

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ  
ESCOLA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E MEDICINA VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO STRICTO SENSU  
NÍVEL MESTRADO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**LUCIANO JOSE EIGIO ISAKA**

**ANÁLISE BIOMECÂNICA EX VIVO DE DOIS MÉTODOS DE OSTEOSSÍNTE DE  
FRATURAS OBLÍQUAS EM MANDÍBULAS DE CÃO**

**(BIOMECHANICAL ANALYSIS OF THE TWO METHODS OF OSTEOSYNTHESIS  
IN OBLIQUE MANDIBULAR FRACTURES IN DOGS)**

**SÃO JOSÉ DOS PINHAIS**

**2014**

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

**LUCIANO JOSE EIGIO ISAKA**

**ANÁLISE BIOMECÂNICA EX VIVO DE DOIS MÉTODOS DE OSTEOSSÍNTE  
DE FRATURAS OBLÍQUAS EM MANDÍBULAS DE CÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Área de concentração: Cirurgia de Animais de Companhia, da Escola de Ciências Agrárias e Medicina Veterinária, da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ciência Animal.

Orientador: Prof. Dra. Antônia Maria Binder do Prado

**SÃO JOSÉ DOS PINHAIS**

**2014**

## SUMÁRIO

RESUMO GERAL.....	8
ABSTRACT GERAL .....	8
LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	9
CAPÍTULO 1.....	11
INTRODUÇÃO.....	11
REVISÃO DE LITURATURA.....	12
ANATOMIA.....	14
BIOMECÂNICA MANDIBULAR.....	15
MÉTODOS DE ESTABILIZAÇÃO.....	16
PLACAS ÓSSEAS.....	17
OBJETIVO.....	23
MATERIAIS E MÉTODOS .....	23
ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	26
RESULTADOS.....	27
DISCUSSÃO.....	29
CONCLUSÃO.....	32
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34

Dedico este trabalho aos meus  
colegas de profissão, familiares e  
principalmente meus pais Neuzeli  
Maria Polak Isaka, Oscar Eigio Isaka  
e meu irmão Oscar Eigio Isaka  
Junior e a todos os animais.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pela saúde e oportunidades que tenho desfrutado desde que ingressei na Medicina Veterinária. Aos animais, que são fonte de meu estudo, esforço e vontade de ser cada dia melhor em minha profissão.

Agradeço aos meus pais Oscar Eigio Isaka e Neuzeli Maria Polak Isaka e irmão Oscar Eigio Isaka Junior por todo apoio e ensinamentos, exemplo e suporte que me foi oferecido durante toda a minha vida.

Agradeço a minha professora orientadora Antonia Maria Binder do Prado e co-orientador professor Jose Ademar Villanova Junior por todo ensinamento e exemplo fornecidos desde o início da graduação até o mestrado. Com minha formação profissional não teria sido a mesma sem suas presenças.

A toda equipe de profissionais do Hospital Veterinário de Animais de Companhia e dos laboratórios de Necropsia e Anatomia Veterinária da Pontifícia Universidade Católica do Parana, sem o seu apoio este trabalho não seria realizado com êxito.

Seja a mudança que você quer ver  
no mundo.

(DALAI LAMA)

## RESUMO GERAL

**Introdução:** As fraturas mandibulares representam um desafio ortopédico na medicina veterinária. Grande quantidade de métodos de fixação podem ser utilizados dependendo do local e forma com que a fratura ocorre. As placas ósseas são um método de fixação interna que permite a correção de fraturas uni ou bilaterais, simples ou cominutivas, porém necessitam de material apropriado e conhecimento técnico para sua utilização. Estudos recentes tem demonstrado a resistência superior que as placas bloqueadas apresentam sobre as placas de neutralização, quando utilizadas em ossos chatos e com pouca qualidade óssea. **Objetivo:** O presente estudo teve como objetivo a avaliação da resistência biomecânica de placas de neutralização e placas bloqueadas em fraturas mandibulares obliquas em cães. **Métodos:** Foram selecionadas 16 hemimandibular de cães mesocefálicos, com peso entre 15 e 25kgs que não apresentavam alterações patológicas mandibulares. Fraturadas desfavoráveis foram realizadas entre o 2º e o 3º pré-molar. As hemimandibulas foram divididas em dois grupos e estabilizadas com placas de neutralização (grupo 1) e placas bloqueadas (grupo 2). Ambos os grupos foram submetidos ao teste de compressão vertical realizado pela maquina EMIC DL500 onde buscou-se notar a diferença de resistência entre os implantes. **Resultados:** Não houve diferença ( $P=0,135799$ ) entre a resistência do grupo estabilizado com placas neutras ( $21,08 \pm 9,766$  kgf) quando comparado ao grupo estabilizado com placas bloqueadas ( $25,96 \pm 7,029$  kgf). **Conclusão:** Não há diferença na resistência a compressão vertical entre placas de neutralização e placas bloqueadas quando utilizadas em fraturas de corpo de mandíbula de cão.

**Palavras-chave:** Fratura mandibular, placas bloqueadas, placas compressivas, biomecânica.

## ABSTRACT

**Introduction:** Mandibular fractures represent a challenge in orthopedic veterinary medicine. A lot of fixing methods can be used depending on the location and shape of the fracture. The bony plates are one method of external fixation, which allows the correction of bilateral comminuted fractures and complex, however require appropriate material and technical knowledge to use. **Objective:** This study aimed to evaluate the biomechanical strength of compression plates and locked plates in mandibular fractures. **Methods:** Perpendicular pull-out testing was performed on 16 hemimandibles fractures between the 2º and 3º pre molar teeth's. In group 1 (n=8) the fracture was fixed with compression plates and group 2 (n=8). Biomechanical testing was performed on the device EMIC DL500 Construct load at fail were determined and T test was used to compare the resistance at failure between the groups. **Results:** There was no difference ( $P = 0.135799$ ) between the strength of the stabilized group with neutral plates ( $21,08$  kgf  $\pm$   $9,766$ ) compared to the group stabilized with locking plates ( $25.96 \pm 7.029$  kgf). **Conclusions:** Compression plates and locking plates may be used in fractures in mandibular body because there is no difference in resistance between them. **Key-words:** Mandibular fracture, locking plates, compression plates, biomechanics.



## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Principais estruturas anatômicas ósseas da mandíbula. A – Processo angular. B - Processo condilar. C - Processo coróide. D- Corpo mandibular. E - Dentes.....14
- Figura 2 Canal mandibular e raiz dentária.....15
- Figura 3 – A ação da musculatura mastigatória mandibular faz com que a porção incisiva da mandíbula seja descolada no sentido ventral e a porção caudal seja deslocada no sentido crânio dorsal, dessa forma ocorre tensão na face gengival e compressão na face ventral da fratura.....16
- Figura 4 - Na figura A a tração muscular faz com que ocorra compressão do foco de fratura. Na figura B a tração muscular faz afastamentos dos fragmentos da fratura.....16
- Figura 5 - Sistema de fixação interna criado por Hansmann em 1886.Os parafusos em forma de cone ficavam com suas hastes expostas para serem removidas após a consolidação óssea.....18
- Figura 6– Primeira placa óssea desenvolvida exclusivamente para o uso em mandíbula.....19
- Figura 7– Placa de compressão com 4 furos.....19
- Figura 8 - No sistema de placas compressivas a estabilidade dos fragmentos é fornecida pela pressão da placa sobre o osso (setas azuis). As forças que agem sobre a fratura são transmitidas diretamente para a placa óssea (setas vermelhas).....20
- Figura 9 - Placa bloqueada, seus furos possuem locais para parafusos bloqueados e compressivos.....20
- Figura 10 - Local onde os parafusos se encaixam no sistema bloqueado.....21
- Figura 11 - No sistema de placas bloqueadas, as forças que agem sobre a fratura passam do osso para os parafusos, dos parafusos para a placa e depois voltam para os parafusos fixos na placa (setas vermelhas) levando a estabilidade angular .....21
- Figura 12 – Sempre que um dos lados do osso sofre compressão o lado contralateral sofre tensão. ....22
- Figura 13 – A :A placa deve ser posicionada sobre a área de tensão óssea para causar compressão contralateral.B: Sua aplicação sobre a área de compressão irá levar a falha na estabilidade do implante.....22

