JONATHAN FERREIRA

**Desenvolvimento de plataforma elíptica osseointegrável para
implante dentário, guias de perfuração e técnica cirúrgica de
implantação – estudo em fêmures de cães**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Clínica Cirúrgica Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária

Departamento:

Cirurgia

Área de concentração:

Clínica Cirúrgica Veterinária

Orientador:

Prof. Dr. Marco Antonio Gioso

SÃO PAULO

2008

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virginie Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

T.2091
FMVZ

Ferreira, Jonathan

Desenvolvimento de plataforma elíptica osseointegrável para implante dentário, guias de perfuração e técnica cirúrgica de implantação – estudo em fêmures de cães / Jonathan Ferreira. – São Paulo : J. Ferreira, 2008.
54 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Cirurgia, 2009.

Programa de Pós-Graduação: Clínica Cirúrgica Veterinária.
Área de concentração: Clínica Cirúrgica Veterinária.

Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio Gioso.

1. Implante dentário. 2. Cães. 3. Reabilitação oral. 4. Odontologia veterinária. 5. Cirurgia. I. Título.

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto intitulado "Desenvolvimento de implante dentário para reabilitação oral de cães com ausência de dentes bi-radiculares – estudo em cadáveres", protocolado sob o nº1465/2008, utilizando 10 (dez) cães (cadáveres), sob a responsabilidade do Prof. Dr. Marco Antonio Gioso, está de acordo com os princípios éticos de experimentação animal da Comissão de Bioética da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo e foi aprovado "ad referendum".

We certify that the Research "Development of dental implant for oral rehabilitation in dogs without biradicular tooth-study in cadavers", utilizing 10 (ten) dogs (cadavers), protocol number 1465/2008, under the responsibility Prof. Dr. Marco Antonio Gioso, agree with Ethical Principles in Animal Research adopted by Bioethic Commission of the School of Veterinary Medicine and Animal Science of University of São Paulo and was approved "ad referendum" of the meeting.

São Paulo, 21 de agosto de 2008

Prof. Dr. José Luiz Bernardino Merusse
Presidente da Comissão de Bioética
FMVZ/USP

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Nome: FERREIRA, Jonathan

Título: Desenvolvimento de plataforma elíptica osseointegrável para implante dentário, guias de perfuração e técnica cirúrgica de implantação – estudo em fêmures de cães

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Clínica Cirúrgica Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária

Data ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Assinatura _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Assinatura _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Assinatura _____

Julgamento: _____

Nós vamos morrer, e isso nos torna afortunados. A maioria das pessoas nunca vai morrer, porque nunca vai nascer. As pessoas potenciais que poderiam estar no meu lugar, mas que jamais verão a luz do dia, são mais numerosas que os grãos de areia da Arábia. Certamente esses fantasmas não nascidos incluem poetas maiores que Keats, cientistas maiores que Newton. Sabemos disso porque o conjunto de pessoas possíveis permitidas por nosso DNA excede em muito o conjunto de pessoas reais. Apesar dessas probabilidades assombrosas, somos eu e você, com toda a nossa banalidade, que aqui estamos...

Richard Dawkins

DEDICATÓRIA

À minha esposa **Fabiana**, companheira de todas as horas.

Aos meus sobrinhos **Cauã e Yasmin**, que trouxeram muita alegria a toda família nos momentos mais difíceis.

À minha mãe **Roseli**, minha **Tia Jocinéia**, e minhas irmãs **Josely e Joseany**, as mulheres da minha vida.

AGRADECIMENTOS

É difícil conseguir palavras para agradecer a todos que participaram direta e indiretamente no meu aprendizado nesta universidade, deste a iniciação científica, quando tive meu primeiro contato com a Odontologia Veterinária, o atendimento no LOC (Laboratório de Odontologia Comparada), a aulas de Técnica Cirúrgica, os experimentos noturnos e a Pós-Graduação.

Agradeço especialmente a pessoa que abriu as portas do seu laboratório e me aceitou como bolsista de iniciação científica, como estagiário do LOC, e depois como aluno do mestrado, o **Prof. Dr. Marco Antonio Gioso**.

Dentro do LOC, muita coisa aconteceu, nasceram amizades, muitas pessoas passaram: pós-graduandos, alunos desta e outras faculdades, estagiários, dentistas fazendo seus experimentos, gente dos mais diversos tipos possíveis, festas aconteceram, mas não somente festas, desentendimentos também, mas no final tudo acaba em pizza mesmo..., principalmente nas noites depois dos experimentos. No balanço final destes seis anos, muita coisa foi aprendida, portanto sou muito grato a todos.

Muito obrigado a todos que fazem parte desta equipe: **Cristina España Albuquerque, Daniel Giberne Ferro, Fernanda Maria Lopes, Fernanda Apollo-Hofmann, Herbert Lima Corrêa, João Luiz Rossi Júnior, Juliana Kowalesky, Lenin Arturo Villamizar, Marco Antonio León-Román, Mariana Lage-Marques, Michele A. F. A. Venturini, Roberto Silveira Fecchio, Samira Abdalla, Sérgio Camargo e Vanessa Graciela Gomes Carvalho**.

Muito obrigado aos cirurgiões dentistas **José Eduardo Chorres Rodríguez, Ricardo Reda Ahmad Hayek e Walter Israel Cabrera** pela contribuição nas idéias iniciais deste trabalho.

Agradeço aos funcionários da FMVZ-USP, todos são igualmente importantes no funcionamento desta grande estrutura.

Aos professores da Faculdade de Odontologia da USP, obrigado pelo aceite nas disciplinas cursadas nesta faculdade.

Obrigado ao **CNPq** pela bolsa de mestrado durante os últimos dois anos.

RESUMO

FERREIRA, J. Desenvolvimento de plataforma elíptica osseointegrável para implante dentário, guias de perfuração e técnica cirúrgica de implantação – estudo em fêmures de cães [Development of osseointegrated elliptic platform for dental implant, surgical guides and surgical technique of implantation – study in femurs of dogs]. 2008. 54 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

O objetivo deste estudo foi desenvolver um implante dentário para utilização em cães, com formato semelhante aos dentes bi-radiculares destes animais e a técnica cirúrgica para sua implantação, com características que permitam a osseointegração. O implante é composto por três peças, dois implantes cônicos rosqueados unidos à plataforma elíptica cônica por parafusos e implantados abaixo do nível ósseo. Foram utilizados 20 fêmures de cães para o desenvolvimento deste projeto e os implantes foram colocados na região epifisária destes ossos. A perfuração foi guiada através de três tipos de guias cirúrgicas confeccionadas em alumínio com dimensões compatíveis a dos implantes e das plataformas. A osteotomia foi avaliada com mensurações diretas e a adaptação do implante foi avaliada radiograficamente. O implante desenvolvido é bastante semelhante à porção radicular dos dentes bi-radiculares dos cães. A técnica cirúrgica de perfuração e osteotomia foi eficiente e a avaliação radiográfica revelou boa adaptação entre as peças e paralelismo entre os implantes rosqueados. Essas conclusões permitem sugerir que, seguindo esta metodologia, com a plataforma confeccionada em liga de titânio, este tipo de implante deve se osteointegrar ao osso adjacente.

Palavras-chave: Implante dentário. Cães. Reabilitação oral. Odontologia veterinária. Cirurgia.

ABSTRACT

FERREIRA, J. Development of osseointegrated elliptic platform for dental implant, surgical guides and surgical technique of implantation – study in femurs of dogs. [Desenvolvimento de plataforma elíptica osseointegrável para implante dentário, guias de perfuração e técnica cirúrgica de implantação – estudo em fêmures de cães]. 2008. 54 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

The aim of this study was to develop a dental implant for use in dogs with similar format to the biradicular teeth of these animals and surgical technique for its implantation, with features that allow the osseointegration. The implant is composed of three parts, two conic threaded implants united to a conic elliptical platform by screws and implanted below the bone level. 20 femurs of dogs were used for the development of this project and the implants were placed in the epiphyseal region of the bones. The drilling was guided by three types of surgical guides made of aluminum consistent with dimensions of the implants and platforms. The osteotomy was evaluated with direct measurements and the adaptation of the implant was evaluated radiographically. The implant developed is very similar to the root portion of the biradicular teeth of dogs, the surgical technique of drilling and osteotomy have been efficient and radiographic evaluation showed good adaptation between the parts and parallelism between the threaded implants. These findings suggest that by following this approach, with the platform constructed in titanium, this type of implant should be osseointegrated to the adjacent bone.

