

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO

DIANA MARITZA CONTRERAS GONZALEZ

**Avaliação *in vitro* da resistência de três tipos de fixação para
tratamento de fraturas de ângulo mandibular**

Versão corrigida

Ribeirão Preto - SP

2015

DIANA MARITZA CONTRERAS GONZALEZ

**Avaliação *in vitro* da resistência de três tipos de fixação para
tratamento de fraturas de ângulo mandibular.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia (Periodontia), área de concentração Cirurgia Buco-Maxilo-Facial, da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Elias Trivellato

Ribeirão Preto - SP

2015

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Catálogo da Publicação
Serviço de Documentação Odontológica
Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo

Gonzalez, Diana Contreras

Avaliação *in vitro* da resistência de três tipos de fixação para tratamento de fraturas de ângulo mandibular / Dana Contreras Gonzalez; Orientador: Alexandre Elias.Trivellato. - Ribeirão Preto-SP, 2015. Versão corrigida da Dissertação. A versão original se encontra disponível na Unidade que aloja o Programa.

45 p.: il.; 30cm

Dissertação de Mestrado, apresentada à Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto/USP. Área de concentração: Cirurgia Buco-Maxilo-Facial.

1. Fratura mandibular. 2. Parafusos Ósseos. 3. Placas Ósseas. 4. Placa 3D.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Gonzalez, Diana Contreras

Avaliação *in vitro* da resistência de 3 tipos de fixação para tratamento de fraturas de ângulo mandibular.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia (Periodontia), área de concentração Cirurgia Buco-Maxilo-Facial, da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Odontologia.

Aprovado em: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

DEDICATORIA

À minha mãe, com muito amor e gratidão, pela paciência, compreensão, incansável apoio, amor incondicional e presença constante em todos os momentos de minha vida, meu exemplo de vida e inspiração.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela sua presença em minha vida, por iluminar meu caminho, colocando sempre anjos que me ajudaram e fizeram minha vida muito mais simples.

Ao Leonardo, pelo apoio e por acreditar sempre em mim.

À minha família Contreras-Diaz, Gonzalez-Alvarez e Lopez-Gutierrez pela força, apoio e incentivo constante para continuar e nunca desistir.

Ao Professor Alexandre Elias Trivellato, muito obrigada pela orientação, sempre paciente, me ajudando quando precisei e com uma palavra de conforto e sensatez nos momentos difíceis. Seus ensinamentos contribuíram para o meu crescimento pessoal e profissional.

Ao Professor Cássio Edvard Sverzut, pela paciência, disponibilidade, conhecimentos transmitidos e pela oportunidade de aprender ao seu lado.

Minha gratidão e admiração aos Professores Alexandre Elias Trivellato e Cássio Edvard Sverzut, exemplos de dedicação e paixão pelo que fazem.

Agradeço também, ao Prof. Adalberto Luiz Rosa, pela confiança em mim depositada antes mesmo de chegar em Ribeirão Preto, me dando total apoio e credibilidade para fazer parte desta instituição.

Ao Alexander Tadeu Sverzut, Priscila Faleiros Bertelli Trivellato e Elis Cristina Sousa Serra, por me permitir participar das clínicas fazendo de cada dia um aprendizado.

Ao Professor Márcio Beloti, Samuel Porfirio Xavier, Paulo Tambasco, Mario Taba Junior, e a Prof^a Karina Fittipaldi Bombonato Prado, por todo aprendizado durante as disciplinas e pela contribuição em minha formação.

Às funcionárias do Departamento de Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Facial e Periodontia: Tatiana Angeli Passo Fernandes, Aparecida Dulce de Oliveira Negreti e Carla Daniela Lima da Silva, por me ajudarem de forma inestimável em todos os momentos que necessitei, foram meus anjos.

À Universidade de São Paulo (USP) e à Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto FORP-USP pela oportunidade concedida no desenvolvimento das minhas atividades na pós-graduação e na minha pesquisa.

Ao LIPEM – Laboratório Integrado de Pesquisa de Biocompatibilidade de Materiais, Departamento de Materiais Dentários e Prótese, da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto - Universidade de São Paulo, pela disponibilidade de realização dos experimentos.

Aos funcionários do LIPEM, Edson Volta e Ricardo de Souza Antunes, pelo auxílio na realização da pesquisa.

Ao Eduardo Medeiros por toda ajuda durante o desenvolvimento deste trabalho e disponibilidade.

Aos meus colegas da residência Eduardo Jacob, Rafael Tajra, Rafael Ramos, Luiz Fernando Gracindo, André Geron, Fernando Pires, Bruno Marinheiro, muito obrigada pela paciência, ajuda e pelos momentos compartilhados durante estes anos de convívio, em especial a Patrick Osborne pela acolhida desde o primeiro dia, pela amizade e por me ajudar sempre de forma incondicional.

Aos meus colegas do mestrado Rafael Tajra, Erick Ricardo Silva, Daniel Costa, Heitor da Silva, Guilherme Spagnol, Eduardo Medeiros, Marco Yamaji, Rafael Dias, Felipe Senh, Helena Lopes, Gileade Freitas e Evandro Neto, pela convivência e ajuda concedida em todos os momentos que precisei nestes anos.

Aos funcionários e colegas do laboratório de cultura de células, pela amizade, paciência e disponibilidade.

Á Larissa Moreira Spínola de Castro-Rauci, por toda ajuda durante a realização deste trabalho e a disponibilidade para me ajudar, sempre com um sorriso, fazendo dessa jornada mais leve.

Á Emanuela Prado Ferraz, Thiago de Santana Santos. Obrigada pela atenção, paciência, por compartilhar seus conhecimentos de uma maneira tão generosa e por me ajudar sempre que precisei.

A todos os meus amigos e amigas por serem a família que a vida não me deu, mas que eu escolhi, obrigada por ser minha força e meu maior motivo para sorrir, obrigada pela acolhida, pelo carinho, pela amizade e os momentos compartilhados sobretudo, por estarem sempre ao meu lado.

Ás Famílias Carvalho Vital e Mendonça Abud que abriram as portas de seus lares e me permitiram sentir o calor da família brasileira.

Agradeço à vida por ter conhecido um país magnífico como o Brasil que me presenteou com pessoas tão maravilhosas ao meu redor, me apoiando e que se tornou a minha segunda casa, uma verdadeira família.

Ao programa PEC-PG/CNPq pela concessão da bolsa de mestrado e pelo auxílio durante a pós-graduação.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

As fraturas do ângulo mandibular são muito frequentes dentre as fraturas mandibulares e uma das formas de tratamento é a utilização de fixação interna com placas e parafusos. Neste estudo o objetivo foi avaliar comparativamente a resistência de três tipos de fixação em réplicas de mandíbula de poliuretano. Foram utilizadas 63 mandíbulas dentadas, submetidas a seccionamento simulando uma fratura linear desfavorável de ângulo mandibular esquerdo. As fixações foram realizadas com placas do sistema 2,0 mm, a saber: uma placa reta de quatro furos, uma placa reta de quatro furos com extensão (ponte) e uma placa 3D 4 furos. Cada grupo (n = 21) foi submetido ao teste de resistência linear com aplicação de carga no sentido súpero-inferior em três pontos distintos da mandíbula, de modo não simultâneo (região do primeiro molar ipsilateral à secção, primeiro molar contralateral e incisivos centrais) em máquina de ensaio universal EMIC DL 2000. Foram mensurados valores de carga no deslocamento de 1 mm, 2 mm e 5mm. Os resultados obtidos foram submetidos à análise estatística, utilizando a análise de variância (ANOVA), nível de significância de 5%. Os valores obtidos, não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre as placas. Os resultados mostraram que as placas 3D produzem escores similares às placas colocadas convencionalmente. Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que os três tipos de fixação se comportam de forma similar.