Figura 14 - A placa deve ser posicionada na face lateral e próxima ao bordo ventral da mandíbula para evitar dano as raízes dentárias .....	23
Figura 15 – Mandíbula de cão estabilizada com placa compressiva neutra.....	24
Figura 16 – A placa bloqueada posicionada na região ventro lateral da hemimandíbula canina.....	25
Figura 17 – Equipamento para ensaios universais modelo EMIC DL500.....	25
Figura 18 - Peça metálica desenvolvida para fixação das hemimandíbulas caninas.....	25
Figura 19 – Hemimandíbula posicionada para o teste biomecânico. A força sendo aplicada sobre os dentes incisivos.....	26
Figura 20 – Fissura óssea do corpo da mandíbula de cão estabilizada com placa compressiva.....	27
Figura 21 – A imagem indica a padrão de falha ocorrido no grupo 2. Ocorreu fratura do osso mandibular no fragmento caudal a linha de fratura.....	28
Figura 22 – Imagem do gráfico montado pelo equipamento EMIC DL500 durante os testes biomecânicos na velocidade de 20 mm/min. A seta indica o ponto de ruptura dos implantes.....	29
Figura 23 – O grupo 1 obteve resistência média de 21,08±9,766 kgf e o grupo 2 obteve resistência média de 25,96±7,029 kgf. *P< 0,05 = Diferença estatística.....	29

## CAPÍTULO 1

### 1. INTRODUÇÃO

Os traumas mandibulares não são frequentes na clínica de animais de companhia, mas quando presentes causam dor intensa, hiporexia ou anorexia e na maioria das vezes impossibilidade de adequada oclusão oral. As principais causas são acidentes automobilísticos, brigas, neoplasias, quedas, doenças periodontais ou lesões iatrogênicas dolosas (Johnson, 2013). As fraturas mandibulares correspondem por 3 a 6% de todas as fraturas em animais de companhia (Lopes et al., 2005).

Grande quantidade de métodos para estabilização de fraturas mandibulares podem ser utilizados na Medicina Veterinária. A utilização de placas e parafusos é um método que possibilita à redução uni ou bilateral de fraturas simples ou complexas, oclusão perfeita, rápido retorno a função mastigatória e por se tratar de uma fixação interna, na maioria dos casos não é necessária a remoção dos implantes (Piermatei et al., 2009).

As placas compressivas são as mais utilizadas, têm baixo custo e são facilmente encontradas. A estabilidade que ela proporciona ocorre devido à pressão que exerce sobre o osso. (Roe, 2003). De forma geral, as principais desvantagens deste tipo de estabilização são: comprometimento da vascularização periosteal, risco de formação de biofilme quando utilizada em locais com contaminação bacteriana e perda da estabilidade caso um ou mais parafusos se desprendam (Roe, 2003; Johnson 2013)

As placas bloqueadas têm furos rosqueados e as cabeças dos parafusos também possuem roscas, o que permite à fixação dos parafusos a placa levando a fixação independente dos implantes. Desta forma, diferente dos demais tipos de placas, a estabilidade só é perdida se todos os parafusos se soltarem (Roe, 2003).

A contribuição científica desse estudo será comparar biomecanicamente a resistência entre placas compressivas e placas bloqueadas em fraturas mandibulares de cães.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

As fraturas mandibulares correspondem por cerca de 3% a 6% de todas das fraturas que ocorrem em cães (Umphlet e Johnson, 1990; Lopes et al., 2005). A região mais acometida está entre o primeiro pré-molar e o segundo molar (Smith e Kern, 1995; Kitshoff et al., 2013). Entre as principais causas estão traumas cranianos, acidentes automobilísticos, neoplasias, doenças periodontais crônicas, brigas e quedas (Legendre, 2005).

Em um estudo retrospectivo, Lopes (2005) relatou ocorrência de 90 fraturas mandibulares em cães, sendo brigas (41%) e acidentes automobilísticos (12%) as causas mais frequentes.

Há uma grande quantidade de métodos para estabilização de fraturas mandibulares disponíveis em cães. Entre os mais comuns encontra-se o fixador externo, cerclagem e resina acrílica interdentária, cerclagem mandibular, utilização de parafusos compressivos, pinos intramedulares, placas ósseas compressivas e talas em forma de focinheira (Verstraete, 2003; Piermattei, 2009).

Para a correta estabilização de uma fratura mandibular três fatores biomecânicos devem ser considerados: as forças oriundas dos vigorosos músculos mastigatórios, a direção da linha de fratura e as forças envolvidas no desenvolvimento da lesão (Tholen, 1982).

A mandíbula é uma estrutura óssea de formato chato, por esse motivo a fixação dos parafusos no osso pode não apresentar resistência suficiente levando a migração dos parafusos e falha do implante (Verstraete, 2003).

As placas ósseas oferecem estabilidade adequada, rápido retorno à função mastigatória, e podem ser usadas em fraturas uni ou bilaterais, simples ou complexas, e por se tratar de uma fixação interna causa menor incômodo para o proprietário e desconforto para o paciente (Egger, 1993), por outro lado seu posicionamento na fratura exige grande descolamento de tecidos moles, risco de lesão às raízes dentárias e a vascularização e inervação presentes no canal mandibular (Marrete, 1998).

As complicações cirúrgicas mais comuns são a má oclusão, não união, união retardada e infecção bacteriana local, ocorrendo em cerca de 34% dos animais (Umphlet e Johnson, 1990).

Bos et al. (1989) utilizaram placas absorvíveis para estabilizar fraturas mandibulares experimentais em seis cães e obtiveram resultados satisfatórios e nenhuma complicação pós-operatória foi relatada.

Rozema et al (1989) realizaram de redução de fraturas mandibulares experimentais em sete ovelhas e 12 cães. Em todos os casos foram utilizadas placas e parafusos absorvíveis à base de Poli (L-lactato) para estabilização e após oito semanas a fratura apresentava complete cicatrização. Não foram relatada perda da estabilidade em nenhum dos casos, mostrando a eficiência de ambos os métodos de estabilização.

Verstraete (1992) em um ensaio experimental em cães notou grande dano as raízes dentarias e erosão da mucosa oral, quando utilizou placa e parafuso para estabilização de fraturas.

Boudrieau (1996) em um ensaio clínico, utilizou mini placas em 11 fraturas em ramo de mandíbula e duas fraturas em corpo de mandíbula rostrais, tendo apenas 1 caso onde houve migração do implante por avulsão dos parafusos, sendo necessária a realização de mandibulectomia parcial rostral.

Freitag e Landau (1996) realizaram um estudo em 40 beagles comparando o uso de placas compressivas com quatro furos e mini placas com seis furos. Os autorres observaram apenas um caso em que foi perdida a estabilidade por avulsão dos parafusos, chegando à conclusão que ambos os sistemas são eficientes quando se refere à osteossíntese mandibular.