Key-words: Dental implant. Dogs. Oral rehabilitation. Veterinary dentistry. Surgery.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-	Desenho da vista lateral do dente primeiro molar inferior esquerdo de um cão, inserido na mandíbula, onde se notam duas linhas paralelas na parte inferior do desenho, simulando o canal mandibular, e uma superior simulando a crista óssea alveolar	25
Figura 2-	Desenho da vista lateral do dente primeiro molar inferior esquerdo de um cão (linha pontilhada) e do formato do implante e plataforma propostos, posicionados como devem ser implantados em uma mandíbula.	26
Figura 3-	Vista lateral dos implantes rosqueados utilizados. No detalhe, vista da conexão hexagonal interna.	27
Figura 4-	Desenho tridimensional em corte longitudinal vertical com cotas indicando as profundidades de perfuração e os diâmetros.....	30
Figura 5-	Vista oblíqua do desenho tridimensional da plataforma com cotas indicando as dimensões, obtidas pelo <i>software Google® Sketchup</i>	32
Figura 6-	Vista oblíqua do desenho tridimensional da plataforma em corte longitudinal vertical com cotas indicando as dimensões, obtidas pelo mesmo <i>software</i>	33
Figura 7-	Vista frontal do desenho tridimensional da plataforma, no <i>software</i>	33
Figura 8-	Vista lateral da plataforma confeccionada em latão (usinada)	34
Figura 9-	Vista superior da mesma plataforma confeccionada em latão	34
Figura 10-	Vista oblíqua da guia de perfuração tipo 1 com cotas indicando as dimensões, obtidas pelo <i>software</i>	35
Figura 11-	Vista oblíqua da guia de perfuração tipo 2 com cotas indicando as dimensões, obtidas pelo <i>software</i>	36
Figura 12-	Vista oblíqua da guia de perfuração tipo 3 com cotas indicando as dimensões, obtidas pelo <i>software</i>	37
Figura 13-	Vista superior dos três tipos de guias cirúrgica. A - tipo 1, B - tipo 2, e C - tipo 3	37
Figura 14-	Vista da região epifisária distal do fêmur após a fixação do suporte das guias cirúrgicas	38
Figura 15-	Vista da região epifisária distal do fêmur sendo perfurado com broca de 2,0 mm através da guia cirúrgica tipo 1	39
Figura 16-	Vista da região epifisária distal do fêmur mostrando a segunda perfuração de 2,0 mm, a guia cirúrgica tipo 1 inserida para indicar o paralelismo da segunda perfuração	39
Figura 17-	Vista superior da região epifisária distal do fêmur após as perfurações de 3,0 X 9,0 mm, 2,0 X 3,5 mm e 2,0 X 11,0 mm	40

Figura 18- Vista da região epifisária distal do fêmur sendo perfurada com broca de 3,7 mm através do furo central da guia cirúrgica tipo 3	41
Figura 19- Vista superior da região epifisária distal do fêmur após as perfurações escalonadas e a primeira parte da união entre os furos para realizar o leito para a plataforma	42
Figura 20- Vista superior da região epifisária distal do fêmur após o final da osteotomia para união entre os furos para o leito da plataforma	42
Figura 21- Vista superior da região epifisária distal do fêmur durante a colocação do segundo implante com chave catraca.....	44
Figura 22- Vista superior da região epifisária distal do fêmur após a colocação dos implantes e da plataforma.....	44
Figura 23- Plataforma desenvolvida fixada sobre os implantes rosqueados	45
Figura 24- Imagem radiográfica do implante montado para obtenção do padrão radiográfico antes da implantação	45
Figura 25- Imagem radiográfica lateral do implante 1 após a instalação onde não se nota área radiotransparente entre a plataforma e os implantes, nem entre os implantes e o osso	46
Figura 26- Imagem radiográfica lateral do implante 4 após a instalação onde não se nota área radiotransparente entre as peças, nem entre os implantes e o osso.....	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-	Valores das quatro mensurações obtidos das perfurações ósseas expressados em milímetros	43
-----------	---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

mm – milímetro(s)

μm – micrômetro(s)

RPM – rotação por minuto

° C – grau Celsius

° - grau

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
1.2. <i>Objetivos.....</i>	16
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	17
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	24
3.1 <i>Desenvolvimento do formato do implante.....</i>	24
3.2 <i>Escolha dos implantes rosqueados.....</i>	26
3.3 <i>Projeto tridimensional da plataforma.....</i>	27
3.4 <i>Desenvolvimento da técnica e guias para perfuração óssea.....</i>	28
3.5 <i>Perfuração óssea.....</i>	29
3.6 <i>Mensuração interna da osteotomia.....</i>	30
3.7 <i>Avaliação radiográfica.....</i>	31
4. RESULTADOS.....	32
5. DISCUSSÃO.....	47
6. CONCLUSÃO.....	52
REFERÊNCIAS.....	53

1 INTRODUÇÃO

A implantodontia é área de bastante importância da Odontologia Humana, obtendo grande avanço, tanto em materiais utilizados como em formatos de implantes, durante o final do século passado. Atualmente continua-se realizando pesquisas principalmente no sentido de desenvolver implantes de formas e tratamentos na superfície do material que propiciem mais rápida osseointegração, maior resistência as cargas mastigatórias e maior durabilidade.

Em cães o implante dentário já era utilizado em pesquisas, porém somente a partir de 1990 que começou a ser utilizado em casos clínicos (HOLMSTROM, 1990; RAPLEY et al., 1991). Hoje o implante em cães pode ser considerado uma importante opção para a reabilitação dental, porém há limitações com relação à compatibilidade do formato de implante disponível no mercado para utilização em humanos e a anatomia dos elementos dentais dos cães. Os diversos modelos de implantes existentes para utilização em humanos podem ser utilizados com grande adaptação em reabilitação de dentes uni-radulares pequenos como: incisivos, primeiros pré-molares maxilares e mandibulares e terceiros molares mandibulares com boa adaptação a próteses confeccionadas semelhantes aos dentes.

Nos casos relatados, tanto experimentais como clínicos, quando reabilitadas regiões de dentes bi-radulares, são utilizados dois ou três implantes como ancoragem para uma prótese com a forma e tamanho do dente perdido (BRÅNEMARK, 1985; HOLMSTROM, 1990; RAPLEY et al., 1991), porém nestes casos, a região entre os pilares protéticos torna-se de difícil higienização, semelhante ao que acontece em dentes com exposição de furca grau III, isto é, ausência de osso na região entre as raízes, com conseqüente acúmulo de placa bacteriana, o que leva à periimplantite e perda do implante.

A periimplantite está entre as principais causas de insucesso em implantodontia humana (DAVARPANA et al., 2003). Para a manutenção do implante, os cuidados com a higiene oral devem ser intensificados e áreas de difícil higienização devem ser evitadas no momento da confecção das próteses, já que a interface implante-gengiva não possui a mesma resistência do epitélio juncional da

gengiva aderido ao dente.

Não há trabalhos que estudem a implantodontia clínica em cães, apenas foram relatados casos sem resultados a logo prazo. Também na se encontraram trabalhos ou descrições de plataformas de implantes feitas para dentes de animais. A grande maioria dos artigos encontrados são experimentos da odontologia humana utilizando-se cães.

1.2 Objetivos

Os objetivos deste trabalho foram:

- 1- Desenvolver plataforma elíptica osseointegrável para implante dentário semelhante à anatomia dos dentes bi-radiculares de cães, que obedeça aos princípios da osseointegração;
- 2- Desenvolver a técnica cirúrgica para sua implantação e as guias de perfuração;
- 3- Avaliar as dimensões internas das perfurações (osteotomia);
- 4- Avaliar por meio de radiografia periapical a adaptação do implante e plataforma.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Há quatro mil anos antes de Cristo os egípcios já realizavam implantações, e pode-se avaliar que desde o aparecimento do homem na face da Terra as substituições dos dentes naturais perdidos constituem um ideal que a humanidade persegue (CESCHIN, 1984; COHEN et al., 2003).

O pioneiro na solicitação de patente na implantodontia foi Edwin J. Greenfield em 1901, de um implante aloplástico endo-ósseo, que era por ele denominado de suporte para dentes artificiais (CESCHIN, 1984).