Palavras-chave: Fraturas mandibulares, Parafusos Ósseos, Placas Ósseas, Placas 3D.

ABSTRACT

Mandibular angle fractures are very frequent among the mandibular fractures and a form of treatment is the use of internal fixation with plates and screws. In this study, the objective was to evaluate the resistance of three types of fixation in mandibular replicas of polyurethane. Sixty three toothed mandibles were used, subject to sectioning simulating a linear and unfavorable fracture of left mandibular angle. The fixations were performed with straight plates system 2.0 mm, prepared as follows: one plate with 4-holes, one 4-holes and extension (bridge) and one plate 3D 4-holes .Each set was submitted for loading test with load application towards in three distinct points of the mandible, so do not simultaneously (molar region on the side ipsilateral of section, the central incisors and contralateral molar) in universal testing machine EMIC DL 2000. Load values were measured at offset 1 mm, 2 mm and 5mm and was noted the final dislocation. The results were submitted to statistical analysis, using analysis of variance (ANOVA), a significance level of 5%. The values obtained showed no statistically significant difference between the plates. The results show that the 3D plate can reproduce similar mechanical scores to the plates used conventionally. It can be concluded that the three types of fasteners behaved similarly.

Key Words: Mandibular Fractures, Bone screws, Bone plates, 3D plate.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. PROPOSIÇÃO	17
3. MATERIAIS E MÉTODOS	18
3.1 Mandíbulas de poliuretano e preparo da amostra	18
3.2 Placas e parafusos	20
3.3 Teste de resistência	21
4. RESULTADOS	24
5. DISCUSSÃO	28
6. CONCLUSÃO	36
7. REFERÊNCIAS	37

1. INTRODUÇÃO

O trauma maxilofacial representa um dos problemas de saúde pública mais importante na sociedade contemporânea. Isto se deve pela elevada incidência e diversidade das lesões faciais. (BRASILEIRO; PASSERI, 2006). O padrão das fraturas de mandíbula é estabelecido na literatura de vários países e estas estatísticas variam de país a país, estando então, evidente que algumas das variações podem ser atribuídas a fatores sociais, culturais e ambientais (ABBAS et al., 2003).

Epidemiologicamente, as fraturas mandibulares representam 14% a 40% dentre as fraturas faciais (CHRCANOVIC et al., 2012). Dentre as regiões acometidas, as mais prevalentes são o côndilo (32%), a sínfise (29%), o ângulo (20%), o corpo (12,5%), o ramo (3,1%), o processo alveolar (1,9%) e o processo coronóide (1,2%) (MOTAMEDI, 2003). Isso porque, devido sua localização no terço inferior da face, que constitui uma região proeminente, além de ser o único osso móvel do crânio, resultando na diminuição da estabilidade frente ao trauma, e são denominadas favoráveis ou desfavoráveis, dependendo da direção da linha de fratura no plano horizontal e vertical e o potencial de deslocamento consequente (HELKIMO et al., 1977).

Os agentes etiológicos mais frequentes nestas fraturas são os acidentes automobilísticos, ciclísticos, motociclísticos, de trabalho, práticas desportivas, quedas, agressões físicas ou mesmo decorrentes de extrações dentárias (Motamedi, 2003). Importante ressaltar que existe uma predominância de ocorrência da fratura nas horas noturnas e vespertinas dos sábados e domingos relacionada à maior ingestão de bebidas alcoólicas (OLSON et al., 1982; ZACHARIADES et al., 1994). No entanto, os indivíduos acometidos por estas fraturas são comumente do gênero masculino, sendo em sua maioria são indivíduos economicamente ativos e entre a terceira e quarta décadas de vida (ELLIS et al., 1985).

As fraturas mandibulares podem levar a deformidades, sejam por deslocamentos ou perdas ósseas, com alterações de oclusão dentária ou da articulação temporomandibular (ATM). Quando não identificadas ou tratadas

adequadamente, estas lesões podem levar á sequelas graves, tanto estéticas como funcionais (OLSON et al., 1982;)

O tratamento para fraturas mandibulares deve ter como objetivos: redução anatômica precisa, fixação estável e imobilização indolor da região lesada (GEAR et al., 2005) a abordagem das fraturas de ângulo mandibular pode ser realizada por acesso intrabucal ou extrabucal, dando-se atualmente preferência à primeira, por se tratar de um acesso com menor morbidade e que permite redução e fixação adequadas da fratura. Existem diversas técnicas relacionadas à fixação dessas fraturas, que incluem parafusos tipo “lag screw”, placas de compressão dinâmica, placas de reconstrução do sistema 2,4, uma placa do sistema 2,0 na linha oblíqua (Champy), duas placas do sistema 2,0 com parafusos monocorticais e, mais recentemente, a utilização das placas 3D (CHAMPY et al.,1978; ELLIS, 1993).

A opção de tratamento das fraturas mandibulares consiste na redução e fixação dos fragmentos ósseos, que devem ser instituídas tão logo o paciente apresente condições sistêmicas estáveis. (GOMES, 2001; ELLIS et al., 2003). As formas de tratamento para as fraturas mandibulares são diversificadas, o uso da fixação interna com placas e parafusos, atualmente é a mais utilizada em todo o mundo, apresentando excelentes resultados (KEMPERS; HENDLER, 2000).

Existe uma tendência ao uso de uma combinação de variadas placas de menor perfil e parafusos monocorticais por meio de acesso intrabucal no tratamento das fraturas de ângulo mandibular (GUIMOND et al., 2005). Sistemas específicos foram elaborados, no que dizem respeito às placas, parafusos e instrumental necessário para fixação, bem como as técnicas cirúrgicas, que foram aprimoradas. O termo fixação interna estável passou a ser mais utilizado, devido à existência de micromovimentos interfragmentários que ocorrem na fratura fixada com placas e parafusos. Assim, quando o indivíduo está em função não há uma imobilização total dos cotos ósseos (ELLIS III, 1993A; ELLIS III, 1993B; ELLIS III, 1999).

Importante salientar que, independente do tipo de tratamento empregado, as fraturas do ângulo mandibular apresentam os maiores índices de complicações de todas as fraturas da mandíbula (TU; TENHULZEN, 1985; ELLIS III; GHALI, 1991; ELLIS III; WALKER, 1996; WITTENBERG et al., 1997 ELLIS III, 1999; SAUERBIER

et al., 2010). Questões relacionadas com a estabilidade proporcionada pela placa de fixação de fraturas de ângulo mandibular tornaram-se um ponto de discussão entre os cirurgiões. Isto é baseado em estudos clínicos e experimentais recentes em que alguns autores atribuíram distração borda inferior a aplicação de forças de carga perto da linha de fratura (SIDDIQUI et al, 2007; SCHIERLE et al, 1997).

