superiores, principalmente quando comparado ao trabalho de ODA *et al.* (1999), pois neste estudo eles utilizaram o próprio implante como distrator, ficando com roscas expostas ao meio bucal, tendo sido este fato atribuído como possível causa da perda de 2 implantes, como também de ter obtido menor resposta óssea quando comparado ao seu artigo em 2000, que utilizou-se de outro dispositivo de distração. Os nossos achados mostraram claramente que houve diferenças estatisticamente significantes nos grupos de 40 e 80 dias após inserção dos implantes, independente do tipo de superfície analisada. Com o aumento do tempo de reparo, houve maior contato e neoformação óssea nos implantes. Não houve diferenças estatisticamente significativas entre as áreas do disco de transporte, câmara de regeneração e osso basal; face vestibular e lingual de uma maneira geral, para os implantes da mesma superfície, exceto para os implantes de superfície lisa no primeiro período de sacrifício (40 dias). Estes resultados diferem dos achados de ODA *et al.* (2000), onde encontraram menor contato e formação óssea na câmara de regeneração nos períodos de 8 e 12 semanas de reparo ósseo.

A quantidade de contato ósseo foi avaliada em um trabalho clássico por JOHANSSON & ALBREKTSSON (1987), utilizando implantes usinados em tíbias de coelhos. Encontraram uma média, em 3 meses, de 50%, em 6 meses de 65% e em 1 ano de 85%. Fazendo um paralelo para os resultados encontrados no grupo controle de implantes (tabela 1), considerando o período mais tardio do sacrifício, os achados são compatíveis com a literatura.

Quando se analisou o contato ósseo e a área relativa ao osso neoformado no interior das roscas dos implantes, na área normal que não foi distraída e nas áreas distraídas, não foram encontradas diferenças significativas nestas duas variáveis avaliadas.

A superfície rugosa de um implante está mais apta a estabelecer uma ligação biomecânica mais forte com o tecido ósseo circunjacente do que um implante de forma semelhante, mas com superfície polida. Alguns trabalhos indicam que um implante com superfície rugosa, pode ser melhor para a integração, do que implantes com superfície lisa. O mecanismo inicial de embricamento previne micromovimentos e pode ser um pré-requisito para aposição óssea direta (MANIATOPOULOS *et*

al., 1986; JOHANSSON & ALBREKTSSON, 1987; CARLSSON *et al.*, 1988 e 1989), determinando na possibilidade de carga precoce e conseqüentemente na diminuição do tempo de tratamento.

Segundo BUSER *et al.* (1991), a rugosidade da superfície pode influenciar de maneira significativa no processo de osseointegração. Os autores avaliaram implantes cilindros com 6 tipos de superfícies diferentes, implantados em tíbias e fêmur de mini porcos. Os resultados mostraram que todos os implantes tinham contato direto com o osso, porém através da análise histomorfométrica demonstraram diferenças significativas na porcentagem de contato entre o osso e o implante, principalmente na região medular. As superfícies eletropolidas e as jateadas conservadas em ácido (granulação média) tiveram a menor porcentagem de contato ósseo, com médias variando entre 20 e 25%. As jateadas de granulação grossa e superfícies cobertas com plasma spray de titânio tiveram 30 a 40% de contato ósseo. O maior contato ocorreu na superfície jateada (granulação grossa) e atacada por ácido que foi de 50 a 60% e implantes cobertos por hidroxiapatita que foi de 60 a 70%.

A variabilidade de sucesso de implantes inseridos em áreas regeneradas, tem sugerido a utilização de implantes com

tratamento de superfícies como uma forma de aumentar o sucesso nesse tipo de situação clínica. Com o objetivo de aumentar a capacidade regenerativa em sobre os implantes inseridos em áreas distraídas, BLOCK *et al.* (2000) utilizaram de implantes com superfície de hidroxiapatita em áreas submetidas a distração osteogênica alveolar. Os autores encontraram uma resposta óssea melhor em comparação aos implantes de superfície lisa.

Os nossos achados, revelaram que os implantes de superfície rugosa não mostraram diferenças significativas no primeiro período de sacrifício (40 dias). Porém no segundo período de sacrifício (80 dias) a resposta óssea nos implantes de superfície rugosa foi significativamente (estatisticamente) melhor quando comparado aos implantes lisos nas áreas que sofreram distração óssea. Isso ocorreu em grande parte das variáveis analisadas. Dessa forma, é possível alcançar resultados melhores com os implantes rugosos avaliando os dados histométricos de forma isolada. Entretanto, é necessária uma avaliação mais ampla, sobretudo com a presença de carga sobre os implantes.