Em 1938, Alvin E. Strock e seu irmão Moses, após pesquisas em cães, introduziram um implante de parafuso, confeccionado em Vitalium cirúrgico, em humanos. O implante nada mais era que um parafuso ortopédico de $\frac{5}{8}$ de polegada (ROSSI JR., 1990).

Na Suécia, em 1941, Gustav Dahl desenvolveu os primeiros implantes subperiostais, fabricados em tamanho e forma padronizados. Não houve moldagem óssea direta. Em 1951, Isaih Lew foi o primeiro a realizar moldagens ósseas para assegurar uma melhor adaptação do implante (COHEN et al., 2003). Também a partir dos anos 40, diferentes formas de implante endo-ósseos foram criadas. Foram desenvolvidos implantes helicoidais, agulhados em forma de tripé, e o implante laminado, em 1967, por Linkow, que foram utilizados com frequência até os anos 80 (COHEN et al., 2003).

A implantodontia dos anos 50, 60 e 70 caracterizou-se por experiências, erros e confusões no que diz respeito aos princípios biológicos. A obtenção de uma face fibrosa periimplantar, conhecida também com fibrointegração, era desejada por numerosos autores e, curiosamente, a anquilose era considerada um fator negativo para o prognóstico do implante (COHEN et al., 2003).

Em 1978, com os resultados da Conferência de Harvard, nos Estados Unidos, e os resultados dos estudos científicos suecos, iniciados por Brånemark e colaboradores, em 1950, marcou-se o período da osseointegração (COHEN et al., 2003).

O conceito inicial da osseointegração começou a ser observado em estudos

realizados em coelhos, onde era colocada uma câmara óptica metálica na tíbia dos animais para visualização, através da microscopia óptica *in vivo*, e *in situ*, da influência de diferentes fatores traumáticos sobre a regeneração óssea. Ao término do estudo, quando foi tentar remover a câmara metálica, que no caso era de titânio, o pesquisador fez uma importante observação: a câmara óptica metálica havia se incorporado ao osso e não podia ser removida, pois, o tecido ósseo estava intimamente aderido às minúsculas irregularidades da superfície do titânio (BRÅNEMARK, 1983).

Como consequência desta observação, outros experimentos foram realizados e foi desenvolvido um implante dentário de titânio na forma de parafuso. Os parafusos de titânio foram implantados na mandíbula de cães após a extração dos dentes pré-molares e molares. Após o período de cicatrização de 3 a 4 meses, foram colocados diferentes tipos de próteses sobre implantes. Análises radiográficas e histológicas mostraram que a integração podia ser mantida por 10 anos, sem reação inflamatória no tecido ósseo (BRÅNEMARK, 1983).

Observou-se que a capacidade de suportar carga dos implantes girava em torno dos 100 kg para mandíbula, enquanto que, na maxila, a carga máxima era de 50 kg. Esforços para extrair os implantes levavam a fratura óssea, porém não na interface osso-implante (BRÅNEMARK, 1983).

Brånemark introduziu, no início dos anos 80, o conceito da osseointegração com a utilização de implantes de titânio (implantes de Brånemark). A partir daí, outras equipes testaram diferentes sistemas de implante, com resultados em curto prazo comparáveis aos resultados da equipe sueca (COHEN et al., 2003).

A osseointegração em odontologia clínica depende do entendimento da cicatrização e capacidade reparadora dos tecidos duros e moles, com o objetivo de prever a resposta tecidual após a colocação de um análogo de raiz dentária (BRÅNEMARK, 1983).

Em 1969, Brånemark et al. definiram a osseointegração com a “conexão estrutural direta e funcional entre o osso vivo ordenado e a superfície de um implante submetido à carga funcional” (BRÅNEMARK, 1985).

Schröder, Pohler e Sutter (1976) utilizaram o termo “anquilose funcional” para definir a ligação direta do tecido ósseo com a superfície do implante

(SCHRÖEDER; POHLER; SUTTER¹, 1976 apud BOUCHARD et al., 2003, p. 244).

A interface endostal (osso-implante) depende de múltiplos fatores; as características químicas e físicas de um implante podem afetar a aceitação do mesmo pelos tecidos, assim como a técnica cirúrgica empregada é importante para a obtenção da cicatrização óssea em contato com o implante. O aspecto relevante é a preparação do “leito ósseo” através da utilização de brocas, evitando gerar calor mediante uma irrigação profusa, além disso, o diâmetro da broca deve ser aumentado gradativamente para evitar injúria térmica ao tecido ósseo (BRÅNEMARK, 1985).

Segundo Cohen et al. (2003), a percentagem de contato osso-implante é influenciada: pelo estado de superfície do implante, pelo material do implante e sua forma, pela qualidade óssea, pela técnica cirúrgica e pelo tempo de cicatrização.

Weiss et al. (1986) referem-se a uma “integração fibro-óssea” onde o tecido conjuntivo encapsula o implante, representando um padrão de cicatrização aceitável inicialmente e similar em certa medida ao periodonto normal (WEISS², 1986 apud ALBREKTSSON; LEKHOLM, 1989, p. 499).

O ligamento periodontal é altamente diferenciado e capaz de sofrer remodelação adaptativa, o que lhe confere propriedades mecânicas ímpares. O tecido fibroso que se forma ao redor do implante, devido à necrose do osso periférico é causada por diversos fatores: aquecimento durante a implantação, carga no período de cicatrização, instabilidade e contaminação. Entretanto, é pobremente diferenciado (tecido conjuntivo fibroso denso, com colágeno cicatricial) e não possui capacidade de adaptação. A solicitação de esforços mastigatórios leva à atividade inflamatória crônica neste tecido, bem como no osso que o circunda, o que acarreta um aumento de sua espessura e osteíte crônica. Segue-se a invasão da collagenase e hialuronidase da placa bacteriana, determinando a instalação de doença periimplantar. A perda do elemento implantado passa a ser uma questão de tempo (ROSSI JR., 1990).

Segundo Brånemark (1983), a presença de tecido mole na interface osso-

¹ SCHOEDER, A.; POHLER, O.; SUTTER, F. Gewebsreaktion auf ein titan-hohlzylinderimplantat mit titan-spritzschichtoberfläche. **Schweiz Monatsschr Zahnheilkd**, v. 86, p. 713-727, 1976.

² WEISS, M. B. Titanium fiber-mesh metal implant. **Journal of Oral Implantology**, v. 12, n. 3, p. 498-507, 1986.

implante, torna o implante menos resistente e permite pequena movimentação entre implante e osso, o que leva a um risco maior de reações inflamatórias, e migração de bactérias da cavidade oral para a região de ancoragem do implante, enquanto que o implante osseointegrado é diretamente conectado ao osso vivo remodelado, sem nenhum tecido mole intermediário.

A escola da fibrointegração, contrariamente, afirmava que as melhores condições biomecânicas para o funcionamento de um implante intra-ósseo exigiria um ligamento semelhante ao periodontal (fibras colágenas de alta diferenciação) e com funções semelhantes (ROSSI JR., 1990).

Brånemark (1985) determinou que a técnica cirúrgica deve ser não-traumática, efetuada com abertura lenta e progressiva do tecido ósseo sob franca irrigação, visando manter a integridade da microcirculação óssea, assim possibilitando sobrevivência de grande parte do tecido ósseo periimplantar. Com a manutenção do implante sepulto sob a mucosa, sem sofrer esforços de quaisquer naturezas, o fenômeno da fibrointegração não acontece. Ao contrário, o coágulo que se forma na interface osso-implante é lentamente substituído por tecido de granulação. O osso relativamente lesado, que se encontra sob este tecido, é também reabsorvido. A ausência de trauma mastigatório, entretanto, permite lenta substituição desta granulação por tecido osteóide, que por sua vez, sofre evolução para osso viável. Este tecido ósseo neoformado, ao ser solicitado na mastigação, tende à remodelação, dando origem a osso lamelar, ao redor do implante.

O conceito de cobertura integral de peça implantada em sua porção intra-óssea exclusivamente por tecido calcificado tornou-se hoje defasado, dadas as técnicas atuais de observação histológica de implantes realizada com microscopia ótica e eletrônica. A matriz óssea formada após a osseointegração apresenta em torno de 20% de seu peso líquido de água, 45 a 55% de componentes inorgânicos (cálcio, fosfato, sódio, magnésio, entre outros) e 25 a 35% de componentes orgânicos (colágeno, glicosaminoglicanas e proteoglicanas) (TEIXEIRA, 2001).