Estas deficiências deram origem ao desenvolvimento de uma placa de titânio tridimensional (placas 3D). A hipótese é que uma única placa proporcionaria a estabilidade necessária para a fixação (FELEDY et al., 2004). O uso de placas 3D com parafusos monocorticais para o tratamento de fraturas mandibulares ainda não é muito difundido. Somente 6% de instrutores AO/ASIF americanos e europeus utilizaram placas 3D para o tratamento de fraturas do ângulo mandibular (GEAR et al., 2005).

A placa 3D tem sido utilizada e pesquisada ultimamente por causa da sua geometria favorável à redução, estabilização da fratura em três dimensões, permitir menor número de parafusos, resistência contra torque, maleabilidade, baixo perfil e menor custo. A literatura cita baixa taxa de complicações, e varias vantagens sobre as placas convencionais, como abordagem intraoral, simples adaptação ao osso sem deslocamento da fratura, além da adaptação simultânea das bordas superior e inferior (GUIMOND, 2005; ZIX et al., 2007).

Este trabalho teve como objetivo avaliar comparativamente a resistência das placas retas de 4 furos e placas retas de 4 furos com extensão, dispostas conforme na técnica Champy, e das placas 3D, discutindo as vantagens desse tipo de fixação no tratamento das fraturas de ângulo mandibular.

2. PROPOSIÇÃO

O objetivo desse estudo foi avaliar comparativamente *in vitro*, em mandíbulas de poliuretano, a resistência de 3 tipos de fixação utilizadas para o tratamento de fraturas de ângulo mandibular, dois de acordo com os princípios da técnica de Champy (placa reta de 4 furos e placa reta de 4 furos com extensão) e um com o uso de placa 3D com 4 furos.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Mandíbulas de Poliuretano e Preparo da Amostra

No presente estudo foram utilizadas 63 réplicas de mandíbulas humanas em resina de poliuretano rígido (Nacional Ossos Ltda. - Jaú, São Paulo - Brasil).

Todas as mandíbulas foram submetidas à seccionamento simulando uma fratura desfavorável de ângulo unilateral esquerda, a partir da confecção de um guia em resina acrílica quimicamente ativada para padronizar os seccionamentos. Foram realizadas secções lineares, perpendiculares à superfície lateral da mandíbula, com auxílio de serra recíprocante de 0,2 mm de espessura, da marca comercial Dentscler (Dentscler Indústria de Aparelhos Odontológicos Ltda. - Ribeirão Preto, São Paulo - Brasil).

Como referências para o seccionamento, utilizamos a região retromolar mandibular e um seccionamento vertical até a base mandibular foi realizado. A determinação do local de secção foi obtida a partir do ponto localizado 5 mm posterior à face distal do segundo molar esquerdo, no centro do rebordo mandibular. A partir desse ponto foi traçada uma linha perpendicular à base da mandíbula. Na base da mandíbula, em relação à linha descrita, foi determinado um ponto, 10 mm para posterior, de tal forma que, quando unido ao ponto localizado no rebordo mandibular, foi obtida a linha de orientação para seccionamento, sendo, neste caso, uma linha de fratura desfavorável ao tratamento, de acordo com Figura 1.

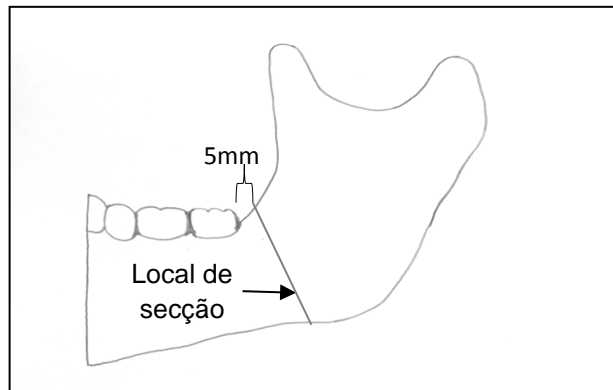


Figura 1 - Local de secção da mandíbula compatível com fratura desfavorável ao tratamento.

Com intuito de padronizar o local de seccionamento nas mandíbulas, foi confeccionado um guia de resina acrílica para ser adaptado na face lateral das mandíbulas de poliuretano, contendo o local de seccionamento para fratura (Figura 2).



Figura 2 - Padronização de seccionamento. A-C. Posicionamento do guia de resina e traçado da linha de referência para o seccionamento em vista de 45 graus. B-D. Posicionamento do guia de resina e traçado da linha de referência para o seccionamento em vista supero inferior.

3.2 Placas e Parafusos

Para realização deste estudo foram utilizadas 63 placas do sistema 2,0 mm, sendo destas 21 retas de 4 furos, 21 retas de 4 furos com extensão (ponte) e 21 3D de 4 furos . Foram utilizados para fixação dessas placas parafusos de 6 mm, totalizando 252 parafusos. Os materiais de fixação foram da marca comercial Tóride (Mogi Mirim – SP, Brasil), os quais foram avaliados por meio de teste de resistência, e, dessa forma, distribuídos em 9 grupos. Segundo o fabricante as placas são de titânio comercialmente puro, e os parafusos de liga de titânio-6alumínio-4vanádio (Figura 3).

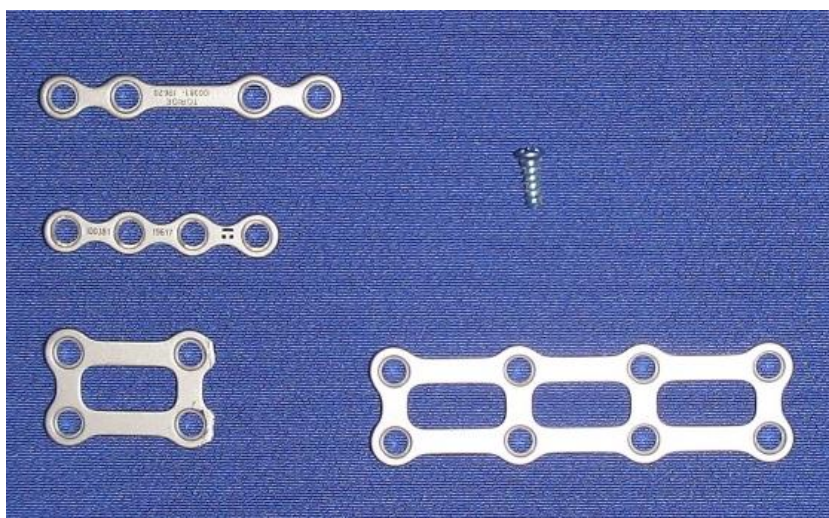


Figura 3 - Placas e parafuso utilizados para fixação.

Nos grupos 1, 4 e 7, a osteossíntese foi realizada com uma placa 3D, adaptada sobre a linha oblíqua e lado vestibular da mandíbula e fixada por quatro parafusos de 6,0 mm de comprimento. Nos grupos de 2, 5 e 8, a osteossíntese foi realizada com uma placa reta de quatro furos com extensão (ponte) adaptada sobre a linha oblíqua da mandíbula e fixada com quatro parafusos de 6,0 mm de comprimento. Nos grupos de 3, 6 e 9, a osteossíntese foi realizada por uma placa reta de quatro furos adaptada sobre a linha oblíqua da mandíbula e fixada por quatro parafusos de 6,0 mm de comprimento (Figura 4).