Gomes et al. (2001) utilizaram mini placas de titânio no tratamento de fraturas mandibulares em três cães e três gatos e obtiveram complicações em dois casos, uma por quebra da placa e outra por osteomielite.

Klaus et al. (2013) relataram a correção de braquignatismo em um potro, por meio de mandibulectomia parcial bilateral e fixação mandibular com placas bloqueadas de 3.5/4.5/5mm. Após quatro meses da intervenção cirúrgica, o animal apresentava ótimo efeito estético e função mastigatória normal.

## 2.1 ANATOMIA

A mandíbula é um osso que possui junto com os dentes a função da mastigação e trituração dos alimentos. É composta por duas hemimandíbulas, uma direita e uma esquerda, unidas pela sínfise mandibular (Gioso, 2005).

A mandíbula é anatomicamente dividida em: incisiva, corpo, ângulo e ramo, e nelas estão presentes os processos coronóide, condilar e angular (Figura 1) (Gioso, 2005).

O corpo da mandíbula é composto por osso cortical onde estão localizados os dentes. Possui uma cavidade chamada de canal mandibular (Figura 2), que se inicia no forame mandibular, localizada da porção caudomedial e termina no forame mentoniano, localizado na região cranio lateral da parte incisiva da mandíbula (Harvey e Emily, 1993). Dentro do canal mandibular passam a veia e artéria alveolar inferior, que fazem a nutrição da região, e o nervo mandibular inferior, que é uma ramificação do nervo trigêmeo, que exerce a função motora e sensorial da mandíbula (Verstraete, 1999).

Os dentes ocupam cerca de 66% do corpo mandibular, sendo o restante ocupado pelo canal mandibular (Figura 2). Cães de grande porte possuem uma quantidade maior de osso cortical quando comparado com cães de porte pequeno, onde as raízes dos dentes ocupam quase todo o corpo da mandíbula (Harvey e Emily, 1993).

O principal grupo muscular da região, também conhecidos como músculos mastigatórios, são: masseter, pterigoides, temporal e elevadores da mandíbula (Dyce, 2002; Gioso 2005).



Figura 1 - Principais estruturas ósseas da mandíbula canina. A - Processo angular. B - Processo condilar. C - Processo coronóide. D - Corpo mandibular. E - Dentes. (FONTE: VERSTRAETE, 2003)



Figura 2 - Canal mandibular (seta maior) e raiz dentária (seta menor) de mandíbula de cão. Nota-se a pequena densidade óssea da região. (FONTE: VERSTRAETE, 2003)

## 2.2 BIOMECÂNICA MANDIBULAR

A oclusão mandibular é realizada pelos músculos temporal, masseter e pterigoide medial e a abertura pelo músculo digástrico (Figura 3). O músculo temporal é o mais forte e tem sua origem na fosse temporal e inserção no processo coronide da mandíbula. O músculo masseter tem sua origem no arco zigomático e inserção na porção lateral do ramo mandibular. O músculo pterigoide tem sua origem no osso esfenoide e inserção no processo angular da mandíbula.

A força oclusional gerada por esses músculos é muito potente. Em seres humanos a força oclusional é de aproximadamente 250 – 300 quilos por metro quadrado (KMQ), podendo chegar a 30000 KMQ (Fagan, 1986). Em cães estima-se que a mordida passiva seja de 300 a 800 KMQ, podendo chegar a 80000 KMQ (Tholen, 1983).

As inserções dos músculos oclusores estão localizadas na porção caudal da mandíbula, logo uma fratura que ocorra no corpo da mandíbula de forma oblíqua, no sentido cranioventral para dorso caudal (Figura 4A), irá fazer com que os fragmentos comprimam o foco de fratura, sendo este tipo de fratura chamado de fratura favorável. Mas, se a fratura oblíqua ocorrer do sentido crânio-dorsal para o sentido ventro-caudal, a tração muscular fará o afastamento e deslocamento do foco de fratura, sendo este tipo de fratura

chamada de fratura desfavorável (Figura 4B) (Rudy e Boudrieau, 1992; Wiggs e Lobprise, 1997). Essa noção se faz importante quanto ao método de tratamento escolhido. Quando a fratura é unilateral, ocorre em sentido favorável e sem envolvimento da sínfise mandibular, métodos terapêuticos conservativos podem ser adotados, desde que a oclusão não seja afetada. Em casos em que há desalinhamento ósseo evidente com má oclusão, a estabilização cirúrgica deve ser adotada (Wiggs e Lobprise, 1997).

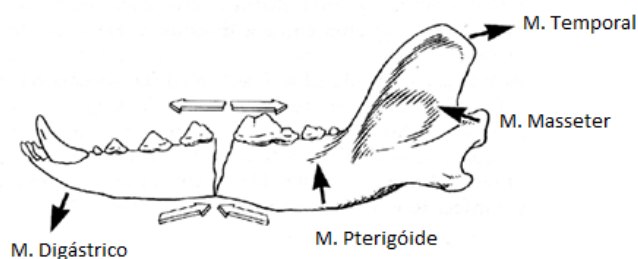


Figura 3 – Ação da musculatura mastigatória mandibular (setas pretas) faz com que a porção incisiva da mandíbula seja descolada no sentido ventral e a porção caudal seja deslocada no sentido crânio- dorsal, dessa forma ocorre tensão (setas brancas divergentes) na face gengival e compressão (setas brancas convergentes) na face ventral da fratura. (Adaptado de PIERMATTEI, 2009).

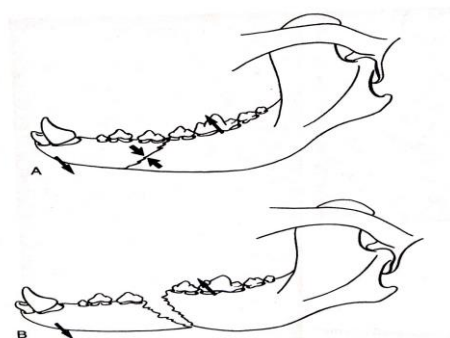


Figura 4- Na figura A a tração muscular faz com que ocorra compressão do foco de fratura. Na figura B a tração muscular faz afastamentos dos fragmentos da fratura. (FONTE: VERSTRAETE, 1989)

### 2.3 MÉTODOS DE ESTABILIZAÇÃO

O método ideal fornece estabilidade óssea, perfeita oclusão oral, mínimo dano aos tecidos moles circunjacentes, preservação da dentição e retorno a função de maneira rápida e eficiente (Piermattei et al., 2009). Existem vários



métodos para estabilização mandibular como: fixadores externos, resinas acrílicas, fio metálico e placas (Piermattei et al., 2009; Johnson, 2013).

Dentre todos os métodos de osteossíntese, as placas ósseas apresentam vantagens sobre os demais, pois podem ser usadas em fraturas complexas e/ou bilaterais, restabelecem de maneira perfeita a oclusão e o realinhamento dos focos de fratura e por se tratar de uma fixação interna os implantes não ficam expostos (Piermattei et al., 2009). Entretanto sua colocação exige material específico, cuidados no descolamento muscular regional e atenção no posicionamento dos implantes, para não causar lesão às raízes dentárias, (Wiggs e Lobprise, 1997, Piermattei et al., 2009).