Mesmo com extremo cuidado no preparo cirúrgico para fixação do implante, há uma pequena injúria no osso em contato com o implante, que será substituído no processo de cicatrização, que acontece entre 3 a 6 meses. Quando a carga aplicada no osso pelo implante é controlada, a remodelação e arquitetura óssea serão diretamente relacionadas com a direção e magnitude da carga (BRÅNEMARK,

1983).

Um problema biológico de importância na avaliação dos implantes é a remodelação do tecido ósseo que forma a osseointegração. É bem conhecido que por razões puramente biológicas as trabéculas ósseas têm um período de vida relativamente breve em relação à idade dos seres vivos e, portanto depois de certo tempo seja por fatores mecânicos, seja pela própria vitalidade de suas células é necessário que se efetue uma renovação de trabéculas (sejam do tipo esponjoso ou Haversiano), isto sucede com um mecanismo de remodelação que implica reabsorção e nova formação, em ambas situações relacionadas com dois tipos de células, por um lado os osteoclastos indicadores de reabsorção e por outro os osteoblastos que são as células relacionadas com a formação do tecido ósseo (CABRINI; GUGLIELMOTTI, 1994).

A estabilidade obtém-se aproximadamente 18 meses após o implante e é caracterizada por um equilíbrio entre as cargas efetuadas e a capacidade de remodelação do osso neoformado (ROSSI JR., 1990).

A reabsorção da crista óssea em implantes endo-ósseos ocorre em algum grau em todos os atuais sistemas de implante, tanto pela remodelação óssea devido às forças aplicadas, como pela presença da placa bacteriana na superfície do implante. Contudo, também ocorre em implantes bem sucedidos clinicamente, até mesmo nos implantes osseointegrados desenvolvidos por Brånemark e seus colaboradores, que têm o maior tempo de acompanhamento relatado em humanos, e mesmo com o alto sucesso do sistema de implantes, possui uma perda óssea contínua relatada acima de 1,0 mm de perda da crista óssea adjacente ao implante no primeiro ano e aproximadamente 0,1 mm de perda por ano subsequente (COX; ZARB³, 1987 apud PILLIAR et al., 1991, p. 93).

A técnica utilizada para instalação dos implantes pode ser em um tempo cirúrgico (não submerso) ou em dois tempos (submerso). Comparações realizadas em cães indicam que a superfície de implante osseointegrada é maior nos implantes submersos, assim com é menor a perda da crista óssea (CHOI et al., 2008).

O planejamento cirúrgico é essencial em implantodontia para a obtenção de

³ COX, J. F.; ZARB, G. A. The longitudinal clinical efficacy of osseointegrated dental implants: a 3-year report. **International Journal of Maxillofacial Implants**, v. 2, n. 2, p. 91-100, 1987.

bons resultados estéticos e funcionais. Para aumentar a precisão cirúrgica, guias podem ser confeccionadas, através do modelo da região, obtido através de moldagem direta ou de prototipagem. As guias podem ser utilizadas para manter o posicionamento e o paralelismo entre implantes quando desejado (DI-GIACOMO et al., 2005; SHOTWELL et al., 2005; PRAMONO, 2006; LAL et al., 2006).

Di-Giacomo et al. (2005) compararam através da tomografia computadorizada o posicionamento planejado para a colocação do implante com sua posição final após a implantação realizada com o auxílio de guia cirúrgica confeccionada através da prototipagem, e concluíram que o método de confecção de guias através da prototipagem é eficiente, porém a técnica necessita de melhoras na estabilidade da guia durante a intervenção cirúrgica. Lal et al. (2006) utilizaram o mesmo sistema de confecção da guias e obtiveram bom resultado clínico.

Shotwell et al. (2005) e Pramono (2006) revelaram também bons resultados no posicionamento de implantes quando utilizada guia de perfuração confeccionada a partir da moldagem direta do paciente.

Preti et al. (2007) utilizaram, em estudo experimental, tíbias de mini-porcos para comparar a perfuração rotatória tradicional com a perfuração óssea piezoelétrica. A colocação dos implantes experimentalmente em ossos longos se mostrou eficiente.

Segundo Pilliar et al. (1991), a distribuição da força aplicada sobre o implante no osso adjacente está diretamente ligada ao formato do implante, portanto a remodelação óssea e a perda óssea é diferente nos diversos formatos de implantes existentes no mercado.

A perda óssea na crista alveolar e a inflamação são maiores quando a interface entre o implante e o componente protético é colocada abaixo do nível ósseo. Os melhores resultado são obtidos quando posicionada 1,0 mm acima do nível ósseo. Não há correlação entre a perda óssea e a espessura da interface entre implantes e componentes protéticos quando comparadas interfaces de 10 μ m, 50 μ m e 100 μ m. A movimentação nessa conexão é um agravante no processo de perda óssea e inflamação (HERMANN et al., 2001)

Holmstrom (1990) foi o primeiro a publicar a utilização clínica de implante em cães. Ele utilizou para a reabilitação oral de um cão, após a perda do canino inferior

direito, um implante de titânio rosqueado, com uma prótese de ouro cimentada com ionômero de vidro sobre o pilar aparafusado no pino.

Em 1991, Rapley et al. utilizaram 13 implantes osseointegrados sustentando próteses confeccionadas em liga metálica aparafusadas sobre pilares transparafusados nos implantes, em um cão.

Ruhnau et al. (2003) utilizaram na região de primeiro molar inferior, três pinos de titânio osseointegrados sustentando uma coroa metalocerâmica. Não houve complicação relacionada à prótese no período de acompanhamento de 17 meses.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Dez cadáveres de cães provenientes do Hospital Veterinário da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo foram utilizados na realização deste projeto. Foram selecionados cadáveres de animais adultos, de grande porte (acima de 25 kg), sem raça definida e de idade desconhecida.

Os fêmures foram removidos dos cadáveres e mantidos sob refrigeração a -18° C. Os cadáveres, após a remoção dos ossos a serem utilizados, foram descartados.

Foram obtidos vinte ossos em condições de perfuração. Dez foram utilizados em estudo piloto de perfurações para adequações na seqüência, formato do implante e no processo de aprendizado e treinamento do cirurgião. Foram utilizados fêmures ao invés de mandíbulas ou maxilas por haver altura óssea suficiente, o que não foi encontrado nas mandíbulas e maxilas dos animais selecionados.

Três implantes de titânio cônico de conexão interna com plataforma de 4,0 mm de diâmetro e 7,0 mm de comprimento da marca De Bortoli® (Brasil) foram utilizados.

3.1 Desenvolvimento do formato do implante

Com base no histórico da implantodontia, conhecimento dos formatos de implantes utilizados e dos resultados obtidos por outros pesquisadores, projetou-se um formato de implante que utilizasse implantes rosqueados do tipo Brånemark, porém que a plataforma do implante fosse semelhante à anatomia da região cervical dos dentes bi-radiculares de cães e também osseointegrada.

A metodologia baseou-se em criar um implante com plataforma de formato semelhante ao dos dentes bi-radicular dos cães seguindo os princípios da

implantodontia proposta por Brånemark, para tanto, o desenho do dente primeiro molar inferior de um cão foi tomado como base para a projeção do formato do implante (Figura 1).

Figura 1- Desenho da vista lateral do dente primeiro molar inferior esquerdo de um cão, inserido na mandíbula, onde se notam duas linhas paralelas na parte inferior do desenho, simulando o canal mandibular, e uma superior simulando a crista óssea alveolar

O implante proposto neste trabalho é composto por uma plataforma fixa por parafusos sobre dois implantes rosqueados colocados abaixo da crista óssea alveolar. A plataforma também é osseointegrável, portanto deve ser implantada com sua maior porção abaixo da crista alveolar e somente 0,5 a 1,0 mm acima da crista óssea alveolar (Figura 2).

Figura 2- Desenho da vista lateral do dente primeiro molar inferior esquerdo de um cão (linha pontilhada) e do formato do implante e plataforma propostos, posicionados como devem ser implantados em uma mandíbula.