Com objetivo de auxiliar na redução foram confeccionados guias de resina acrílica que, da mesma forma, serviram para padronização da dobra, adaptação e localização da placa.

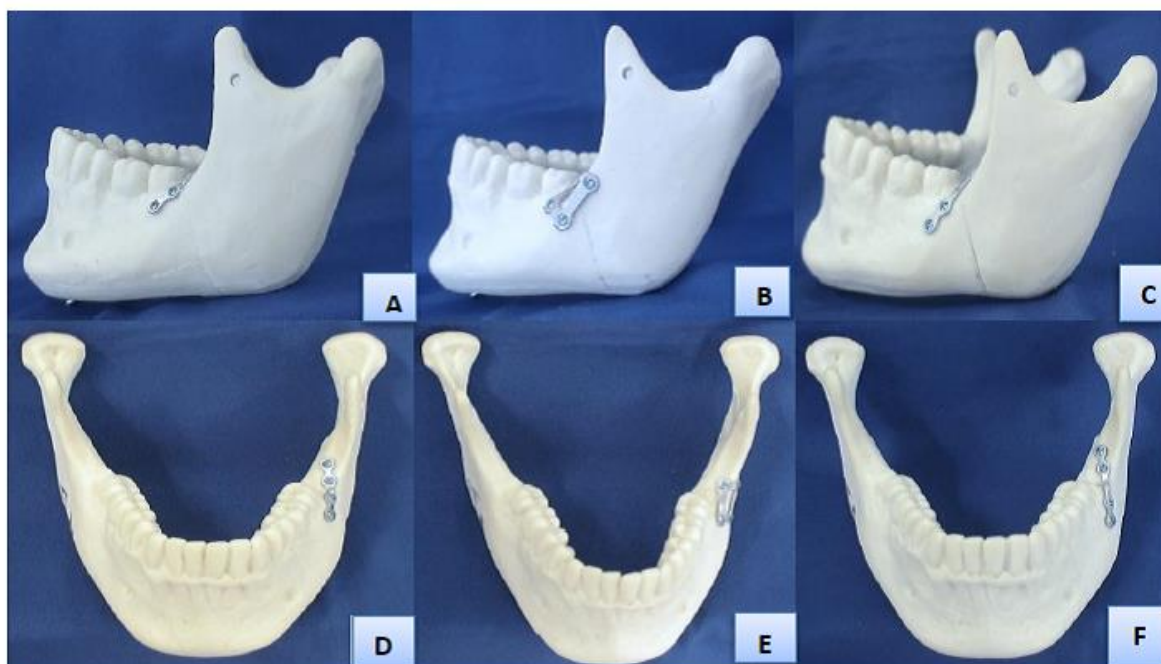


Figura 4 - Tipos de fixação utilizados. A) Placa reta 4 furos; B) Placa 3D; C) Placa reta 4 furos com extensão.

3.3 Teste de Resistência.

O teste de resistência foi realizado em uma máquina universal de ensaios, da marca comercial EMIC, modelo DL2000 (EMIC Equipamentos e Sistemas de Ensaio Ltda. - São José dos Pinhais, São Paulo - Brasil) pertencente ao LIPEM (Laboratório Integrado de Pesquisa e Biocompatibilidade de Materiais) do Departamento de Materiais Dentários e Prótese da FORP-USP (Figura 5). Para tal finalidade foram utilizados dois dispositivos de aço, um de suporte para a mandíbula e outro para aplicação de carga vertical, em formato de “T” invertido, composto pela união/solda de dois fios de aço cilíndricos com diâmetro de 3 mm. (Figura 5)

Os coronóides foram perfurados com broca helicoidal de 3,0 mm de diâmetro com auxílio de peça reta manual. Em seguida, a mandíbula foi posicionada de maneira que o plano mandibular forme ângulo reto com o longo eixo do dispositivo de carga, a partir da fixação nos processos coronóides e estabilização dos côndilos no suporte, com apoios superior e posterior.

O dispositivo de aplicação de carga teve velocidade estabelecida de 2 mm/min, sendo a carga progressiva. Foram determinados os deslocamentos verticais de 1, 2, e 5 (em mm). Os valores de carga foram mensurados em cada um dos deslocamentos pré-estabelecidos, em quilograma-força (kgf). A carga foi sempre aplicada no segmento distal em três diferentes pontos fixos, que receberam o dispositivo de aplicação de carga.

Os grupos 1 a 3 foram submetidos ao teste de resistência com ponto de aplicação na região de primeiro molar contralateral ao ângulo mandibular com seccionamento, sendo chamado MC. Os grupos 4 a 6 tiveram como ponto de aplicação o primeiro molar ipsilateral à secção, sendo chamado de MI. E, finalmente, os grupos 7 a 9 foram submetidos ao teste, tendo como ponto de aplicação a região central entre os incisivos centrais, sendo chamado I. A distribuição dos grupos esta representada na Tabela 1.

Tabela 1 - Grupos de mandíbulas submetidos às diferentes tipos de fixação.

GRUPOS	TIPOS DE FIXAÇÃO	LOCAL DE APLICAÇÃO DA CARGA
1	Placa 3D/grade	MC*
2	Placa reta de quatro furos com extensão	MC*
3	Placa reta de quatro furos	MC*
4	Placa 3D/grade	MI**
5	Placa reta de quatro furos com extensão	MI**
6	Placa reta de quatro furos	MI**
7	Placa 3D/grade	I***
8	Placa reta de quatro furos com extensão	I***
9	Placa reta de quatro furos	I***

MC*: Molar contralateral à fratura simulada; MI**: Molar ipsilateral à fratura simulada; I***: Incisivos centrais.



Figura 5 - Máquina universal de ensaios, da marca comercial EMIC, modelo DL200.

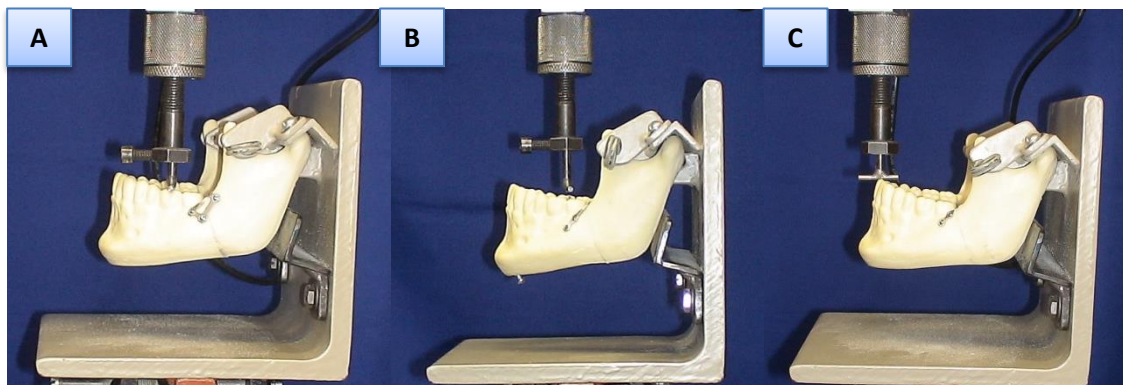


Figura 6 - Dispositivo de suporte para a mandíbula e dispositivo para a aplicação de carga vertical, em formato de “T” invertido. A. Aplicação da força no molar ipsilateral. B. Aplicação da força no molar contralateral. C. Aplicação da força entre os incisivos centrais.