Os achados encontrados em nosso trabalho foram importantes, uma vez que esclareceram o comportamento

biológico de implantes dentais de superfície lisa e rugosa, em áreas que foram submetidas a distração osteogênica alveolar, utilizando-se de um distrator justa ósseo. Contudo os resultados de estudos experimentais com animais é apenas uma das etapas, estudos clínicos são necessários para avaliar o método proposto e utilizado por nós.

7 - CONCLUSÕES

1)A distração osteogênica alveolar, mostrou-se eficiente para possibilitar a regeneração óssea nos implantes inseridos nas áreas distraídas, independentemente do tipo de superfície utilizada;

2)O grupo de 80 dias de sacrifício obteve resultados superiores estatisticamente significativos em relação ao contato ósseo e a área relativa de osso neoformado, quando comparado ao grupo dos 40 dias, independente da superfície utilizada;

3)A superfície rugosa só alcançou resultados superiores estatisticamente significativos em relação ao contato ósseo e a área relativa ao osso neoformado na área distraída no 2º período de sacrifício (80 dias);

4)Os implantes inseridos no osso que foi submetido a distração osteogênica alveolar não apresentaram diferenças estatisticamente significativas em relação ao contato ósseo e a área relativa ao osso neoformado, quando comparado aos seus respectivos grupos controle.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

Abbott LC. The operative lengthening of the tibia and fibula.
J Bone Joint Surg. 1927; 9: 128-52.

Al Ruhaimi KA. Comparison of different distraction rates in the mandible an experimental investigation. **Int J Oral Maxillofac Surg.** 2001; 30: 220-7.

Al Ruhaimi KA. Effect of calcium sulphate on the rate of osteogenesis in distracted bone. **Int J Oral Maxillofac Surg.** 2001; 30: 228-33.

Aldegheiri A, Dubrana A. Distraction alvéolaire maxillaire et implantologie. **Rev Stomatol Chir Maxillofac.** 2000; 101(5): 233-6.

Allan FG. Bone lengthening. **J Bone Joint Surg.** 1948; 34B: 490.

Aronson J. Temporal and spatial increases in blood flow during distraction osteogenesis. **Clin Orthop Rel Res.** 1994; 31: 473-82.

Aronson J, Good B, Stewart C, Harrison B, Harp J. Preliminary studied of mineralization during distraction osteogenesis. **Clin Orthop Relat Res.** 1990; (250): 43-9.

* De acordo com a norma utilizada na FOP/Unicamp, baseada no modelo Vancouver. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o Medline.

Aronson J, Harrison BH, Stewart CL, Harp JHJr. The histology of distraction osteogenesis using different external fixators. **Clin Orthop Relat Res.** 1989; (241): 106-16.

Bell WH, Harper RP, Gonzalez M, Cherkashin AM, Samchukov ML. Distraction osteogenesis to widen the mandible. **Br J Oral Maxillofac Surg.** 1997; 35(1): 11-9.

Block MS, Almerico B, Crawford C, Gardiner D, Chang A. Bone response to functioning implants in dog mandibular alveolar ridges augmented with distraction osteogenesis. **Int J Oral Maxillofac Implants.** 1998; 13: 342-51.

Block MS, Chang A, Crawford C. Mandibular alveolar ridge augmentation in the dog using distraction osteogenesis. **J Oral Maxillofac Surg.** 1996; 54(3): 309-14.

Block MS, Gardiner D, Almerico B, Neal C. Loaded hydroxylapatite-coated implants and uncoated titanium-threathed implants in distracted dog alveolar ridges. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.** 2000; 89(6): 676-85.

Block MS, Stover JD, Daire J, Matthews M. Changes in the inferior alveolar nerve following mandibular lengthening in the dog using distraction osteogenesis. **J Oral Maxillofac Surg.** 1993; 52(6): 1179-83.

Buser D, Shenk RK, Steinemann S, Fiorellini JP, Fox CH, Stich H. Influence of surface characteristics on bone integration of titanium implants: A histomorphometric study in miniature pigs. **J Biomed Mater Res.** 1991; 25: 889-902.

Califano L, Cortese A, Zup A, Tajan G. Mandibular lengthening by external distraction: na experimental study in rabbits. **J Oral Maxillofac Surg.** 1994; 52(11): 1179-84.

Carlsson L, Albrektsson T, Berman C. Bone response to plasma-cleaned titanium implants. **Int J Oral Maxillofac Implants.** 1989; 4: 199-204.