3.2 Escolha dos implantes rosqueados

Com base na proposta deste trabalho, a escolha dos implantes foi realizada entre os produtos comerciais já existentes para uso em odontologia humana e baseada no modelo proposto, isto é, implantes cônicos da marca De Bortoli[®], com sistema de conexão hexagonal interna, plataforma de 4,0 mm de diâmetro, comprimento de 7,0 mm para que o comprimento total, após a união com a plataforma (4,5 mm de altura) fosse proporcional ao dente e à altura óssea da mandíbula ou maxila (Figura 3).

Fonte: (FERREIRA, J., 2008)

Figura 3- Vista lateral dos implantes rosqueados utilizados. No detalhe, vista da conexão hexagonal interna.

3.3 Projeto tridimensional da plataforma

Para o projeto da plataforma osseointegrada foi utilizado um *software* gratuito para desenho tridimensional chamado *Google® Sketchup* para posteriormente ser encaminhado para usinagem das peças em liga metálica de latão pela empresa Stev Serviços de Usinagem Ltda.

As dimensões da plataforma foram baseadas no implante comercial escolhido. Os critérios para o projeto da plataforma foram: apresentar conicidade leve ao longo do corpo da plataforma para melhor adaptação ao osso, ter conexão compatível com o implante escolhido, ter o comprimento total da peças três vezes maior que o diâmetro da plataforma do implante rosqueado, para manter a proporção entre a largura e o comprimento e evitar que os implantes fossem colocados muito próximos, e apresentar duas perfurações e sistema de encaixe compatível com os parafusos de sustentação da plataforma. Estes parafusos fazem parte do sistema de implante comercial adotado.

3.4 Desenvolvimento da técnica e guias para perfuração óssea

Os implantes rosqueados devem ser implantados à distância pré-estabelecida pelo tamanho da plataforma, medidos a partir do centro dos implantes e devem estar paralelos entre si. Assim, devido à necessidade deste paralelismo entre os implantes e ao posicionamento preciso para que a adaptação entre as peças fosse adequada, planejou-se confeccionar guias para a perfuração óssea e um protocolo de perfuração com a indicação da seqüência de perfuração.

As guias foram projetadas utilizando o mesmo *software* gratuito para desenho tridimensional, *Google® Sketchup*, para que posteriormente os desenhos fossem encaminhados para usinagem das peças em alumínio também pela empresa Stev Serviços de Usinagem Ltda.

Para desenvolver a técnica de perfuração e as guias, foi utilizado o protocolo de perfuração gradativa proposto por Brånemark, de forma que as guias pudessem ser fixadas a dentes adjacentes ou encaixadas sobre os indicadores de paralelismo presentes nos conjuntos de perfuração para implantes, e os furos ficassem paralelos de forma satisfatória para a adaptação da plataforma sobre os implantes rosqueados. Como neste caso experimental não havia dentes adjacentes para fixar as guias, já que se usou o fêmur, idealizou-se em resina acrílica (Metil Metacrilato, Clássico JET®, Brasil) um suporte para as guias de perfuração com furos que permitessem sua fixação ao osso. Devido ao padrão nas dimensões da guia cirúrgica metálica, foi possível manter o suporte da guia fixado ao osso e trocá-las durante a perfuração seguindo o protocolo desenvolvido.

3.5 Perfuração óssea

As perfurações foram realizadas em fêmures na região epifisária distal, nas faces lateral ou medial entre a tróclea e os côndilos, seguindo o protocolo de perfuração gradativa e a técnica desenvolvida neste experimento para a utilização das guias cirúrgicas.

A perfuração foi realizada de forma escalonada para possível adaptação do implante cônico, seguindo as profundidades de 11,0 mm com a broca de 2,0 mm de diâmetro, 9,0 mm com a broca de 3,0 mm de diâmetro, 7,0 mm com a broca de 3,7 mm de diâmetro e em casos onde a densidade óssea foi maior, 5,0 mm com broca de 4,0 mm de diâmetro (Figura 4).

A osteotomia realizada entre um furo e outro para a implantação da plataforma osseointegrável foi realizada através do deslocamento lateral da broca de 3,7 mm de diâmetro unindo os três furos e com profundidade de 3,5 mm.

As perfurações foram realizadas com as brocas do conjunto básico para colocação de implantes da marca SIN – Sistema de Implante Nacional® (Brasil), mediante uso de contra-ângulo para implantodontia (Anthogyr, 1/20, modelo 2520 DS, França), sob irrigação com solução fisiológica, em 1200 RPM controlados pelo motor para cirurgia de implantes BLM-600 Plus da marca DRILLER® (Brasil) sob irrigação com solução fisiológica abundante. Devido ao uso da guias cirúrgicas, a introdução da broca foi realizada de forma gradativa para garantir o resfriamento.

3.7 Avaliação radiográfica

A avaliação radiográfica do implante objetivou avaliar a adaptação entre as peças do implante, o paralelismo entre os implantes rosqueados, e a adaptação entre o implante e o osso adjacente.

Para estabelecer o padrão radiográfico do implante montado, dois implantes cilíndricos foram fixados à plataforma com parafusos e efetuada uma radiografia lateral do implante pela técnica de paralelismo sem estarem implantadas em osso. O padrão radiográfico foi utilizado para ser comparado por sobreposição com as radiografias tomadas após a instalação dos implantes nos fêmures.

Após a finalização da implantação, os ossos foram cortados em cubos com espessura óssea ao redor do implante de aproximadamente 5,0 mm para a realização das radiografias periapicais (filme Kodak® Intraoral D-Speed e aparelho de raio X Astex® 70/7).

As radiografias tomadas após a implantação das três peças foram comparadas por sobreposição com o padrão radiográfico. Foram considerados bem adaptados os implantes que obtiveram ausência de área radiotransparente entre as peças e entre o implante e o osso, e paralelos quando se apresentaram em posição iguais as obtidas no padrão radiográfico.

Figura 6- Vista oblíqua do desenho tridimensional da plataforma em corte longitudinal vertical com cotas indicando as dimensões, obtidas pelo mesmo *software*

Figura 7- Vista frontal do desenho tridimensional da plataforma, no *software*

A partir do projeto tridimensional encaminhado para a empresa de usinagem foram confeccionadas 10 peças em latão (liga metálica de cobre e zinco), obedecendo às dimensões do projeto, com desvio máximo de $\pm 0,1$ mm. Não foi

realizado nenhum tipo de tratamento de superfície no metal após a usinagem (Figuras 8 e 9).

Fonte: (FERREIRA, J., 2008)

Figura 8- Vista lateral da plataforma confeccionada em latão (usinada)

Fonte: (FERREIRA, J., 2008)

Figura 9- Vista superior da mesma plataforma confeccionada em latão

Os implantes rosqueados devem ser implantados à distância pré-estabelecida pelo tamanho da plataforma, que neste caso experimental foi projetada

para que os implantes ficassem a uma distância de 8,0 mm, medidos a partir do centro dos implantes e paralelos entre si.

Devido à necessidade do paralelismo entre os implantes e ao posicionamento adequado para que a adaptação entre as peças fosse precisa, foram confeccionadas guias para a perfuração óssea e um protocolo de perfuração com a indicação da seqüência de perfuração.

Três guias de perfuração foram projetadas, desenhadas tridimensionalmente pelo mesmo *software* gratuito para desenho tridimensional *Google® Sketchup* e encaminhado para confecção em alumínio também pela empresa Stev Serviços de Usinagem Ltda. As guias consistiram de um bloco metálico com dimensões padronizadas com 14,50 mm de comprimento, 6,50 mm de largura e 6,00 mm de altura (Figuras 10, 11 e 12). As guias foram divididas em três tipos:

- Tipo 1: Bloco padrão com três perfurações, uma central de 2,0 mm de diâmetro, e lateralmente a esta perfuração, alinhadas e paralelas entre si, uma perfuração também de 2,0 mm e outra de 3,0 mm (Figura 10);

Figura 10- Vista oblíqua da guia de perfuração tipo 1 com cotas indicando as dimensões, obtidas pelo *software*

- Tipo 2: Bloco padrão com três perfurações, uma central de 3,0 mm de diâmetro, e lateralmente a esta perfuração, alinhadas e paralelas entre si, uma perfuração também de 2,0 mm e outra de 3,0 mm (Figura 11);

Figura 11- Vista oblíqua da guia de perfuração tipo 2 com cotas indicando as dimensões, obtidas pelo *software*

- Tipo 3: Bloco padrão com três perfurações, uma central de 4,0 mm de diâmetro, e lateralmente a esta perfuração, alinhadas e paralelas entre si, uma perfuração também de 2,0 mm e outra de 3,0 mm (Figura 12);

Figura 12- Vista oblíqua da guia de perfuração tipo 3 com cotas indicando as dimensões, obtidas pelo *software*

As guias cirúrgicas foram confeccionadas pela mesma empresa de usinagem e apresentaram a mesma precisão dimensional. Como resultado, obtiveram-se três guias com diferentes diâmetros de furos: tipo 1, com 2 furos de 2,0 mm e 1 furo de 3,0 mm; tipo 2, com um furo de 2,0 mm, e 2 furos de 3,0 mm; e tipo 3, furos de 2,0, 4,0 e 3,0 mm (Figura 13).