### 2.3.1 PLACAS ÓSSEAS

A fixação interna foi idealizada por Hansmann, que em 1886 criou um método de estabilização de fraturas utilizando placas metálicas banhadas com níquel e hastes cônicas, que eram posicionados em furos presentes nas placas. Porém as hastes ficavam expostas (Figura 5) e eram removidas após oito semanas de fixação. Em seus estudos Hansmann tratou dois pacientes com fraturas mandibulares, sendo o primeiro cirurgião a utilizar a fixação interna em fraturas mandibulares (Hansmann, 1886).

O termo osteossíntese foi utilizado pela primeira vez pelo cirurgião belga Lambotte em 1907. Lambotte é considerado o pai da fixação interna moderna, pois inovou as placas criadas por Hansmann adicionando ouro, prata, alumínio, cobre e latão a composição das placas ósseas para evitar a metalose. Também modificou os parafusos tornando-os cilíndricos e auto atarraxantes. Porém, eram comuns os problemas de não união, quebra de implantes, necrose e formação de pseudoartroses, pois as placas não permitiam a aproximação adequada dos fragmentos, levando o método a ser questionado e a preferência dos médicos pelo tratamento conservador.

As placas ósseas compressivas foram idealizadas por Collins (1920), que criou placas com furos alongados para inserção dos parafusos, possibilitando assim a aproximação dos focos de fratura. O cirurgião belga Denis (1949) foi o primeiro a utilizar as placas compressivas com sucesso. Ele

percebeu que a força perpendicular exercida pelo parafuso fazia a placa ser pressionada sobre o osso, levando à estabilidade óssea. Ele notou que radiologicamente os pacientes não apresentavam formação de calo ósseo e introduziu o termo de cicatrização primária óssea na ortopedia.

Luhr (1968) estudou as fraturas mandibulares e criou uma placa semelhante a um cano serrado no sentido longitudinal, fixada à porção ventral da mandíbula e que possibilitava ao paciente falar, mover a mandibular e até ingerir dietas líquidas. Como os parafusos eram localizados na lateral da placa, não havia lesão as raízes dentárias, e a fixação era realizada de maneira bicortical, surgindo assim à primeira placa para uso exclusivo em fraturas mandibulares (Figura 6).

Os cirurgiões Brons e Boering (1970) utilizaram, em mandíbula placas para operações em falanges, conhecidas como mini placas compressivas. Em 1999 foram criadas as mini placas bloqueadas, onde as cabeças dos parafusos eram fixas nos furos da placa Gutwald (2003), em um ensaio in vitro com mandíbulas humanas, demonstrou que o sistema bloqueado apresentava resistência biomecânica até três vezes maior que o sistema compressivo.

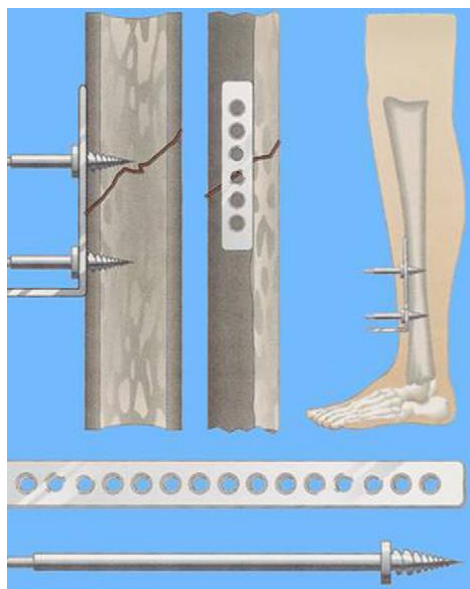


Figura 5- Sistema de fixação interna criado por Hansmann em 1886. Os parafusos em forma de cone ficavam com suas hastes expostas para serem removidas após a consolidação óssea. (FONTE: Hansmann, 1886)

As placas ósseas mais usadas atualmente na Medicina Veterinária atuais são de aço inoxidável 316L. Existe uma grande quantidade de tamanhos

e formatos (retas, anguladas, reconstrutivas e semilunadas), com efeito neutro ou compressivo, uni ou bicortical e com ou sem bloqueio entre o parafuso e a placa. No caso das fraturas mandibulares, as placas ósseas mais utilizadas são as retas, bicorticais compressivas. As placas ósseas são vantajosas em relação aos outros implantes porque quando colocadas de maneira correta, resistem bem às forças de ruptura (compressão, flexão, cisalhamento, tensão e rotação) aplicadas sobre o foco de fratura, e permitem o rápido retorno à função biológica (Verstraete, 2003).

As placas de neutralização (Figura 7) mantêm um íntimo contato entre os fragmentos ósseos levando assim a consolidação óssea primária. A estabilidade deste sistema ocorre pelo contato entre a superfície óssea e a placa (Figura 8), (Haaland et al., 2009). Quando utilizadas em ossos chatos e finos, as placas de neutralização apresentam pouca força de fixação do parafuso em relação ao osso, podendo levar a desestabilização da fratura, sendo essa a principal razão desse tipo de fratura ser tratada de maneira conservadora (Verstraete, 2003). Por exercer pressão sobre o perióstio, as placas compressivas causam lesão à vascularização periosteal e quando utilizadas em locais com contaminação favorecem a formação do biofilme bacteriano predispondo infecção bacteriana da região (Verstraete, 2003).

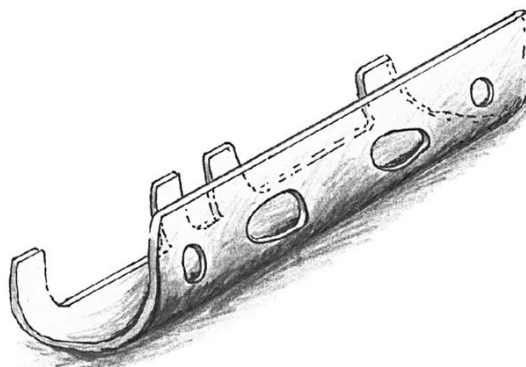


Figura 6 – Desenho esquemático da primeira placa óssea desenvolvida exclusivamente para o uso em mandíbula.



Figura 7 – Imagem fotográfica de uma placa neutra com 4 furos

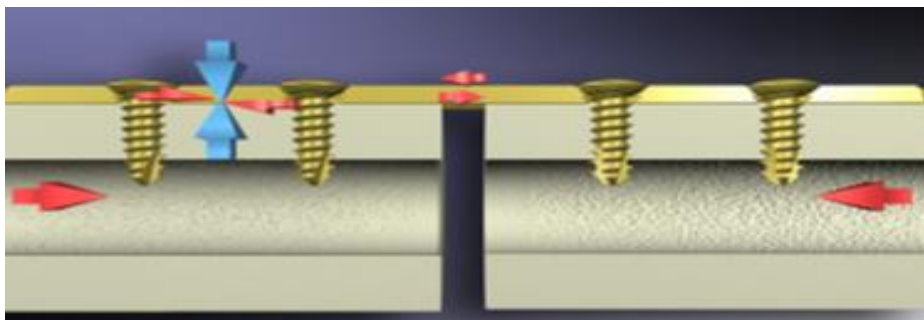


Figura 8 - No sistema de placas de neutralização a estabilidade dos fragmentos é fornecida pela pressão da placa sobre o osso (setas azuis). As forças que agem sobre a fratura são transmitidas diretamente para a placa óssea (setas vermelhas) (FONTE: GUTWALD e SCHMELZEISEN, 2003).