4. RESULTADOS

Teste de Resistência

Foram obtidos médias e desvio padrão das cargas em todos os grupos, nos deslocamentos de 1 mm, 2 mm e 5 mm.

Tabela 2 - Valores referentes às médias dos valores de cargas, em kgf, e o desvio padrão (DP) nos grupos 1, 2 e 3, para os deslocamentos de 1 mm, 2 mm e 5 mm, com aplicação de carga em MC.

Grupos	Deslocamento					
	1mm	DP	2mm	DP	5mm	DP
1	3,01	1,0	7,81	1,44	32,55	4,85
2	3,07	1,00	7,67	2,63	30,34	4,95
3	3,53	0,98	9,77	2,22	33,62	5,37

*DP: Desvio Padrão

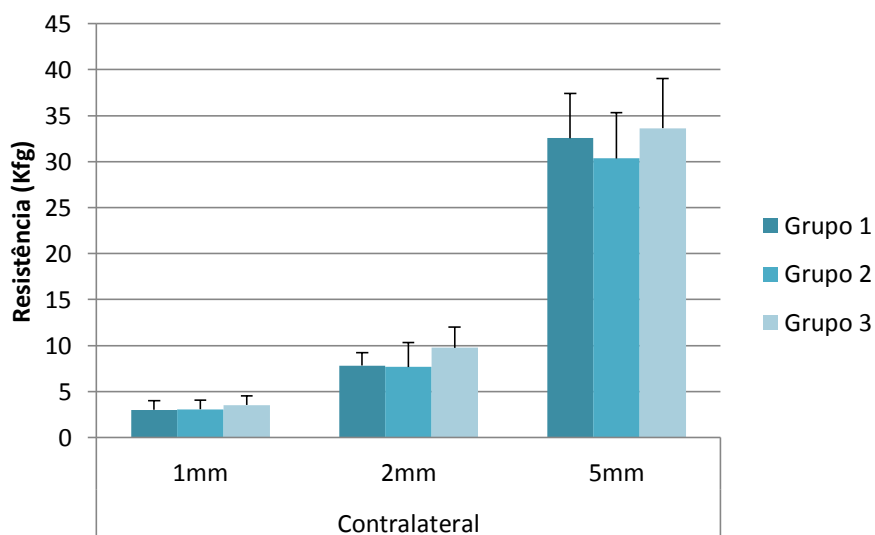


Figura 6 – Médias dos valores de resistência às cargas, em kgf, para os deslocamentos de 1 mm, 2 mm e 5 mm, para os grupos 1, 2 e 3 com aplicação de carga em MC.

Enquanto era aplicada a força no MC, foi observada a saída dos parafusos do coto proximal, com maior frequência na porção fixada na lateral da mandíbula da placa 3D. Sendo esse local de aplicação que apresentou menor índice de alterações nas placas durante o processo.

Tabela 3 – Valores referentes às médias dos valores de cargas, em kgf, e o desvio padrão (DP) nos grupos 4, 5 e 6 para os deslocamentos de 1 mm, 2 mm e 5 mm, com aplicação de carga em MI.

Grupos	Deslocamento					
	1mm	DP	2mm	DP	5mm	DP
4	2,97	0,59	7,80	1,047	26,15	1,73
5	2,51	1,48	7,00	3,46	21,49	5,66
6	2,26	0,74	6,24	1,63	20,03	3,99

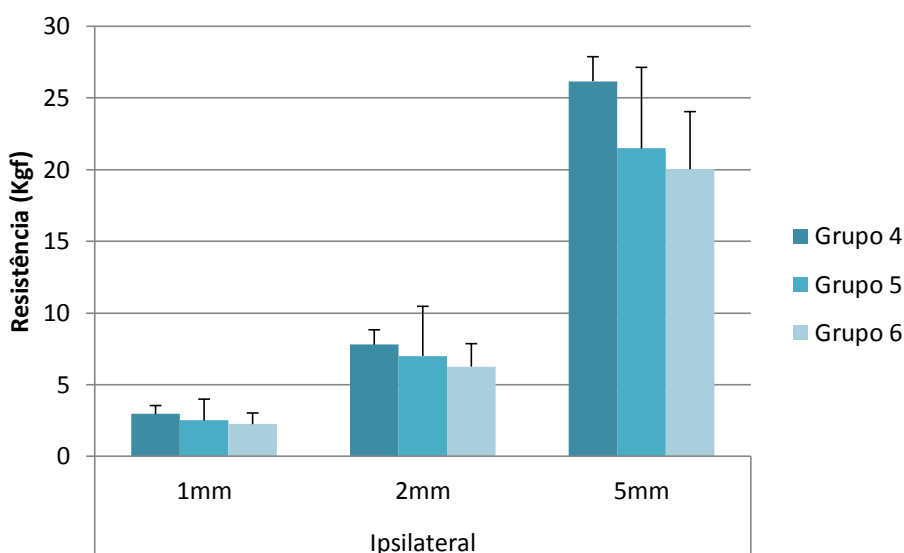


Figura 7 – Médias dos valores de resistência às cargas, em kgf, e o desvio padrão para os deslocamentos de 1 mm, 2 mm e 5 mm, para os grupos 4, 5 e 6 com aplicação de carga em MI.

Durante a aplicação da força no MI, o coto distal deslocou para medial e foi observada a saída dos parafusos do coto distal, apresentando a mesma frequência em todas as placas.

Tabela 4 – Valores referentes às médias dos valores de cargas, em kgf, e o desvio padrão (DP) nos grupos 7, 8 e 9 para os deslocamentos de 1 mm, 2 mm e 5 mm, com aplicação de carga em I.

Grupos	Incisivos					
	1mm	DP	2mm	DP	5mm	DP
7	1,02	0,39	2,60	1,21	11,07	4,00
8	1,08	0,74	3,06	1,35	12,76	1,74
9	0,53	0,45	1,64	1,34	9,59	4,20

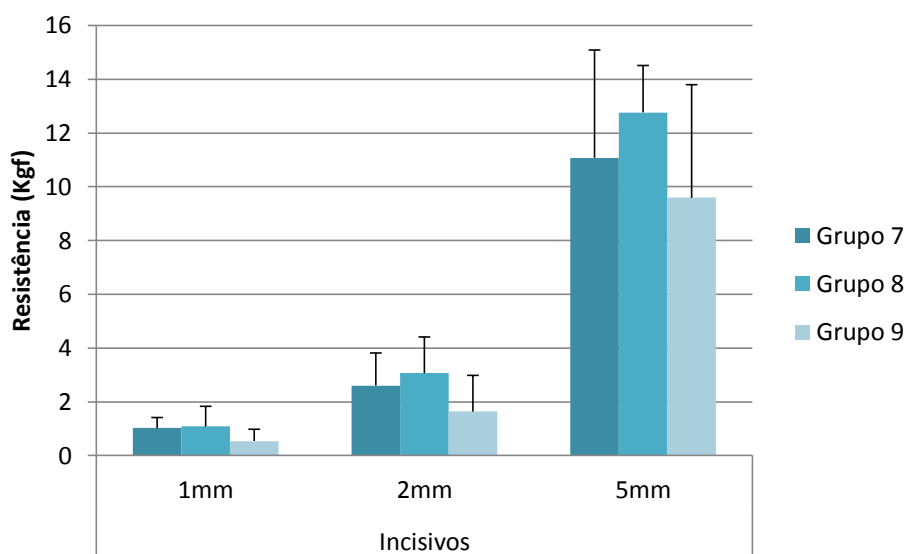


Figura 8 – Médias dos valores de resistência às cargas, em kgf, para os deslocamentos de 1 mm, 2 mm e 5mm, para os grupos 7, 8 e 9 com aplicação de carga em I.