Figura 13- Vista superior dos três tipos de guias cirúrgica. A - tipo 1, B - tipo 2, e C - tipo 3

O posicionador das guias cirúrgicas foi construído em resina acrílica (Metil Metacrilato, Clássico JET[®], Brasil). Devido ao padrão nas dimensões da guia cirúrgica, foi possível manter o suporte da guia fixado ao osso e trocá-las durante a perfuração seguindo o protocolo. Clinicamente este suporte pode ser utilizado apoiado sobre dentes adjacentes.

Definido o local da perfuração, o suporte de perfuração foi posicionado e fixado ao osso com pregos metálicos de 2,0 mm de diâmetro X 25,0 mm de comprimento (Figura 14). A guia tipo 1 foi encaixada dentro do posicionador e a primeira perfuração óssea foi realizada com broca de 2,0 mm de diâmetro do conjunto básico para a colocação de implantes da marca SIN – Sistema de Implante Nacional[®] (Brasil), mediante uso do mesmo contra-ângulo para implantodontia já citado (Anthogyr, 1/20, modelo 2520 DS, França), sob irrigação com solução fisiológica, em 1200 RPM controlados pelo motor para cirurgia de implantes BLM-600 Plus da marca DRILLER[®] (Brasil). A profundidade total da perfuração foi de 11,0 mm (Figura 15). A profundidade de 11,0 mm é resultado do comprimento do implante (7,0 mm) mais a altura da plataforma (4,5 mm) sendo preparado para que a plataforma fique 0,5 mm acima do nível ósseo.

Fonte: (FERREIRA, J., 2008)

Figura 14- Vista da região epifisária distal do fêmur após a fixação do suporte das guias cirúrgicas

Figura 15- Vista da região epifisária distal do fêmur sendo perfurado com broca de 2,0 mm através da guia cirúrgica tipo 1

Após esta perfuração a guia foi removida, o indicador de paralelismo foi introduzido no furo de 2,0 mm, a guia tipo 1 foi novamente colocada, porém rotacionada 180°, o que permitiu o encaixe do indicador de paralelismo no furo de 3,0 mm da guia e realizada a perfuração de 2,0 X 11,0 mm na outra extremidade (Figura 16).

Figura 16- Vista da região epifisária distal do fêmur mostrando a segunda perfuração de 2,0 mm, a guia cirúrgica tipo 1 inserida para indicar o paralelismo da segunda perfuração

Com as duas perfurações de 2,0 mm realizadas, a broca piloto de 2,0 para 3,0 mm foi passada e em seguida realizada a terceira perfuração, de 3,0 mm de diâmetro, em apenas um dos furos com a guia tipo 1 e com profundidade de 9,0 mm, para que o resultado final fosse um furo escalonado.

Dois indicadores de paralelismo foram colocados nos furos e ainda com a guia tipo 1, o furo central foi realizado com a broca de 2,0 mm de diâmetro e 3,5 mm de profundidade (Figura 17).

Figura 17- Vista superior da região epifisária distal do fêmur após as perfurações de 3,0 X 9,0 mm, 2,0 X 3,5 mm e 2,0 X 11,0 mm

Com o uso da guia tipo 2, a perfuração central foi alargada para 3,0 mm; neste momento não foi possível o uso da broca piloto devido a pouca profundidade do furo, e com o uso da guia tipo 3 este mesmo furo foi alargado para 3,7 mm (Figura 18).

Figura 18- Vista da região epifisária distal do fêmur sendo perfurada com broca de 3,7 mm através do furo central da guia cirúrgica tipo 3

O furo de uma das extremidades ainda de 2,0 mm foi alargado para 3,0 mm com a broca piloto e em seguida a perfuração de 9,0 mm de profundidade com a broca de 3,0 mm foi terminada. Ambos os furos de 3,0 mm de diâmetro foram alargados com broca de 3,7 mm e profundidade de 7,0 mm, seguindo o paralelismo com o outro furo, baseado nos indicadores de paralelismo.

Em regiões com maior densidade óssea, os furos das extremidades foram alargados para 4,0 mm na profundidade de 5,0 mm, para posterior colocação dos implantes rosqueados. Terminada a perfuração escalonada para a colocação dos implantes cônicos, foi realizada a osteotomia para união dos três furos com a broca de 3,7 mm movimentada lateralmente a partir do furo central para obtenção da osteotomia elíptica semelhante à base da plataforma a ser implantada (Figuras 19 e 20).

Figura 19- Vista superior da região epifisária distal do fêmur após as perfurações escalonadas e a primeira parte da união entre os furos para realizar o leito para a plataforma

Figura 20- Vista superior da região epifisária distal do fêmur após o final da osteotomia para união entre os furos para o leito da plataforma

Os resultados das quatro mensurações das perfurações estão demonstrados na tabela 1 abaixo.

Tabela 1- Valores das quatro mensurações obtidos das perfurações ósseas expressados em milímetros

PEÇA	LARGURA 1	LARGURA 2	COMPRIMENTO	PROFUNDIDADE
1	4,07	4,12	12,05	4,01
2	4,04	4,14	12,02	3,48
3	4,11	4,24	12,17	3,52
4	4,02	4,18	12,02	3,57
5	4,08	4,20	12,04	3,76
6	4,05	4,20	12,07	3,91
7	4,04	4,16	12,09	3,76
8	4,03	4,14	12,12	3,81
9	4,08	4,13	12,05	3,59
10	4,06	4,15	12,07	3,62

Os valores máximos e mínimos obtidos nas mensurações propostas apresentaram-se dentro das dimensões das peças, indicando contato íntimo entre o osso perfurado e o implante.

Os implantes foram colocados entre 3,48 mm e 4,01 mm abaixo do nível ósseo, nivelados com a perfuração central (Figura 21) e em seguida a plataforma foi introduzida sob pressão e os parafusos de conexão apertados (Figura 22). Para o encaixe total da peça, foram necessárias batidas leves com martelo cirúrgico de extremidade plástica.

Figura 21- Vista superior da região epifisária distal do fêmur durante a colocação do segundo implante com chave catraca

Figura 22- Vista superior da região epifisária distal do fêmur após a colocação dos implantes e da plataforma

A imagem radiográfica obtida pela técnica de paralelismo do implante montado sem estar implantado ao osso (Figura 23 e 24) foi utilizada como padrão radiográfico para comparação por sobreposição com as tomadas dos implantes após a instalação.

Figura 23- Plataforma desenvolvida fixada sobre os implantes rosqueados

Figura 24- Imagem radiográfica do implante montado para obtenção do padrão radiográfico antes da implantação

Após a finalização da implantação, os ossos foram cortados em cubos com espessura óssea ao redor do implante de aproximadamente 5,0 mm e realizadas radiografias periapicais (filme Kodak® Intraoral D-Speed e aparelho de raio X Astex® 70/7).

Radiograficamente 100% das peças apresentaram boa adaptação entre elas

e paralelismo semelhante ao visualizado na radiografia padrão quando comparadas por sobreposição. O íntimo contato entre o osso e as peças do implantes também foi visualizado ao exame radiográfico (Figuras 25 e 26).

Figura 25- Imagem radiográfica lateral do implante 1 após a instalação onde não se nota área radiotransparente entre a plataforma e os implantes, nem entre os implantes e o osso

Figura 26- Imagem radiográfica lateral do implante 4 após a instalação onde não se nota área radiotransparente entre as peças, nem entre os implantes e o osso

À palpação, os implantes e plataformas não apresentaram mobilidade após a implantação nos ossos.