A placa bloqueada (Figura 9) apresenta grande força de fixação óssea quando comparada à placa convencional, e tem sido utilizada com sucesso em pessoas com osteoporose e no manejo de fraturas de ossos chatos e finos (Gautier, 2003; Tan, 2009). Diferentemente da placa convencional, em que há a compressão do parafuso sobre a placa e da placa sobre o osso, no sistema bloqueado há o encaixe entre a cabeça do parafuso e a placa, causando assim menor dano vascular a região periosteal (Ferrigno et al., 2007) e possibilitando a utilização do sistema em locais com contaminação (Xiong et al., 2008; Haaland et al., 2009). A interação fixa entre o parafuso e a placa faz com que ocorra a estabilidade angular, assim, a posição dos parafusos não muda em relação à posição do implante por estarem parafusados na placa (Figura 10). A movimentação independente entre os componentes faz com que a desestabilização da fratura só ocorra se todos os parafusos de um fragmento se soltarem (Haaland et al., 2009).



Figura 9 - Imagem fotográfica de uma placa bloqueada 2,7mm.



Figura 10 - Local onde os parafusos se encaixam no sistema bloqueado.

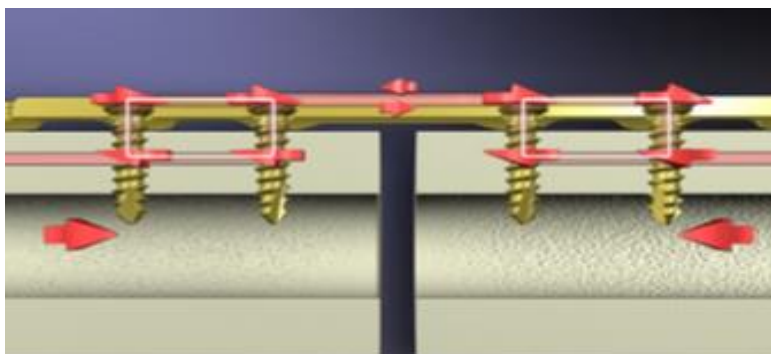


Figura 11 - No sistema de placas bloqueadas, as forças que agem sobre a fratura passam do osso para os parafusos, dos parafusos para a placa e depois voltam para os parafusos fixos na placa (setas vermelhas) levando a estabilidade angular (FONTE: GUTWALD e SCHMELZEISEN , 2003).

O posicionamento correto da placa sobre o osso é ponto chave para o sucesso do tratamento. Os ossos estão constantemente sofrendo forças desiguais de compressão e tensão, ou seja, enquanto um lado está sob tensão (distanciamento) o lado contralateral está sob compressão (Figura 12). Por esse motivo, quando há uma fratura, as placas devem sempre ser aplicadas na área de tensão óssea (Figura 13A) causando compressão contralateral, caso contrário irá ocorrer falha do implante na estabilidade óssea (Figura 13B). Esse princípio é denominado bandas de tensão.

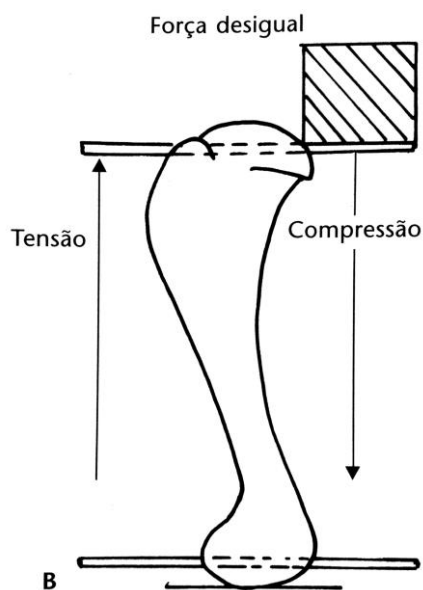


Figura 12 – Sempre que um dos lados do osso sofre compressão o lado contra lateral sofre tensão. (FONTE: Denny e Butterworth, 2006).

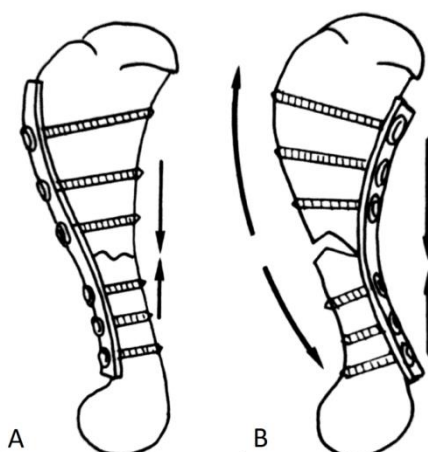


Figura 13 – A: A placa deve ser posicionada sobre a área de tensão para causar compressão contralateral. B: Se posta na área de compressão (B), ocorrerá falha na estabilidade dos implantes.

Para sua correta utilização em mandíbulas as placas devem ser posicionadas na borda ventral, evitando assim lesão nas raízes dentárias e estruturas presentes no canal mandibular (Glyde e Lidbetter, 2003). Por esse motivo as placas são fixadas na superfície lateral da mandíbula, próximo à borda lateral, onde há menor risco de lesão (Figura 14). Apesar de biomecanicamente não ser o local ideal, sua aplicação nessa região apresenta resistência suficiente para que ocorra a cicatrização correta da fratura (Glyde e Lidbetter, 2003; Denny e Butterworth, 2006;).

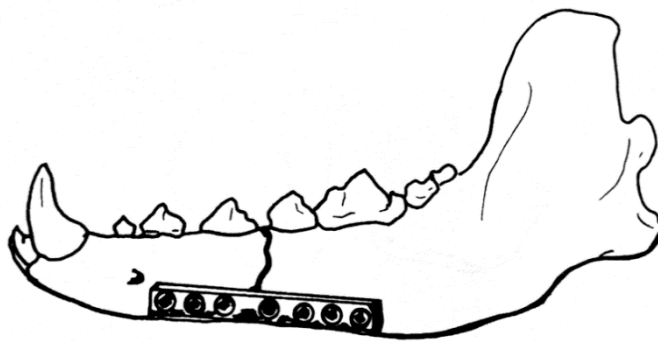


Figura 14 - A placa deve ser posicionada na face lateral e próxima à borda ventral da mandíbula do cão para evitar dano às raízes dentárias e estruturas presentes no canal mandibular (FONTE: Denny e Butterworth, 2006).

### 3. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi comparar a resistência mecânica de fraturas oblíquas realizadas entre o 2º e 3º pré-molares em mandíbulas de cães, estabilizadas com placas compressivas e placas bloqueadas.

#### 3.1 MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletadas oito mandíbulas sem alterações anatômicas de cadáveres de cães com peso variando entre 15 e 25 kg. As causas de morte não estavam relacionadas a doenças que poderiam comprometer a mandíbula e eram provenientes do Laboratório de Patologia Veterinária da Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

A preparação das mandíbulas envolveu a remoção de todo o tecido mole, exceto a mucosa gengival. As mandíbulas foram seccionadas em hemimandíbulas por disjunção da sínfise mandibular. Em seguida foram realizadas osteotomias, mimetizando uma fratura desfavorável, com o auxílio de uma serra circular Dremmel, entre o 3º e 4º pré-molares em um ângulo de aproximadamente 40º graus.

Até o dia do experimento as hemimandíbulas foram mantidas congeladas a temperatura de -60ºC, sendo descongeladas 24 horas antes do

experimento e mantidas umedecidas com solução fisiológica a 0,9% para evitar a dessecação da peça.

A estabilização das fraturas foi realizada utilizando-se placas de neutralização (Figura 15) e placas bloqueadas (Figura 16) posicionadas na borda lateroventral das hemimandíbulas. Seguindo as orientações da AO orthopedics, foram utilizados parafusos corticais, fixados de maneira bicortical.