No momento da aplicação da força em I, o coto distal deslocava para lateral a zona de tensão abria e era observada a saída dos parafusos do coto distal para as placas retas e o parafuso fixado na lateral da placa 3D, com maior frequência.

Para análise estatística dos resultados obtidos no teste de resistência, os dados foram comparados utilizando o teste de ANOVA com dois fatores de variação (fixação utilizada e local de aplicação de carga) com nível de significância de 5%.

A diferença na media dos valores entre os diferentes tipos de placa não apresentaram diferença estatisticamente significativa ($P=0,925$).

5. DISCUSSÃO

As fraturas do ângulo mandibular são biomecanicamente complexas, porque o maior índice de cargas na mandíbula ocorre nessa área (CHACON et al., 2005). As forças exercidas pelos músculos da mastigação tem uma influência maior no ângulo do que em outras regiões da mandíbula (SHETTY; CAPUTO, 1992) as forças resultantes são de tensão na borda superior e compressão na borda inferior do ângulo mandibular (LEVY et al., 1991).

Michelet et al. (1973) descreveram a técnica de imobilização das fraturas do ângulo mandibular usando placas de 4 mm de largura com 1,5 mm de diâmetro e parafusos de 5 a 7 mm de comprimento, por acesso intra-bucal, apresentando excelentes resultados após análise de 300 casos. Vários autores propuseram modificações nessa técnica, particularmente na década de 70 Champy et al. (1978) propuseram a instalação de dois parafusos por segmento ósseo sem necessidade de bloqueio maxilo-mandibular. Relataram que esse tipo de fixação é resistente o suficiente para suportar as forças oriundas da musculatura mastigatória, sendo um adequado método de osteossíntese. Resultados similares foram observados em diversos trabalhos (KROON et al., 1991; ÖZDEN et al., 2006).

Os tratamentos atuais das fraturas do ângulo mandibular são realizados, em síntese, seguindo uma das duas filosofias disponíveis: Champy e a de AO/ASIF (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen / Association for the Study of Internal Fixation). A primeira técnica consiste no uso de apenas uma placa em região de linha oblíqua mandibular com acesso intra-bucal e parafusos monocorticais (CHAMPY et al., 1978). Já a segunda, utiliza duas placas, uma na zona de tensão (processo alveolar) com parafusos monocorticais e a outra na zona de compressão (borda inferior da mandíbula) com parafusos bicorticais, por meio de acessos trans-bucais ou externos (PREIN; RAHN, 1998).

As complicações inerentes aos tratamentos são variáveis, bem como as justificativas para as mesmas. Dentes em linha de fratura e traumatismos associados são razões a serem consideradas. Entretanto, a maioria dos estudos relacionam complicações resultantes do tratamento muito mais à severidade do trauma do que

propriamente ao tipo de técnica de fixação empregada (PASSERI et al., 1993; MATHOG et al., 2000; MORENO, 2000). Ellis III, em 1999, afirma que apesar da filosofia AO/ASIF proporcionar acentuada imobilização dos segmentos, a técnica de Champy implica em menor índice de complicações.

A fratura de ângulo mandibular (FAM) pode ser estabilizada com uma placa colocada superiormente zona de tensão e inferiormente zona de compressão. Superiormente, ele pode ser colocado em duas formas: na linha oblíqua externa, ou ao longo da face lateral, o objetivo do tratamento da fratura mandibular é a restauração da forma e função, restabelecendo a oclusão anatômica (GERLACH et al., 2007). A Fixação interna estável utilizando placas e parafusos em Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Facial é considerada como o "padrão ouro". As principais vantagens funcionais das placas são: melhora da função da mandíbula (em termos de abertura de boca e força de mordida) conforto do paciente, melhoria da fala e higiene bucal, diminuição da perda de peso, aumento da interação social, e uma diminuição do número de visitas hospitalares. (SNELL; DOTT, 1969; HAYTER; CAWOOD, 1993; SALUJA et al., 2012).

O debate ainda existe sobre o tratamento ideal de fraturas de ângulo mandibular, em busca de esclarecer o comportamento da placa 3D foi proposto o presente estudo, diferindo da forma de aplicação da placa 3D na zona neutra, o que demanda a necessidade de instrumental específico para o posicionamento da placa. A instalação na linha oblíqua conforme proposto, elimina o requerimento do instrumental específico, diminuindo o tempo cirúrgico e as possíveis complicações associadas. Porém há necessidade de mais tempo para adaptação/dobra da placa a superfície óssea.

Para o desenvolvimento do estudo, foram utilizadas réplicas sintéticas de mandíbulas de resina de poliuretano. Isso devido à sua densidade, dureza, tamanho e módulo de elasticidade, bem como pela sua padronização em formato anatômico e similaridade com a mandíbula humana, sendo réplica a partir da impressão de mandíbula de cadáver humano, o que facilita a reprodução das fraturas e fixação. (BREDBENNER; HAUG, 2000, HAUG et al., 2002, ZICCARDI et al., 1997, ASPRINO et al., 2006, YAMAJI et al., 2015,)

Vários modelos experimentais já foram elaborados e vários substratos utilizados para desenvolvimento dos testes. Na simulação de mandíbula humana foram utilizadas mandíbulas humanas de cadáveres, mandíbulas de cão, carneiro, macacos, sintéticas de poliuretano, costelas bovinas e até mesmo madeira de carvalho vermelha (IKEMURA et al., 1984; TAMS et al., 1997; NISSENBAUM et al., 1997; WITTENBERG et al., 1997; ARMSTRONG et al., 2001; HAUG et al., 2002; TRIVELLATO; PASSERI, 2006; ALKAN et al., 2007). Com intuito de se conseguir uma maior similaridade com o osso a maioria dos estudos é desenvolvida em modelo tridimensional (CHOI et al., 1995; SHETTY et al., 1995; YAMAJI et al., 2015).

O modelo tridimensional reproduz melhor o que ocorre clinicamente, devido à utilização de todo o arco mandibular e não de um segmento. Isso possibilita variação nos locais de aplicação de força, promovendo a alternância de área de compressão e de tensão (KROON et al., 1991; ROZEMA et al., 1992; RUDDERMAN; MULLEN, 1992; TAMS et al., 1997). Dessa forma, o modelo utilizado neste trabalho possibilitou testar o sistema de fixação variando a aplicação de carga em primeiro molar ipsilateral ao seccionamento (MI), em molar contralateral ao seccionamento (MC) e entre incisivos centrais (I). A escolha de testes de resistência com aplicação de carga em diferentes locais em um modelo tridimensional foi empregado a partir do conhecimento que o ângulo é submetido a forças de diferentes direções, durante a função. O modelo tridimensional propicia avaliar o resultado da aplicação de carga nos dentes e, conseqüentemente, os reflexos dessas cargas na região da fixação do ângulo fraturado.