Carlsson L, Rostlund T, Albrektsson B, Albrektsson T. Removal torque for polished and rough titanium implants. **Int J Oral Maxillofac Implants.** 1987; 3: 69-75.

Chiapasco M, Brusati R, Galioto S. Distraction osteogenesis of a fibular revascularized flap for improvement of oral implant positioning in a tumor patient: a case report. **J Oral Maxillofac Surg.** 2000; 58(12): 1434-40.

Chiapasco M, Romeo E, Vogel G. Vertical distraction osteogenesis of edentulous ridges for improvement of oral implant positioing: a clinical report of preliminary results. **Int J Oral Maxillofac Implants.** 2001; 16(1): 43-51.

Chin M. Distraction Osteogenesis for Dental Implants. **Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am.** 1999; 7(1): 41-63.

Chin M, Toth BA. Distraction Osteogenesis in maxillofacial surgery using internal devices: review of five cases. **J Oral Maxillofac Surg.** 1996; 54(1): 45-53.

Choi JY, Hwang KG, Baek SH, Lee JH, Kim TW, Kim MJ *et al.* Original sagittal split osteotomy revisited for mandibular distraction. **J Craniomaxillofac Surg.** 2001; 29(3): 165-73.

Codivilla A. On the means of lengthening, in the lower limbs, the muscles and tissue which are shortened through deformity. **Am J Orthop Surg.** 1905; 2: 253-9.

Compere E. Indications for and against the leg lengthening operation. **J Bone Joint Surg.** 1936; 18: 692.

Cope JB, Samchukov ML. Regenerate bone formation and remodeling during mandibular ostedistraction. **Angle Orthod.** 2000; 70(2): 99-111.

Cope JB, Samchukov ML, Muirhead DE. Distraction osteogenesis and histogenesis in beagle dogs: the effect of gradual mandibular osteodistraction on bone and gingival. **J Periodontol.** 2002; 73: 271-82.

Delloye C, Delefortrie G, Coutelier L, Vincent A. Bone regenerate formation in cortical bone during distraction lengthening. An experimental study. **Clin Orthop**. 1990; (250): 34-42.

Donath K, Breuner G. A method for the study of undecalcified bones and teeth with attached soft tissues. **J Oral Pathology**. 1982; 11: 318-26.

Feichtinger M, Gaggl A, Schultes G, Karcher H. Evaluation of distraction implants for prosthetic treatment after vertical alveolar ridge distraction: a clinical investigation. **Int J Prosthodont**. 2003; 16(1): 19-24.

Frierson M, Ibrahim K, Boles M, Bote H, Ganey T. Distraction osteogenesis. A comparison of corticotomy techniques. **Clin Orthop**. 1994; 301: 19-24.

Gaggl A, Schultes G, Kärcher H. Distraction Implants - A new possibility for the augmentative treatment of the edentulous atrophic mandible: Case report. **Br J Oral Maxillofac Surg**. 1999; 37(6): 481-5.

Gaggl A, Schultes G, Kärcher H. Vertical alveolar ridge distraction with prosthetic treatable distractors: a clinical investigation. **Int J Oral Maxillofac Implants**. 2000; 15(5): 701-10.

Gaggl A, Schultes G, Rainer H, Karcher H. The transgingival approach for placement of distraction implants. **J Oral Maxillofac Surg**. 2002; 60(7): 793-6.

Gaggl A, Schultes G, Regauer S, Karcher H. Healing process after alveolar ridge distraction in sheep. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.** 2000; 90(4): 420-9.

Garcia AG, Martin MS, Vila PA, Maceiras JL. Minor complications arising in alveolar distraction osteogenesis. **J Oral Maxillofac Surg.** 2002; 60(5): 496-501.

Guerrero C. Expansion mandibular quirurgica. **Rev Venez Ortod.** 1990; 48: 1-2.

Guerrero C, Bell WH, Flores A. et al. Distracción Osteogénica mandibular intraoral. **Odontol al Día.** 1995; 10: 116.

Guerrero CA, Bell WH, Contasti GI, Rodriguez AM. Mandibular widening by intraoral distraction osteogenesis. **Br J Oral Maxillofac Surg.** 1997; 35(6): 383-92.

Guerrero CA, Bell WH, Gonzalez Meza LS. **Intraoral Distraction Osteogenesis.** Philadelphia: Saunders; 2000. V.2.

Horiuchi K, Uchida H, Yamamoto K, Hatano N. Anterior distraction of the atrophic subtotal maxillary alveolus for implant placement: a case report. **Int J Oral Maxillofac Surg.** 2002; 17(3): 416-23.