5 DISCUSSÃO

Não foram encontrados trabalhos científicos com avaliação em longo prazo de implantes dentários em cães que visassem à reabilitação funcional e estética, nem tão pouco implantes desenvolvidos especificamente para cães. Na odontologia humana, como relatado por Ceschin (1984) e Cohen et al. (2003), a busca por substitutos dentários é um ideal que a humanidade persegue, e atualmente isso vem sendo também uma realidade na odontologia veterinária.

Os casos relatados por Holmstron (1990); Rapley et al. (1991) e Ruhnau et al. (2003) utilizaram implantes dentários desenvolvidos para uso humano. Apenas o relato de Ruhnau et al. (2003) acompanhou o animal por 17 meses após a implantação, o que se acredita ser um período curto. Foram utilizados três implantes cilíndricos rosqueados para sustentação de uma prótese em região de primeiro molar inferior. A região entre os três implantes torna-se de difícil higienização, o que pode comprometer a durabilidade, e há também comprometimento estético devido à cicatrização da gengiva ao redor dos implantes.

Schröder, Pohler e Sutter (1976) utilizaram o termo “anquilose funcional” para definir a ligação direta do tecido ósseo com a superfície do implante, porém utilizou-se o termo osseointegração com o mesmo significado neste trabalho por ser o mais difundido e utilizado atualmente. A osseointegração descrita por Brånemark (1983) é o princípio utilizado na implantodontia atual e é com base nesses princípios que este trabalho foi desenvolvido.

Weiss et al. (1986) classificaram a fibrointegração como um padrão de cicatrização aceitável, por apresentar similaridade com o periodonto normal, porém não é este padrão de cicatrização que se espera do implante desenvolvido neste trabalho. Acredita-se que este apresente condições para a osseointegração, e resultados futuros que demonstrem a fibrointegração deverão ser considerados como insucesso, corroborando com Rossi Jr. (1990), pois sabe-se atualmente que o periodonto é altamente especializado e que não se assemelha ao tecido encontrado na fibrointegração.

Idealizou-se a utilização de cães com ausência de dentes pré-molares e molares em mandíbula e com altura óssea local de mais de 12 mm, porém não

foram encontrados cadáveres que se enquadrassem nestes requisitos. Os cadáveres encontrados com ausência de dentes em mandíbula não apresentavam a altura óssea necessária, talvez devido à causa da perda dentária ou não desenvolvimento do processo alveolar em caso de agenesia. Por isso foram escolhidos fêmures como se discute a seguir.

Não foi tentada a realização deste trabalho em animais vivos, pois os objetivos puderam ser alcançados evitando o uso de animais de experimentação nessa etapa. Porém, para confirmar resposta do organismo a este sistema de implantação, estudos em animais vivos deverão ser realizados.

Devido à necessidade de osso semelhante ao encontrado na mandíbula, isto é, uma camada cortical e osso trabecular com espessura mínima de 11 mm, optou-se pela utilização da região epifisária distal dos fêmures destes animais, onde o osso apresenta-se semelhante ao encontrado na mandíbula, aproximadamente 1 a 2 mm de osso cortical e internamente osso trabecular. Outros pesquisadores também utilizaram satisfatoriamente ossos longos para colocação experimental de perfuração para implantes odontológicos (PRETI et al., 2007).

A região epifisária dos fêmures apresentou macroscopicamente a densidade óssea semelhante à encontrada na maxila dos cães. A mandíbula do cão apresenta maior densidade óssea, porém acredita-se que a região utilizada foi eficaz para a proposição do trabalho. Em alguns casos encontrou-se ossos mais compactos que outros, o que facilitou o processo de perfuração devido a maior resistência à perfuração e, portanto maior precisão no corte. A diáfise dos ossos longos apresenta maior densidade óssea, devido à maior espessura de camada cortical, o que favorece precisão na perfuração, porém a espessura é insuficiente para a colocação dos implantes, já que internamente ao osso cortical há a medula óssea. Outras espécies, como os grandes animais, por exemplo, eqüinos e bovinos, possuem a cortical dos ossos longos mais espessa, porém muito mais densa que os ossos mandibulares e maxilares dos cães. Não há pesquisa que compare as semelhanças entre a resistência à perfuração dos ossos longos e os ossos mandibular e maxilar.

A escolha por implantes cônicos, mais comumente utilizados para implantação em alvéolos imediatamente após extrações (COHEN et al., 2003), deveu-se principalmente a maior facilidade de rosqueá-lo na perfuração óssea, uma vez que não seria possível o uso de macho de rosca (também chamado de tarraxa)

para a confecção da rosca, nem da realização do alargamento cervical, pois estes desgastariam o osso na região da osteotomia onde foi encaixada a plataforma.

Corroborando com os autores Shotwell et al. (2005) e Pramono (2006), as guias de perfuração projetadas para serem utilizadas neste experimento foram eficazes para o posicionamento das perfurações. As guias desenvolvidas podem ser utilizadas tanto apoiadas em um suporte confeccionado em resina acrílica, como o utilizado neste projeto, que também pode ser confeccionado a partir do modelo de trabalho da arcada do paciente e durante a perfuração ser apoiado sobre os dentes, como podem ser utilizadas seguindo a mesma sequência de perfuração, porém sendo encaixadas apenas nos indicadores de paralelismo; isto pode ser necessário quando não houver dentes adjacentes.

A plataforma foi projetada com uma leve conicidade para facilitar o assentamento e garantir maior contato com o osso, já que a dimensão na região mais externa da plataforma é maior que a dimensão da osteotomia. As dimensões das peças não podem ser muito maiores que as da osteotomia para evitar que a pressão no momento do encaixe prejudique a microcirculação óssea da região e conseqüentemente a osseointegração, assim como preconizado pelos princípios de Brånemark (1985).

Os implantes projetados por Greenfield (1901); Dahl (1941); Lew (1951) e Linkow (1967), são os implantes que mais se diferem dos implantes preconizados por Brånemark (1983), que não obtiveram bons resultados a longo prazo por fatores relacionados a forma e material utilizado. O modelo do implante desenvolvido neste projeto, apesar de ser diferente dos implantes rosqueados utilizados com sucesso atualmente, não se assemelha aos implantes iniciais desenvolvidos principalmente na primeira metade do século passado e este trabalho propõe que, para utilização experimental em animais vivos e clínica o implante seja confeccionado em liga de titânio como os que são utilizados atualmente e com grande índice de sucesso na odontologia humana.

Quando encaixada as três peças que constituem este implante, permanecerá uma interface entre os implantes rosqueados e a plataforma. Hermann et al. (2001) não correlacionaram o tamanho da interface entre implante e componente protético com a perda óssea da crista alveolar quando a interface estava posicionada 1 mm acima da crista óssea. Quando a interface estava 1 mm abaixo da crista óssea

foram observadas as maiores perdas, porém os componentes não apresentavam condições para a desejada osseointegração num caso clínico. A movimentação nessa interface demonstrou ser um agravante importante na perda óssea e no processo inflamatório na região.

Neste trabalho a interface entre a plataforma e os dois implantes estava localizada entre 3,5 mm e 4,0 mm abaixo da crista óssea. Sabe-se que o tamanho delas pode variar entre 10 μ m e 100 μ m, portanto pode haver infiltração bacteriana e através dos parafusos de fixação e conseqüentemente perda do implante ou não osseointegração como descrito por Hermann et al. (2001). Para que isso não aconteça em animais vivos, nossa proposta é realizar a técnica cirúrgica com assepsia rígida, assim como preconizado para colocação dos implantes e após o aperto dos parafusos de fixação, isolar os parafusos do meio externo com um material que promova o selamento da região, como por exemplo, a resina fotopolimerizável utilizada nas restaurações dentárias, os cimentos resinosos para assentamento protético ou semelhantes.

Os resultados da perfuração utilizada neste trabalho, demonstram que a conexão entre a plataforma e os futuros componentes protéticos ficarão entre 0,5 e 1,0 mm acima do nível ósseo, nesta posição, Hermann et al. (2001) obteve os melhores resultados, porém como descrito por Cox e Zarb (1987) deverá haver perda óssea de aproximadamente 1,0 mm da altura óssea no primeiro ano.

A confecção do implante em apenas uma peça e a realização da implantação sob pressão também foi pensada no início deste trabalho, porém optou-se pela utilização de peças separadas devido à estabilidade já conhecida proporcionada pelos implantes rosqueados, o que é essencial para o processo de osseointegração preconizado por Brånemark (1985).