As hemimandíbulas foram distribuídas em 2 grupos: Grupo 1 recebendo estabilização com placa neutra (n=8) e Grupo 2 (n=8) com placa bloqueada.

No Grupo 1 foi realizada estabilização da fratura utilizando placa de 2.7 mm com 6 parafusos, sendo 3 bloqueios rostrais e 3 bloqueios caudais à linha de fratura, utilizando-se parafusos ósseos corticais fixados de maneira bicortical. No Grupo 2 a fratura foi estabilizada utilizando-se os mesmos princípios do grupo 1, porém foram utilizadas placas e parafusos bloqueados. Não foi realizada compressão do foco de fratura em nenhuma dos grupos.

A resistência foi testada com o auxílio de uma máquina de ensaio universal do modelo EMIC DL500 (Figura 17) do Laboratório de Caracterização e Ensaio de Materiais da Escola de Engenharia Mecânica da Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

Uma peça em aço desenvolvida por Lewicki (2012) foi utilizada para fixação das peças anatômicas durante os testes (Figura 18). As mandíbulas foram fixadas com dois parafusos posicionados no ângulo mandibular (Figura 19).



Figura 15 – Mandíbula de cão estabilizada com placa de neutralização.





Figura 16 – A placa bloqueada posicionada na região ventro lateral da hemimandíbula canina.



Figura 17 – Equipamento para ensaios universais modelo EMIC DL500.



Figura 18 – Peça metálica desenvolvida para fixação das hemimandíbulas caninas.

Após a fixação da hemimandíbula na peça metálica o conjunto era submetido à análise do aparelho DL500, no qual uma força de 20 mm/min era exercida sobre os dentes incisivos até que houvesse ruptura do implante e/ou da hemimandíbula (Figura 19).

Enquanto a força era aplicada sobre a hemimandíbula um computador registrava a força aplicada, na unidade quilos força (Kgf), e a deformação sofrida pelo implante, em milímetros, até sua ruptura. Ao final do teste, um gráfico representava a força máxima e o quanto a peça deformou.



Figura 19 – Hemimandíbula de cão posicionada para o teste biomecânico. Nota-se a força sendo aplicada sobre os dentes incisivos.

### 3.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística utilizada foi o teste T para a resistência mecânica entre as placas compressivas e placas bloqueadas.

### 3.3 RESULTADOS

A resistência à tração vertical no grupo 1 foi de  $21,08 \pm 9,766$  kgf e no grupo 2 foi de  $25,96 \pm 7,029$  kgf, porém, não ocorreu diferença significativa entre os dois grupos ( $P=0,135799$ ). A deformação no grupo 1 ( $9,26 \pm 1,16$ mm) foi menor que a do grupo 2 ( $10,77 \pm 1,35$ mm), e também não ocorreu diferença significativa entre os dois grupos ( $P= 0,4146$ )

No grupo 1 a perda de estabilidade ocorreu por fratura óssea do corpo mandibular em uma peça, avulsão do 1º parafuso caudal a linha a fratura em duas peças e fissura horizontal em cinco peças (Figura 20).



Figura 20 – Fissura óssea (seta) do corpo da hemimandíbula de cão estabilizada com placa compressiva.

No grupo 2 a falha dos implantes ocorreu por fissura óssea do fragmento caudal a linha de fratura em sete peças anatômicas (Figura 21) e por deformação do implante em uma peça anatômica.



Figura 21 – A imagem indica o padrão de falha ocorrido no grupo 2. Ocorreu fratura do osso mandibular(seta) no fragmento caudal a linha de fratura

Grupo 1	Força Máxima (Kgf)
Mandíbula 1	22,7
Mandíbula 2	24
Mandíbula 3	8,3
Mandíbula 4	6,8
Mandíbula 5	19,3
Mandíbula 6	36,3
Mandíbula 7	22,8
Mandíbula 8	28,4
Média	21,08

Tabela 1 – A tabela demonstra a força máxima de rupturas das hemimandíbulas do grupo 1.

Grupo 2	Força Máxima (Kgf)
Mandíbula 1	15,7
Mandíbula 2	25,2
Mandíbula 3	21,1
Mandíbula 4	26,7
Mandíbula 5	24,9
Mandíbula 6	22,3
Mandíbula 7	37,1
Mandíbula 8	34,7

Tabela 2 – A tabela demonstra a força máxima de ruptura das hemimandíbulas do grupo 2.

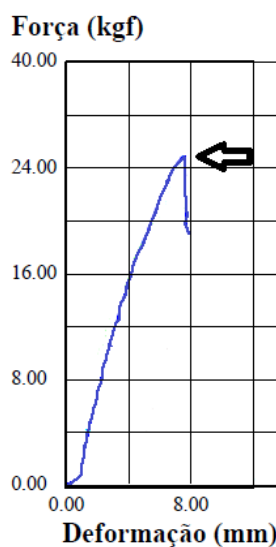


Figura 22 – Imagem do gráfico montado pelo equipamento EMIC DL500 durante os testes biomecânicos na velocidade de 20 mm/min. A seta indica o ponto de ruptura dos implantes.

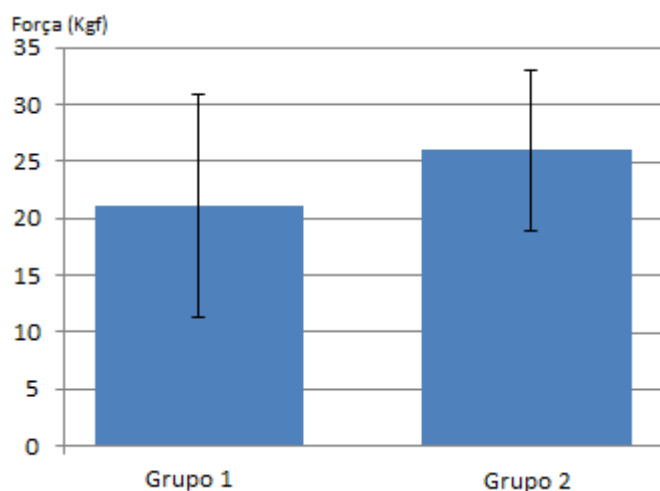


Figura 23 – O grupo 1 obteve resistência média de  $21,08 \pm 9,766$  kgf e o grupo 2 obteve resistência média de  $25,96 \pm 7,029$  kgf. \* $P < 0,05$  = Diferença estatística.

### 3.4 DISCUSSÃO

Há uma grande quantidade de métodos para correção de fraturas mandibulares em cães, porém não há uma técnica que possa ser aplicada em todos os casos (Verstraete, 2003). A fixação interna com placas ósseas é um método que possibilita sua utilização em fraturas simples ou complexas, uni ou bilaterais. Sua desvantagem é a necessidade de materiais específicos para sua

utilização, grande descolamento de tecidos moles e alto custo quando comparado às outras técnicas disponíveis (Johnson, 2013).

Os resultados obtidos na comparação de resistência mecânica entre placas compressivas e placas bloqueadas na estabilização de fraturas em corpo mandibular, não apresentou diferença estatística, mostrando que ambas podem ser utilizadas para estabilização de fraturas mandibulares.