Hu J, Tang Z, Wang D, Buckley MJ. Changes in the inferior alveolar nerve after mandibular lengthening with different rates of distraction. **J Oral Maxillofac Surg.** 2001; 59(9): 1041-5.

Ilizarov GA. The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues. Part 1: The influence of stability fixation and soft tissue preservation. **Clin Orthop Rel Res.** 1989a; (238): 249-81.

Ilizarov GA. The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues. Part 2: The influence of the rate and frequency of distraction. **Clin Orthop Rel Res.** 1989b; (239): 263-85.

Ilizarov GA. The principles of the Ilizarov method. **Bull Hosp Jt Dis Orthop Inst.** 1988; 48(1): 1-11.

Jaffin RA, Berman CL. The excessive loss of Brånemark fixtures in type IV bone: a 5-year analysis. **J Periodont.** 1991; 62: 2-4.

Jee WSS. The skeletal tissues. In: Weiss L, editor. **Cell and Tissue Biology.** A textbook of histiology. 6. ed. Baltimore: Urban & Schwarzenberg; 1988.

Jensen OT. **Alveolar distraction osteogenesis.** Chicago: Quintessence Books; 2002.

Jensen OT, Cockerell R, Kunhlke L, Reed C. Anterior maxillary alveolar distraction osteogenesis: a prospective 5-year clinical study. **Int J Oral Maxillofac Implants**. 2002; 17(1): 52-68.

Johansson C, Albrektsson T. Integration of screw implants in the rabbit: a 1 year follow-up of removal torque of titanium implants. **Int J Oral Maxillofac Implants**. 1987; 2: 69-75.

Karaharju-Suvanto T, Karaharju EO, Ronta R. Mandibular distraction: An experimental study on sheep. **J Craniomaxillofac Surg**. 1990; 18(6): 280-3.

Karaharju-Suvanto T, Peltone J, Cari A, Karaharju EO. Distraction osteogenesis of the mandible: An experimental study on sheep. **Int J Oral Maxillofac Surg**. 1992; 21(2): 118-21.

Karp NS, McCarthy JG, Schreiber JS, Sissons HA, Thome CH. Membranous bone lengthening: A serial histological study. **Ann Plast Surg**. 1992; 29(1): 2-7.

Kasemo B. Biocompatibility of titanium implants: surface science aspects. **J Prosthet Dent**. 1983; 49: 832-7.

Klein C, Papageorge M, Kovács A, Carchidi JE. Initial experiences using a new implant based distraction system for alveolar ridge augmentation. **Int J Oral Maxillofac Surg**. 2001; 30(2): 167-9.

Klug CN, Millesi-Schobel GA, Millesi W, Watzinger F, Ewers R. Preprothetic vertical distraction osteogenesis fo the mandible using an L-shaped osteotomy and titanium membranes for guided bone regeneration. **J Oral Maxillofac Surg.** 2001; 59(11): 1302-8.

Kojimoto H, Yasui N, Goto T, Matsuda S, Shimomura Y. Bone lengthening in rabbits by callus distraction. The hole of periostem and endosteum. **J Bone Joint Surg Br.** 1988; 70(4): 543-9.

Komuro Y, Takato T, Harii K, Yonemara Y. The histologic analysis of distraction osteogenesis of mandible in rabbits. **Plast Reconstr Surg.** 1994; 94(1): 152-9.

Lehrhaupt NB. Alveolar distraction: a possible new alternative to bone grafting. **Int J Periodontics Restorative Dent.** 2001; 21(2): 121-5.

Maniatopoulos C, Rodriguez A, Deporter DA, Melcher AH. An improved method for preparing histological sections of metallic implants. **Int J Oral Maxillofac Surg.** 1986; 1: 31-7.

Mazzonetto R, Torezan JF. Potencial complications during alveolar distraction osteogenesis. **J Oral Maxillofac Surg.** 2003; 61(8 Suppl 1): 85.

McCalister BS. Histologic and radiographic evidence of vertical ridge augmentation utilizing distraction osteogenesis: 10 consecutively placed distractors. **J Periodontol**. 2001; 72(13): 1767-79.

McCarthy JG, Schreiber J, Karp N, Thorne CH, Grayson BH. Lengthening the human mandible by gradual distraction. **Plast Reconstr Surg**. 1992; 89(1): 1-10.

McCormick SU. Osteodistraction. **Oral Maxillofac Surg**. 1995; 4(7): 1-24. Selected Readings.