Em 2000, Bredbenner e Haug afirmaram que a utilização das mandíbulas de poliuretano para realização de trabalhos de resistência a cargas é viável, visto que apresentam vantagens como padronização do tamanho, densidade, dureza, módulo de elasticidade, formato anatômico e similaridade com a mandíbula humana. Afirmam, também, que são de fácil obtenção e manuseio.

Yamayi et al. (2015) realizaram estudo de resistência mecânica em fraturas de côndilo mandibular empregando mandíbulas de poliuretano e aplicação de carga em três diferentes pontos de aplicação de carga. Concluíram que o substrato é adequado para testes de resistência e que o uso de diferentes locais de aplicação de força possibilita avaliação tridimensional das fixações utilizadas.

Vários estudos mecânicos e biomecânicos “in vitro” são realizados com objetivo de se conhecer o comportamento da fixação empregada. Porém, a execução de estudos mecânicos e biomecânicos são relativamente fáceis de realizar frente ao real tratamento de uma fratura de ângulo mandibular. Além da resistência, outros fatores estão envolvidos nos resultados do tratamento, como presença de terceiro molar no traço de fratura, perdas de segmentos ósseos e retorno gradativo da força mastigatória (ALKAN et al., 2007).

Em comparação de diferentes formas de tratamento para fraturas do ângulo mandibular, Ellis III, em 2010, afirmou que a fixação com uma única placa é mais fácil de aplicar e apresentou menor número de complicações. Segundo o autor, tempo cirúrgico menor e experiência do cirurgião são fatores primordiais para os menores índices de complicações.

A estabilidade da fixação de fraturas de ângulo com uma única placa foi desafiada por vários estudos biomecânicos com base em modelos 3D. Kroon et al., (1991) e Choi et al. (1995) observaram gaps ósseos ao longo da borda inferior da fratura, e o movimento da fratura foi associado para a contribuição nas complicações subsequentes, incluindo a infecção.

Contudo, Schierle et al. (1997) realizando estudo prospectivo randomizado, avaliaram a técnica de Champy para tratamento de fraturas do ângulo mandibular, e não observaram diferenças estatísticas com a utilização de uma placa na zona de tensão ou a associação da segunda placa na região de compressão do ângulo mandibular.

Assim, deve-se considerar que apesar da menor estabilidade dos métodos que utilizam placas com parafusos monocorticais, em relação às placas mais resistentes e parafusos bicorticais, nos testes in vitro, tais diferenças em estabilidade podem não ser importantes clinicamente, tendo em vista que a força necessária para promover fadiga do sistema de fixação não é a mesma exercida pelos pacientes em pós-operatório imediato (MURPHY ET AL., 1997; THARANON, 1998; PETERSON et al., 2005).

Tate et al. (1994) avaliaram as forças mastigatórias apresentadas em pacientes com fraturas de ângulo mandibular e indivíduos saudáveis. O objetivo do

estudo seria prever a necessidade e a quantidade de fixações a serem empregadas nos pacientes com fraturas de mandíbula. Como esperado, o estudo demonstrou que a carga oclusal mastigatória foi menor no lado fraturado, mesmo após os primeiros dias de tratamento. Quando comparados com indivíduos sem fraturas, os resultados foram ainda mais discrepantes. Os autores justificaram esses resultados pela lesão muscular que ocorre, pelo traumatismo sofrido e pela técnica cirúrgica empregada. Concluíram que em função da diminuição da carga oclusal exercida no pós-operatório imediato, as fixações necessárias para manter o sistema estável podem possuir resistência a esforços mastigatórios reduzidos.

Em concordância, Wittenberg et al. (1997) mostraram em um estudo mecânico em mandíbulas de carneiro que as placas 3D apresentam bons resultados e afirmaram que as forças mastigatórias diminuem drasticamente após a fratura de ângulo. Dessa forma, podemos supor que uma fixação de perfil menor é suficiente para que ocorra reparo ósseo adequado.

Há um número crescente de estudos clínicos que avaliaram o uso de placas 3D para o tratamento de FAM (FELEDY et al., 2004; GUIMOND et al., 2005; ZIX et al., 2007; BUI et al., 2009; HOCHULI- VIEIRA et al., 2011; HOFER e al., 2011; VINEETH et al., 2012) todos com bons resultados. O sistema de placas de titânio 3D para tratamento de fratura mandibular é relativamente nova e foi introduzido por Mostafa Farmand para tratamento de fratura maxilofacial em 1992. As placas 3D pode ser considerado um sistema de duas placas unidas por barras transversais que interligam-se.

No presente trabalho foi determinada a utilização de secções lineares para a realização do ensaio devido principalmente ao fato de as placas posicionadas pela técnica de Champy et al. (1978) serem indicadas para fraturas similares. A técnica é contraindicada em situações em que não exista suficiente estabilidade interfragmentária, como ocorre nas fraturas cominutas ou com o triângulo na base mandibular (ZIX et al., 2007).

Yamaji et al., (2015) avaliaram in vitro, a resistência de 3 tipos de fixação para tratamento de fraturas de ângulo mandibular de acordo com os princípios da técnica de Champy, utilizando placa reta de 4 furos, reta de 4 furos com extensão (ponte) e

reta de 5 furos e concluíram que nos deslocamentos de 1 e 2 mm, os três tipos de fixação se comportaram de forma semelhante. Entretanto, No deslocamento final, independentemente do local de aplicação de carga, as placas de 5 furos e 4 furos com extensão apresentaram maior resistência que as placas de 4 furos.

Em concordância o presente estudo não apresentou diferença estatisticamente significativa entre os três tipos de fixação utilizada nos deslocamentos de 1 e 2 mm. Porém, o estudo de Yamaji et al., (2015) apresentou diferença entre as placas de 4 furos e 4 furos com extensão o que pode estar associado ao fato que o teste foi realizado até a falência do sistema e o material de fixação ser de outra marca comercial.

Guimarães-Filho (2003) e Trivellato & Passeri (2006) padronizaram o deslocamento de 10 mm ou até a falha do sistema, caso acontecesse antes do deslocamento pré-determinado.

Alguns estudos, em vez de definir um determinado deslocamento, determinaram o deslocamento final como indo até a falha do sistema (BOUWMAN et al., 1994; ASPRINO et al., 2006).

Neste trabalho optou-se por realizar o teste de deslocamento de 1, 2 e 5 mm de acordo com Foley et al. (1989) e Kohn et al. (1995) que afirmaram que deslocamentos acima de 3 mm não são compatíveis com parâmetros fisiológicos e, na prática, já implica em falha do material de fixação. Segundo esses autores, as vantagens em se limitar o deslocamento são: 1) diminuição das forças torcionais durante o teste; 2) racionalizar o tempo dispensado para a realização dos testes; e, 3) representar o modelo clínico de forma mais fiel. Já Ardary et al. (1989) e Kim et al. (1995) determinaram um deslocamento máximo ainda menor de 1 mm como o ponto de falha do sistema. Essas medidas foram tomadas a partir do deslocamento da ponta de aplicação de carga.

Feledy et al., em (2004) compararam mecanicamente as placas grade com placas convencionais para fraturas do ângulo mandibular. Os resultados demonstraram melhor estabilidade e maior resistência das placas grade.