Em nosso estudo as causas de falha do implante no grupo 1 foram à avulsão de parafusos (n=2), fissura óssea (n=5) e fratura óssea (n=1). Estes resultados não estão de acordo com o encontrado por Miller (2011) que comparou a resistência mecânica de placas compressivas e placas bloqueadas em ramo mandibular de cão e obteve a avulsão dos parafusos como principal causa de falha do implante no grupo de placas compressivas. Egol et al. (2004) apontam como principal causa de falha das placas compressivas é a pouca pressão que os parafusos exercem sobre a placa, levando à migração dos implantes. Entretanto, no presente estudo observou-se que, apesar do corpo mandibular apresentar pouco tecido ósseo disponível, a força gerada pelos parafusos foi suficiente para causar a fissura do osso e não a avulsão dos parafusos. Em comparação ao corpo mandibular, o ramo da mandíbula apresenta menos tecido ósseo disponível para a fixação dos parafusos, sendo essa a provável razão pela avulsão dos parafusos no estudo de Miller.

No Grupo 2 a falha dos implantes ocorreu por fissura óssea (n=7) e por deformação da placa (n=1), estando de acordo com o descrito por Miller (2011), que em seu experimento, no qual o grupo estabilizado com placas bloqueadas, teve a fissura óssea como a principal causa de falha da estabilidade. Tan e Balogh (2009) e Kowaleski (2009) descreveram que a estabilidade angular, oferecida pelas placas bloqueadas, só leva a desestabilização se ocorrer fratura completa ou incompleta (fissura) ou quebra da placa ou dos parafusos.

A fissura óssea ocorrida no experimento se deve provavelmente ao fato de que os implantes possuem maior resistência à compressão mecânica que o próprio osso mandibular e que a porção caudal a linha de fratura é a região de maior fragilidade, sendo talvez necessária a colocação de uma placa maior com mais parafusos fixos nessa região.

Miller et al (2011) comparou a resistência mecânica entre placas compressivas e bloqueadas em ramo mandibular e encontraram resistência média de 76,1kgf para as placas bloqueadas e 48,31kgf para as placas compressivas, demonstrando a superioridade do sistema bloqueado para fraturas em ramo mandibular.

Kitshoff et al (2013) compararam dois métodos de estabilização mandibular, métodos de stout loop e crossover, que utilizam resina acrílica e fio de aço interdental, em fraturas realizadas em hemimandíbulas com fratura entre o 4º pré molar e o 1º molar. No método de crossover encontrou resistência média de 8,6kgf e no método de stout loop a resistência média foi de 5,6kgf, demonstrando a baixa resistência quando comparadas ao sistema de placa e parafuso.

Lewicki (2013) avaliou a resistência de hemimandíbulas submetidas à tração vertical, estabilizadas com resina acrílica associada ao fio metálico interdental (método de stout loop), placa compressiva e fixação externa em hemimandíbulas de cães e encontrou como resultados a resistência de 44,67kgf, 9 kgf e 8,56kgf respectivamente. Os resultados encontrados por Lewicki, na utilização de resina acrílica associada ao fio metálico interdental, diferiram de Kitshoff (2013) provavelmente pela quantidade de acrílico utilizado para a estabilização. A resina em grande quantidade apresenta maior resistência provavelmente por ser posicionada no local onde a mandíbula sofre tensão, sendo este o local ideal.

Lewicki (2013) usando placas de neutralização encontrou em seu estudo força de resistência de 9kgf, no presente estudo a força de resistência foi de 21,08 kgf. Esta diferença pode estar relacionada à fixação ter sido feita de maneira bicortical.

Rahal et al.(1998) compararam a resistência à compressão mecânica de hemimandíbulas íntegras e hemimandíbulas osteotomizadas entre o 2º e 3º pré-molares estabilizadas com fio de aço interdental associada à resina acrílica dental e cerclagem inter fragmentar associada com resina acrílica. Os autores observaram resistência média de 48.26kgf para as mandíbulas íntegras, 15,9kgf para a resina acrílica associada a fio de aço interdental e 3,38kgf para cerclagem inter fragmentar associada à resina acrílica.

Neste experimento os autores encontraram valor de 48,25kgf para mandíbulas íntegras, diferindo do encontrado por Lewicki (2013) que encontrou a resistência para mandibular íntegras o valor de 102 kgf. Essa diferença sugere que o tamanho dos animais interfere na resistência óssea dos mesmos, pois Rahal et al utilizaram animais com peso até 17 kg, enquanto que Lewicki utilizou animais com peso entre 20 e 25kg.

Os valores encontrados por Rahal et al. (1998) e Lewicki (2013) para mandíbulas íntegras sugerem que apesar do método de placa e parafuso apresentar maior resistência à compressão que os outros métodos de estabilização, ainda são necessários cuidados pós-operatórios como utilização de dietas líquidas.

A resina acrílica é o único método de estabilização que pode ser aplicado na região ideal de estabilização mandibular (bordo alveolar) sem causar danos as raízes dentárias, porém apresenta baixa resistência a compressão se quebrando facilmente como demonstrado por Kitshoff et al (2013). Em seu trabalho Lewicki (2012) utilizou uma grande quantidade de resina e obteve resultados de resistência superiores a todos os outros métodos já testados, mostrando a importância do posicionamento correto dos implantes.

O maior tamanho, comprimento e distância entre os parafusos que o sistema bloqueado apresentou não foram suficientes para gerar maior resistência, mostrando que em fraturas em corpo de mandíbula não são necessários materiais com grandes dimensões.

O sistema de placas bloqueadas possui maior custo se comparado ao sistema de placa neutralização, podendo chegar ao triplo do valor de mercado. Como o demonstrado neste experimento, em cães de 15 a 25 kg não há diferença na resistência mecânica entre os dois métodos de estabilização, portanto neste quesito, não há necessidade de investimento em placa bloqueada, porém a maioria das fraturas mandibulares são abertas (Piermatei et al., 2009) e conseqüentemente são contaminadas pela flora da cavidade oral.

Atualmente testes de fadiga vêm sendo utilizados para comparação entre materiais. A maior resistência que as placas bloqueadas apresentam em relação às placas de neutralização, sugerem que se este



estudo fosse realizado com testes a fadiga, provavelmente as placas bloqueadas apresentariam maior resistência.

As placas de neutralização não são indicadas em áreas contaminadas pela possibilidade de formação de biofilme que favorece o isolamento de colônias bacterianas, restando em princípio, o uso exclusivo de placas bloqueadas em fraturas mandibulares abertas. Todavia, raramente ocorre osteomielite mandibular devido à alta vascularização sanguínea de toda a cavidade oral, o que permite abundante migração de células de defesa e altos níveis de antimicrobianos caso estes seja usados.

Como cada fratura apresenta-se de maneira única cabe ao cirurgião ortopedista optar pelo método de estabilização mais apropriado para cada situação.

#### **4 .CONCLUSÃO**

Do ponto de vista biomecânico, em cães de 15 a 25 kg, não há diferença entre a utilização de placas compressivas ou bloqueadas em fraturas envolvendo o corpo da mandíbula. Porém para sua utilização clínica fatores como doença periodontal, contaminação local, tipo de fratura e fatores econômicos devem ser avaliados para determinar qual dos métodos devem ser empregados.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brons R, Boering G: Fractures of the mandibular body treated by stable internal fixation: a preliminary report. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 1970. 28: 407 – 415.

Bos RRM; Rozema FR; Boering G; Nijenhuis AJ; Pennings AJ; Verwey AB. Bio-absorbable plates and screws for internal fixation of mandibular fractures. *International Journal of Oral Maxillofacial Surgery*. 1989. 18: 365 -369.

Boudrieau RJ; Kudisch M. Miniplate fixation for repair of mandibular and maxillary fractures in 15 dogs and 3 cats. *Veterinary Surgery*. 1996. 25:277-291.