Meyer U, Meyer T, Wiesmann HP, Stratmann U, Kruse-Losler B, Maas H et al. The effect of magnitude and frequency of inter fragmentary strain on the tissue response to distraction osteogenesis. **J Oral Maxillofac Surg**. 1999; 57(11): 1331-9.

Meyer U, Meyer T, Wiesmann HP, Kruse-Losler B, Vollmer D, Stratmann U et al. Mechanical tension in distraction osteogenesis regulates chondrocytic differentiation. **Int J Oral Maxillofac Surg**. 2001; 30(6): 522-30.

Michieli S, Miotti B. Lengthening of mandibular body by gradual surgical orthodontic distraction. **J Oral Surg**. 1977; 35(3): 187-92.

Millesi-Schobel GA, Millesi W, Glaser C, Watzinger F, Klug C, Ewers R. The L-Shaped osteotomy for vertical callus distraction in the molar region of the mandible: a technical note. **J Cranio Maxillofac Surg**. 2000; 28(3): 176-80.

Molina F, Ortiz Monasterio F. Mandibular elongation and remodeling by distraction: a farewell to major osteotomies. **Plast Reconstr Surg.** 1995; 96(6): 825-40.

Nocini PF , Wangerin K, Albanese M, Kretschmer W, Cortelazzi R. Vertical distraction of a free vascularized fibula flap in a reconstructed hemimandible: case report. **J Craniomaxillofac Surg.** 2000; 28(1): 20-4.

Nosaka Y, Tsunokuma M, Hayashi H, Kakudo K. Placement of implants in distraction osteogenesis: a pilot study in dogs. **Int J Oral Maxillofac Implants.** 2000; 15(2): 185-92.

Oda T, Sawaki Y, Ueda M. Alveolar ridge augmentation by distraction osteogenesis using titanium implants: an experimental study. **Int J Oral Maxillofac Surg.** 1999; 28: 151-6.

Oda T, Sawaki Y, Ueda M. Experimental alveolar ridge augmentation by distraction osteogenesis using a simple device that permits secondary implant placement. **Int J Oral Maxillofac Implants.** 2000; 15(1): 95-102.

Oda T, Sawaki Y, Ueda M. Future prospects for distraction osteogenesis in the maxillofacial skeleton. In: Jensen OT. **Alveolar Distraction Osteogenesis.** Chicago: Quintessence Books; 2002.

Ohkubo H, Ueda M. Experimental study of distraction osteogenesis in the maxillofacial region. **J Craniomaxillofac Surg.** 1997; 8(3): 187-93.

Peleg M, Mazor Z, Chaushu G, Garg A. Lateralization of the inferior alveolar nerve with simultaneous implant placement: a modified technique. **Int J Oral Maxillofac Implants.** 1998; 17(1): 101-6.

Ploder O, Mayr W, Schnetz G, Unger E, Ewers R, Plenk H Jr. Mandibular lengthening with an implanted motor-driven device: preliminary study in sheep. **Br J Oral Maxillofac Surg.** 1999; v.37(4): 273-6.

Polo WCK. **Estudo da eficiência da técnica de distração alveolar na região posterior de mandíbulas atróficas.** [dissertação]. Santo Amaro: Universidade de Santo Amaro/FO; 2003.

Putti V. The operative lengthening of the femur. **JAMA.** 1921; 77: 934-5.

Rachmiel A, Laufer D, Jackson IT, Lewinson D. Midface membranous bone lengthening: a one-year histological and morphological follow-up of distraction osteogenesis. **Calcif Tissue Int.** 1998; 62(4): 370-6.

Rachmiel A, Srouji S, Peled M. Alveolar ridge augmentation by distraction osteogenesis. **Int J Oral Maxillofac Surg.** 2001; 30(6): 510-7.

Raghoobar GM, Heydenrijk K, Vissink A. Vertical distraction of the severely resorbed mandible. **Int J Oral Maxillofac Implants**. 2000; 29: 416-20.

Roberts EW, Turley PK, Brezniak N, FIELD. Bone physiology and metabolism: Emergence of endosseous implants has stimulated interest in the science of bone structure, physiology and metabolism. **J Calif Dent Assoc**. 1987; 15 (10): 54-61.

Roberts WE. Bone Tissue Interface. **J Dental Educ**. 1988; 52(12): 804-809.

Robiony M, Polini F, Costa F, Politi M. Osteogenesis distraction and platelet-rich plasma for bone restoration of the severely atrophic mandible. **J Oral Maxillofac Surg**. 2002; 60(6): 630-5.