Em acordo com Teixeira (2001), o conceito de cobertura integral de peça implantada em sua porção intra-óssea exclusivamente por tecido calcificado tornou-se hoje defasado, dadas as técnicas atuais de observação histológica de implantes realizada com microscopia ótica e eletrônica. O modelo descrito nesse projeto necessita de trabalhos futuros para avaliar histologicamente a interface osso-implante após a implantação em animais vivos e o período de osseointegração.

Sugere-se que a técnica de perfuração descrita nesse trabalho seja utilizada

em animais vivos seguindo as técnicas de implantação em dois tempos cirúrgicos, já que os resultados na perda da crista alveolar são melhores como descritos por Choi et al. (2008).

O resultado no posicionamento dos implantes após a implantação em perfurações confeccionadas com o auxílio das guias cirúrgicas resultantes deste trabalho corroboram com os obtidos por Di-Giacomo et al. (2005) e por Lal et al. (2006), porém os métodos de avaliação utilizados foram diferentes.

Sugerem-se estudos futuros como os realizados por Pillar et al. (1991) para avaliar a distribuição da força aplicada sobre o implante no osso adjacente e o efeito sobre a remodelação óssea, também descrita por Cabrini e Guglielmo (1994).

Os componentes protéticos não foram projetados neste trabalho. A parte superior da plataforma poderá ser trabalhada para receber um sistema de conexão interna ou externa, e componentes protéticos para o assentamento de prótese tanto aparafusadas como cimentadas, estudo inédito no mundo. A partir do sistema de conexão, poderão ser criados componentes semelhantes aos encontrados nos sistemas de implantes já existentes, assim como os análogos utilizados na confecção dos modelos em gesso e os componentes utilizados para moldagem.

6 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos, de acordo com a metodologia utilizada, permitem concluir que:

1- O formato do conjunto implantes-plataforma desenvolvido é bastante semelhante com a porção radicular dos dentes bi-radiculares de cães;

2- A técnica cirúrgica de perfuração e as guias cirúrgicas foram eficazes para a colocação dos implantes paralelos e em posição compatível com o tamanho da plataforma;

3- As dimensões internas da osteotomia foram compatíveis com as dimensões do implante;

4- A avaliação radiográfica revelou boa adaptação entre as peças e paralelismo entre os implantes rosqueados.

Essas conclusões permitem sugerir que seguindo esta metodologia, com a plataforma confeccionada em liga de titânio, este tipo de implante deve se osteointegrar ao osso adjacente.

REFERÊNCIAS

ALBREKTSSON, T.; LEKHOLM, U. Osseointegration: current state of the art. **Dental Clinics of North America**, v. 33, n. 4, p. 537-554, oct., 1989.

BOUCHARD, P.; MARTINEZ, H.; DAVARPANAH, M.; ALCOFORADO, G. Implantes não-submersos. In: DAVARPANAH, M.; MARTINEZ, H.; KEBIR, M.; TECUCIANU, J. F. **Manual de implantodontia clínica**. 1. ed. Porto Alegre: Artmed, 2003. p. 244-252.

BRÄNEMARK, P. I. Introduction to osseointegration. In: BRÄNEMARK, P. I.; ZARB, G. A.; ALBREKTSSON, T. **Tissue-integrated prostheses. Osseointegration in clinical dentistry**. Chicago: Quintessence, 1985, p. 11-76.

BRÄNEMARK, P. I. Osseointegration and its experimental background. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 50, n. 3, p. 399-410, 1983.

CABRINI, R. L.; GUGLIELMOTTI, M. B. Aspectos Biológicos da Osseointegração – Sua Importância na Implantodontia. In: FELLER, C.; BOTTINO, M. A. **Atualização na clínica odontológica: a prática da clínica geral**. 1. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994, p. 163-173.

CESCHIN, J. R. O implante na Odontologia e sua Classificação. In: _____ **Implante na Reabilitação Bucal**. São Paulo: Panamed, 1984, p. 121-126.

COHEN, E.; MARTINEZ, H.; DAVARPANAH, M.; HAGE, G. Histórico. In: DAVARPANAH, M.; MARTINEZ, H.; KEBIR, M.; TECUCIANU, J. F. **Manual de implantodontia Clínica**. 1. ed. Porto Alegre: Artmed, 2003. p. 19-26.

CHOI, B. H.; LI, J.; KIM, H. S.; KO, C. Y.; JEONG, S. M.; XUAN, F. Comparison of submerged and nonsubmerged implants placed without flap reflection in the canine mandible. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Oral Endodontology**, v. 105, n. 5, p. 561-565, 2008.

DAVARPANAH, M.; MARTINEZ, H.; TECUCIANU, J. F.; HAGE, G. Complicações e Fracassos em Implantodontia. In: DAVARPANAH, M.; MARTINEZ, H.; KEBIR, M.; TECUCIANU, J. F. **Manual de implantodontia clínica**. 1. ed. Porto Alegre: Artmed, 2003. p. 266-279.

DI-GIACOMO, G. A. P.; CURY, P. R.; ARAÚJO, N. S.; SENDYK, W. R.; SENDYK, C. L. Clinical application of stereolithographic surgical guides for implant placement: preliminary results. **Journal of Periodontology**, v. 76, n. 4, p. 503-507, 2005

DONATH, K.; KEBIR, M.; MARTINEZ, H.; DAVARPANAH, M.; TECUCIANU, J. F. Integração e fisiologia tecidual. In: DAVARPANAH, M.; MARTINEZ, H.; KEBIR, M.; TECUCIANU, J. F. **Manual de implantodontia clínica**. 1. ed. Porto Alegre: Artmed,

2003. p. 33-65.

HOLMSTROM, S. E. Osseointegrated endosteal implant in a dog. **Journal of Veterinary Dentistry**, v. 7, n. 2, p. 10-11, 1990.

HERMANN, S. J.; SCHOOLFILAD, J. D.; SCHENK, R. K.; BUSER, D. Influence of the size of the microgap on crestal bone changes around titanium implants. A histometric evaluation of unload non-submerged implants in the canine mandible. **Journal of Periodontology**, v. 72, n. 10, p. 1372-1383, 2001.

LAL, K.; WHITE, G. S.; MOREA, D. N.; WRIGHT, R. F. Use of stereolithographic templates for surgical and prosthodontic implant planning and placement. Part II. A clinical Report. **Journal of Prosthodontic**, v. 15, n. 2, p. 117-122, 2006.

PILLIAR, R. M.; DEPORTER, D. A.; WATSON, P. A.; VALIQUETTE, N. Dental implant design – effect on bone remodeling. **Journal of Biomedical Materials Research**, v. 25, n. 4, p. 467-483, 1991.

PRAMONO, C. Surgical technique for achieving implant parallelism and measurement of the discrepancy in panoramic radiograph. **Journal of Oral Maxillofacial Surgery**, v. 64, n. 5, p. 799-803, 2006.

PRETI, G.; MARTINASSO, G.; PEIRONE, B.; NAVONE, R.; MANZELLA, C.; MUZIO, G.; RUSSO, R.; CANUTO, R. A.; SCHIERANO, G. Cytokines and growth factors involved in the osseointegration of oral titanium implants positioned using piezoelectric bone surgery versus a drill technique: A pilot study in minipigs. **Journal of Periodontology**, v. 78, n. 4, p. 716-722, 2007.

RAPLEY, J. W.; SWAN, R. H.; CRONIN, R. J.; MATHEY, W. S. The Use of Dental Implant for the Oral Rehabilitation of the Military Working Dog: A Case Report. **Journal of the American Animal Hospital Association**, v. 27, p. 641-645, nov./dec. 1991.

ROSSI JR., R. **Bases biológicas da implantodontia**. 1 ed. São Paulo: Pancast, 1990, 194 p.

SHOTWELL, J. L.; BILLY, E. J.; WANG, H. L.; OH, T. J. Implant surgical guide fabrication for partially edentulous patients. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 93, n. 3, p. 294-297, 2005.

TEIXEIRA, R. E. Superfícies dos implantes: o estágio atual. In: DINATO, J. C.; POLIDO, W. D. **Implantes osseointegrados – cirurgia e prótese**. 1. ed. São Paulo: Artes Médicas, 2001, p. 63-80.