Collins A: New fracture band. *Journal of American Medical Association*. 1920. 74: 950-951.

Danis R: *The´orie et pratique de i´oste´osynthe`se*. Paris: Masson, 1949.

Denny HR, Butterworth SJ. *Cirurgia ortopédica em cães e gatos*. 4ª edição. Roca, 2006, p.128-137.

Dyce KM, Sack WO, Wensing WO. *Textbook of veterinary anatomy*. 3rd edition. Philadelphia: WB Saunders; 2002. p. 113–120.

Egger EL; Skull and mandibular fractures. In: Sllater DH (ed): *Text book of small animal surgery*, 2nd ed. WB Sauders, Philadelphia, 1993, p 1910.

Egol K, Kubiak E, Fulkerson E, et al: Biomechanics of locked plates and screws. *Journal of orthopadics Trauma* 2004. 18: 488 – 493.

Ferrigno CR.A, Ito KC, Romano L, Della nina MI, Ferraz VCM. Emprego clinico de placas osseas bloqueadas em fraturas cominutivas de femur em cães. Primeiros relatos de utilização na ortopedia veterinária nacional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINARIA, 2007, Santos, São Paulo, CD.

Fagan DA. Diagnostic and tratmente planning. In: Frost P, ed. *Veterinary Clinics of North America*. 1986. 16(5): 789.

Freitag V, Landau H. Healing of dentate or edentulous mendibular fractures treated with rigid or semirigid plate fixation - an experimental study in dogs. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*. 1996. 24: 83-87.

Gautier E, Sommer C. Guidelines for the clinical application of the LCP. *Injury* (suppl2) 2003. 34:63-76.

Gioso MA, Carvalho VGG. Oral anatomy of the dog and cat in veterinary dentistry practice. *Veterinary clinics of small animal practice*. 2005. 35: 763 - 780.

Glyde, M, Lidbetter, D. Management of fractures of the mandible in small animals. *In Practice*. 2003;25:570-585

Gomes C; Gouvêa AS, Alevi MM, Contesini EA, Pippi NL. Miniplacas de titânio na redução de fraturas mandibulares em cães e gatos: estudo de seis casos. *Ciência Rural*. 2001. 40(5):1128-1133.

Gutwald R, Alpert B, Schmelzeisen R: Principle and stability of locking plates. *Keio Journal of Medicine*. 2003, 52:21.

Haaland PJ, Ssjostrom L, Devor M, Haug A. Appendicular fracture repair in dogs using the locking compression plate system: 47 cases. *Veterinary and Comparative Orthopedics Traumatology*. 2009. 22 (4): 309-315.

Hansmann C: Eine neue Methode der Fixirung der Fragmente bei omplicierten Frakturen. *Verh Dtsch Ges Chir*. 1886. 15: 134 – 136.

Harvey CE, Emily PP. Function, formation, and anatomy of oral structures in carnivores. In: *Small animal dentistry*. St. Louis: Mosby; 1993. 10 - 3.

Kern DA, SmithMM ,Stevenson S, et al. Evaluation of three fixation techniques for repair of mandibular fractures in dogs. *Journal of American Veterinary Medical Association*. 1995. 206(12):1883–1890.

Klaus C, Vogt C, Lischer C. Mandibular Corrective Osteotomy Using Novel Locking Compression Plate 3.5/4.5/5,0 mm Mataphyseal Plates. *Veterinary Surgery*. 2013. 42: 984–988.

Kowaleski M: Locking plate systems: SOP amd ALPS. *Proc Spring Scientific Meeting of the British Veterinary Orthopaedic Association, Birmingham, UK, 2009, 4 – 9.*

Kitshoff AM, Rooster H, Ferreira SM, Burger D, Steenkamp G. The comparative biomechanics of the reinforced interdental crossover and the Stout loop composite splints for mandibular fracture repair in dogs. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology* 2013; 26: 461–468.

Johnson AL. Management of specific fractures. In: Fossum TW: *Small Animal Surgery* (ed4). St. Louis Missouri, 2013. p. 1106 – 1214.

Lambotte A: *Le traitement des fractures*. Paris: Masson, 1907

Legendre L. Maxillofacial fracture repairs. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. 2005. 35: 985-1008.

Luhr HG: Zur stabilen Osteosynthese bei Unterkieferfrakturen. *Dtsch Zahna"rztl Z* 223: 754, 1968

Lewicki NE. Avaliação biomecânica "in vitro" de osteossíntese mandibular em cães. 2012. 54p. Mestrado em Ciência Animal. Curitiba, 30 de agosto de 2012.

Lopes FM, Gioso MA, Ferro DG et al. Oral fractures in dogs of Brazil: a retrospective study. *Journal of Veterinary Dentistry*. 2005 .22 (2): 86-90.

Miller EI, Acquaviva AE, Eisenmann DJ, Stone RT, Kraus KH. Perpendicular Pull-Out Force of Locking Versus Non-Locking Plates in Thin Cortical Bone Using a Canine Mandibular Ramus Model. *Veterinary Surgery* 40, 2011.p. 870–874

Piermattei DL, Flo GL, DeCamp CE. Ortopedia e tratamento de fraturas de pequenos animais, 4ªed. Elsevier, 2009, p 815 – 834.

Rahal SC, Franciscone PA, Iwabe S; Soares FP. Métodos de fixação de fraturas mandibulares em cães: resistência mecânica a compressão. *Ciência Rural*, v.28, n.3, 1998. 432-434.

Roe S. Fixação interna das fraturas. in Sllater D (ed): *Textbook of small animal surgery* (ed 3), Vol 2. Philadelphia, PA, Saunders, 2003, 1798-1818.

Rozema FR; Bos RRM; Boering JW; Leenslag JW; Pennings AJ. Experimental fractures of the mandibular body of sheep and dogs. A new technique. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 1989. 27: 163-168.

Rudy RL, Boudrieau RJ. Maxilofacial and mandibular fractures. *Seminars in Veterinary Medicine and Surgery of Small Animal* 7:3, 1992.

Smith M, Kern D: Skull trauma and mandibular fractures. *Veterinary Clinics of North America Small Animal Practiuce*, 1995;25. p1127–1148

Tan S, Balogh Z. Indications and limitations of locked plating. *Injury* 2009. 40:683-691.

Tholen MA. Concepts in: *Veterinry Dentistry*. Edwardsville KS: *Veterinary Medicine Publishing CO*; 1983: 135.

Umphlet RC, Johnson AL. Mandibular fractures in the dog: a retrospective study of 153 cases. *Veterinary Surgery*, 1990;19(4):272–275.

Verstraete FJM, Ligthelma AJ. Dental trauma cause by screws in internal fixation of mandibular osteotomies in the dog. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*. 1992. 5:104.

Verstraete FJM. Maxillofacial fractures, in Sllater D (ed): *Textbook of small animal surgery* (ed 3), Vol 2. Philadelphia, PA, Saunders, 2003, 2190-2207.

Verstraete FJM. Self-assessmente color review of veterinary dentistry. Ames: Iowa State. University press. 1999, 80 – 99.

Wiggs RB; Lobprise HB. Oral anatomy and physiology. In: *Veterinary dentistry. Principle and practice*. Philadelphia: Pillincott – Raven. 1997, 77-79.

Xiong Y, Zhao Y. Wang Z ;Du Q; Chen W.; Wang A. Comparison of a new minimum contact locking plate and limited contact dynamic compression plate in an osteoporotic fracture model. *International Orthopaedics*. 2008. 33(5): 1415-1419.