Sawaki Y, Ohkubo H, Yamamoto H, Ueda M. Mandibular lengthening by intraoral distraction using osseointegrated implants. **Int J Oral Maxillofac Implants**. 1996; 11(2): 186-93.

Sawaki Y, Ueda M. Alveolar ridge augmentation by distraction osteogenesis using titanium implants: an experimental study. **Int J Oral Maxillofac Implants**. 1999; 28(2): 151-6.

Schmelzeisen R, Neumann G, Fecht Von Der. Distraction osteogenesis in the mandible with a motor-driven plate: a preliminary animal study. **Br J Oral Maxillofac Surg**. 1999; 34(5): 375-8.

Schmidt LB, Kung L, Jones C, Casap N. Induced osteogenesis by periosteal distraction. **J Oral Maxillofac Surg.** 2002; 60: 1170-5.

Sheti A. Inferior alveolar nerve reposition in implant dentistry: a preliminary report. **Int J Periodontics Restorative Dent.** 1995; 15(5): 475-481.

Sisk AL, Steflik DE, Parr GR, Hanes PJ. A light and electro microscopic comparison of osseointegration of six implant types. **J Oral Maxillofac Surg.** 1992; 50(7): 709-16.

Snyder CC, Levine GA, Swanson HM, Browne EZJr. Mandibular lengthening by gradual distraction. Preliminary report. **Plast Reconstr Surg.** 1973; 51(5): 506-8.

Stewart KJ. Mandibular distraction osteogenesis: a comparison of distraction rates in the rabbit model. **J Craniomaxillofac Surg.** 1998; 26: 209.

Tavakoli K, Walsh WR, Smart R, Wulf S, Poole MD. The role of latency in mandibular osteodistraction. **J Craniomaxillofac Surg.** 1998; 26(4): 209-19.

Triaca A, Antonini M, Minoretti R, Merz BR. Segmental distraction osteogenesis of the anterior alveolar process. **J Oral Maxillofac Surg.** 2001; 59(1): 26-35.

Triplet RG, Schow RA. Autologous bone grafts and endosseous implants: complementary techniques. **J Oral Maxillofac Surg.** 1996; 54(4): 486-94.

Troulis MJ, Glowacki J, Perrott DH, Kaban LB. Effects of latency and rate on bone formation in a porcine mandibular distraction model. **J. Oral Maxillofac.Surg.** 2000; 58(5): 507-13.

Uckan S, Dolanmaz D, Kalayci A, Cilasun U. Distraction osteogenesis fo basal mandibular bone for reconstruction of the alveolar ridge. **Br J Oral Maxillofac Surg.** 2002; 40(5): 393-6.

Uckan S, Haydar SG, Dolanmaz D. Alveolar distraction: a analysis of 10 cases. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.** 2002; 94(5): 561-2.

Uckan S, Haydar SG, Imirzahoglu P, Acar AG. Repositioning of malpositioned segment during alveolar distraction. **J Oral Maxillofac Surg.** 2002; 60(8): 963-5.

Urbani G. Alveolar distraction before implantation: a report of five cases and a review of the literature. **Int J Periodontics Restorative Dent.** 2001; 21(6): 569-79.

Urbani G, Lombardo G, Santi E, Consolo U. Distraction osteogenesis to achieve mandibular vertical bone regeneration: a case report. **Int J Periodontics Restorative Dent.** 1999; 19(4): 321-31.

Wagner H. Operative lengthening of the femur. **Clin Orthop.** 1978; (136): 125-42.

Watzek G, Zechner W, Crismani A, Zauza K. distraction abutment system for 3-dimensional distraction osteogenesis of the alveolar process: technical note. **Int J Oral Maxillofac Implants.** 2000; 15(5): 731-7.

Yasui N, Sato M, Ochi T, Kimura T, Kawahata H, Kitamura Y et al. Three modes of ossification during distraction osteogenesis in the rat. **J Bone Joit Surg.** 1997; 79B(5): 824-30.

Yen SL, Gross J, Wang P, Yamashita DD. Closure of a large alveolar cleft by bony transport of a posterior segment using orthodontic archwires attached to bone: Report of a case. **J Oral Maxillofac Surg.** 2001; 59(3): 688-91.

ANEXO 1



Universidade Estadual de Campinas
Instituto de Biologia

CEEA-IB-UNICAMP

Comissão de Ética na Experimentação Animal CEEA-IB-UNICAMP

CERTIFICADO

Certificamos que o Protocolo nº 238/2001-1, sobre "Histologia histológica
e histogênica de implantes dentários
implantados em cães submetidos à cirurgia
osteogênica estudo em cães",
sob a responsabilidade de Adriano Rocha Juniors /
Luís Augusto Pessoni, está
de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal adotados pelo
Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA), tendo sido aprovado pela
Comissão de Ética na Experimentação Animal (CEEA)-IB-UNICAMP em reunião de
05/04/2001. Este certificado expira em 04/04/2002.

CERTIFICATE

We certify that the protocol nº 238/2001-1, entitled "Histologic and
histogenetic evaluation of osseointegrated dental
implant placed and osteogenesis destruction in
stuck in dogs",
is in agreement with the Ethical Principles for Animal Research established by the
Brazilian College for Animal Experimentation (COBEA). This project was approved by
the institutional Committee for Ethics in Animal Research (State University of
Campinas - UNICAMP) on 05/04/2001. This certificate expires on 04/04/2002.

(d) (m) (y)

Campinas, 05 de abril de 2001

Profa. Dra. Alba R. M. Souza Brito
Presidente - CEEA/IB/UNICAMP

Prof. Dr. Armando Ferreira Lima
Secretário - CEEA/IB/UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE BIOLOGIA
CIDADE UNIVERSITÁRIA ZEFERINO VAZ
CEP - 13.081-970 - CAMPINAS - SP - BRASIL

TELEFONE 55 19 37887116
FAX 55 19 32893124

ANEXO 2

Tabela 19. Análise de Variância para a variável Contato Ósseo nos implantes de acordo as camadas ósseas na área distraída (superfície lisa - 80 dias de sacrifício). Valores de "F" e de "p" para o ANOVA.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Média dos Quadrados	F	P
Tratamentos (entre colunas)	2	87,3	43,6	1,88	0,169
Resíduo (dentro da coluna)	30	694,6	23,1		
Total	32	782,0			

Tabela 20. Descrição da amostra para análise referente a variável Contato Ósseo nos implantes de acordo as camadas ósseas na área distraída (superfície lisa - 80 dias de sacrifício).

Camadas	N	Média	D.P.	L.I.	L.S.
DT	11	43,6	5,4	40,0	47,2
CR	11	47,5	4,3	44,6	50,5
OB	11	46,0	4,5	42,9	49,1

Tabela 21. Análise de Variância para a variável Contato Ósseo nos implantes de acordo as camadas ósseas na área distraída (superfície porosa - 40 dias de sacrifício). Valores de "F" e de "p" para o ANOVA.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Média dos Quadrados	F	P
Tratamentos (entre colunas)	2	17,1	8,5	0,61	0,548
Resíduo (dentro da coluna)	27	375,7	13,9		
Total	29	392,8			

ANEXO 3

Tabela 22. Descrição da amostra para análise referente a variável Contato Ósseo nos implantes de acordo as camadas ósseas na área distraída (superfície porosa - 40 dias de sacrifício).

Camadas	N	Média	D.P.	L.I.	L.S.
DT	10	21,9	4,0	16,0	27,5
CR	10	20,9	4,0	11,5	26,0
OB	10	22,8	3,0	19,0	28,0

Tabela 23. Análise de Variância para a variável Contato Ósseo nos implantes de acordo as camadas ósseas na área distraída (superfície porosa - 80 dias de sacrifício). Valores de "F" e de "p" para o ANOVA.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Média dos Quadrados	F	p
Tratamentos (entre colunas)	2	104,2	52,1	0,61	0,37
Resíduo (dentro da coluna)	27	3768,8	139,5		
Total	29	3873,0			

Tabela 24. Descrição da amostra para análise referente a variável Contato Ósseo nos implantes de acordo as camadas ósseas na área distraída (superfície porosa - 80 dias de sacrifício).

Camadas	N	Média	D.P.	L.I.	L.S.
DT	10	51,9	6,9	42,0	65,0
CR	10	52,5	8,8	44,0	71,0
OB	10	56,1	17,0	40,0	91,0

ANEXO 4

Tabela 25. Medidas de tendência central e de variabilidade e valor do p da variável contato ósseo de acordo com as faces anatômicas, tipo de superfície dos implantes, inseridos em áreas não distraídas (normal) com tempos de sacrifícios iguais (Teste "t").

Variável	Face	Tratamento	Superfície	Sacrifício	n	Médias ± D.P.	I.C. (95%)	P
Contato Ósseo Total	V	Distração	Lisa	40 dias	10	21,3±6,5	16,6±25,9	0,059
	L	Distração	Lisa	40 dias	10	27,4±6,9	22,3±32,4	
Contato Ósseo Total	V	Distração	Lisa	80 dias	10	45,9±8,3	39,9±51,8	0,313
	L	Distração	Lisa	80 dias	10	50,4±10,6	42,6±58,1	
Contato Ósseo Total	V	Distração	Porosa	40 dias	10	21,5±5,5	17,5±25,4	0,458
	L	Distração	Porosa	40 dias	10	23,6±6,7	18,7±28,4	
Contato Ósseo Total	V	Distração	Porosa	80 dias	10	53,7±8,0	47,9±59,4	0,514
	L	Distração	Porosa	80 dias	10	50,9±10,5	43,3±58,4	

Tabela 26. Análise de Variância para a variável Área relativa ao osso neoformado nos implantes de acordo as camadas ósseas na área distraída(superfície lisa - 80 dias de sacrifício). Valores de "F" e de "p" para o ANOVA.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Média dos Quadrados	F	P
Tratamentos (entre colunas)	2	202.1	101.0	1.34	0.278
Resíduo (dentro da coluna)	27	2033.2	75.3		
Total	29	2235.3			

ANEXO 5

Tabela 27. Descrição da amostra para análise referente a variável Área relativa ao osso neoformado nos implantes de acordo as camadas óssea na área distraída (superfície lisa - 80 dias de sacrifício).

Camadas	N	Média	D.P.	L.I.	L.S.
DT	10	71.6	10.5	64.0	79.1
CR	10	71.3	8.0	65.5	77.0
OB	10	76.9	7.0	71.9	81.9

Tabela 28. Análise de Variância para a variável Área relativa ao osso neoformado nos implantes de acordo as camadas ósseas na área distraída (superfície porosa - 40 dias de sacrifício). Valores de "F" e de "p" para o ANOVA.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Média dos Quadrados	F	p
Tratamentos (entre colunas)	2	49.1	24.5	1.33	0.278
Resíduo (dentro da coluna)	27	495.0	18.3		
Total	29	544.1			

Tabela 29. Descrição da amostra para análise referente a variável Área relativa ao osso neoformado nos implantes de acordo as camadas ósseas na área distraída (superfície porosa - 40 dias)

Camadas	N	Média	D.P.	L.I.	L.S.
DT	10	48.7	4.7	45.3	52.1
CR	10	45.6	4.1	42.6	48.6
OB	10	47.6	3.8	44.8	50.3

ANEXO 6

Tabela 30. Análise de Variância para a variável Área relativa ao osso neoformado nos implantes de acordo as camadas ósseas na área distraída (superfície porosa - 80 dias de sacrifício). Valores de "F" e de "p" para o ANOVA.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados	Média dos Quadrados	F	p
Tratamentos (entre colunas)	2	215.1	107.5	2.33	0.116
Resíduo (dentro da coluna)	27	1245.9	46.1		
Total	29	1461.1			

Tabela 31. Descrição da amostra para análise referente a variável Área relativa ao osso neoformado nos implantes de acordo as camadas ósseas na área distraída (superfície porosa - 80 dias de sacrifício).

Camadas	N	Média	D.P.	L.I.	L.S.
DT	10	76.4	6.3	71.9	80.9
CR	10	78.2	9.0	71.7	84.6
OB	10	82.8	3.9	79.9	85.6

ANEXO 7

Tabela 15. Medidas de tendência central e de variabilidade e valor do p da variável área relativa de osso neoformado de acordo com as faces anatômicas, tipo de superfície dos implantes, inseridos em áreas não distraídas com tempos de sacrifícios iguais (Teste “t”).

Variável	Face	Tratamento	Superfície	Sacrifício	N	Médias ± D.P.	I.C. (95%)	P
Área de Osso Neof. Total	V	Distração	Lisa	40 dias	11	50,0±6,9	45±54,9	0,630
	L	Distração	Lisa	40 dias	11	51,3±4,7	47,9±54,6	
Área de Osso Neof. Total	V	Distração	Lisa	80 dias	11	75,4±8,4	69,3±81,4	0,188
	L	Distração	Lisa	80 dias	11	70,2±8,5	64,0±76,3	
Área de Osso Neof. Total	V	Distração	Porosa	40 dias	10	48,6±3,7	45,9±51,2	0,451
	L	Distração	Porosa	40 dias	10	50,3±5,9	46,0±54,5	
Área de Osso Neof. Total	V	Distração	Porosa	80 dias	10	73,8±8,7	67,5±80,0	0,587
	L	Distração	Porosa	80 dias	10	75,5±4,2	72,4±78,5	