Diferindo dos estudos anteriores no presente trabalho as placas 3D não apresentaram escores maiores, ou melhor, comportamento mecânico que se evidencia superioridade da placa 3D, entretanto não houve diferença estatística o que mostra um comportamento similar das placas 3D quando comparada com as placas convencionais.

Kalfarentzos et al. (2009) avaliaram o uso da placa 3D para o tratamento de fraturas de ângulo mandibular. Compararam, Grupo I uma placa 3D quadrada na linha oblíqua, Grupo II uma placa 3D curva na face lateral da mandíbula, Grupo III duas placas retas 4 furos uma fixada na linha oblíqua e outra no bordo inferior da mandíbula e Grupo IV uma única placa reta 4 furos na linha oblíqua. Encontraram diferenças estatisticamente significantes entre os grupos I e III, quando aplicada a carga no molar ipsilateral. Além disso, o grupo da placa 3D quadrada na linha oblíqua, apresentou o melhor valor médio em relação à torção. Respeito à rigidez e flexão não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos. De acordo com os resultados eles concluíram que as placas 3D produzem similares escores mecânicos às placas convencionais.

De acordo, com o estudo anterior, no presente trabalho a fixação da placa 3D na linha oblíqua parece evidenciar uma adequada posição oferecendo estabilidade em duas superfícies, na linha oblíqua e na vestibular.

Zix et al., em (2007) avaliaram a viabilidade do uso de placas grade no tratamento de fraturas do ângulo mandibular por acesso intra-bucal. Diante dos resultados apresentados, os autores concluíram que as placas são apropriadas para fixação de fraturas simples no ângulo mandibular e pode ser considerada alternativa segura ao uso de placas convencionais. Entretanto, o sistema pode ser contra-indicado para pacientes que apresentem insuficiente contato ósseo entre os fragmentos, causando estabilidade insatisfatória na redução da fratura.

Jain et al., em (2010) propuseram por meio de estudo clínico randomizado, comparar as fixações com placas convencionais seguindo a técnica de Champy e placas grade, descrevendo as vantagens e desvantagens de cada método avaliado. Os autores concluíram que a técnica de Champy é um método melhor e de maior facilidade de aplicação do que a fixação com placas grade. De acordo com a análise

comparativa, o sistema de placas na maioria dos casos, promove estabilidade suficiente e o tempo cirúrgico é menor, pela fixação simultânea das barras superior e inferior.

Segundo Malhotra et al. (2012) as placas de titânio 3D são eficazes no tratamento de fraturas de mandíbula e os índices globais de complicações são menores em comparação com as placas convencionais. Ambos os sistemas são estáveis quando usados para o tratamento de fraturas mandibulares. Assim as placas 3D podem ser utilizadas como uma alternativa as placas convencionais. O sistema é viável e eficaz na modalidade de tratamento para fraturas mandibulares.

Hofer et al., (2012) concluíram que as fraturas de ângulo mandibular isoladas podem ser tratados com eficácia utilizando o sistema de placa 3D, é fácil de usar e uma alternativa aos sistemas convencionais de placas, com uma boa evolução clínica. Os bons resultados com as placas 3D de titânio poderia agora incentivar mais estudos experimentais e clínicos.

Sehgal et al. (2014) avaliaram em um estudo clínico, a redução intra-operatória, a estabilidade da oclusão intra-operatória e pós-operatória e a mobilidade dos fragmentos da fratura. As placas 3D de titânio apresentaram resultados semelhantes quando comparados com placas padrão de titânio. No entanto, os resultados obtidos no estudo não foram estatisticamente significantes entre os grupos no que diz respeito a todos os parâmetros avaliados. Eles concluíram que o uso das placas 3D é uma opção viável para fixação de fraturas mandibulares.

Em concordância com os estudos anteriores, os resultados obtidos no presente estudo mostraram que a placa 3D apresentou um comportamento mecânico similar as outras placas avaliadas, este estudo *in vitro* pode servir como direcionamento para a aplicação clínica das placas 3D, este estudo evidenciou que é viável usar estas placas para fixação de fraturas de ângulo mandibular.

6. CONCLUSÃO

De acordo com a metodologia empregada e os resultados obtidos, conclui-se que os três tipos de fixação se comportaram de forma semelhante. Mostrando que a placa 3D pode reproduzir escores biomecânicos semelhantes às placas usadas convencionalmente.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ¹

ABBAS, I.; ALI, K.; MIRZA, Y. B. Spectrum of mandibular fractures at a tertiary care dental hospital in Lahore. **J Ayub Med Coll Abbottabad**, Pakistan, v. 15, n. 2, p. 12-14, 2003.

ALKAN, A.; CELEBI, N.; OZDEN, B.; BAS, B.; INAL, S.; Biomechanical comparison of different plating techniques in repair of mandibular angle fractures. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, St Louis , v. 104, n. 6, p. 752-6, 2007.

ASPRINO, L.; CONSANI, S.; DE MORAES, M. A comparative biomechanical evaluation of mandibular fracture plating techniques. **J Oral Maxillofac Surg**. Philadelphia, v. 64, n. 3, p. 452-456, 2006.

ARDARY, W. C.; TRACY, D. J, BROWNRIDGE, G. W.; URATA, M. M. Comparative evaluation of screw configuration on the stability of the sagittal split osteotomy. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, St Louis 1989; 68(2): 125-129.

BOUWMAN JPB, TUINZING DB, KOSTENSE PJ. A comparative in vitro study on fixation of sagittal split osteotomies with Wurzburg screws, Champy miniplates and Biofix (biodegradable) rods. **Int J Oral Maxillofac Surg**. Copenhagen, v. 23, n. 1, p. 46-48, 1994.

BREDBENNER, T. L.; HAUG, R. H. Substitutes for human cadaveric bone in maxillofac rigid fixation research. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod** St Louis, v. 90, n. 5, p. 574-580, 2000.

BRASILEIRO, B. F.; PASSERI, L. A. Epidemiological analysis of maxillofacial fractures in Brazil: a 5-year prospective study. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod** St Louis, v. 102, n. 1, p. 28-34, 2006.

¹ De acordo com as diretrizes para apresentação de dissertações e teses da USP: ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

BUI, P.; DEMIAN, N.; BEETAR, P. Infection rate in mandibular angle fractures treated with a 2.0-mm 8-hole curved strut plate. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v. 67, n. 4, p. 804–8, 2009.

CHACON, G. E.; DILLARD, F. M.; CLELLAND, N.; RASHID, R. Comparison of strains produced by titanium and poly D, L-lactide acid plating systems to in vitro forces. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v. 63, n. 7, p. 968-72, 2005.

CHAMPY, M.; LODDÉ, J. P.; SCHMITT, R.; JAEGER, J. H.; MUSTER, D. Mandibular osteosynthesis by miniature screwed plates via a buccal approach. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v. 6, n. 1, p. 14–2, 1978.

CHRCANOVIC, B. R.; ABREU, M. H.; FREIRE-MAIA, B.; SOUZA, L. N. 1,454 Mandibular fractures: a 3-year study in a hospital in Belo Horizonte, Brazil. **J Craniomaxillofac Surg**, Edinburgh, v. 40, n. 2, p. 116–123, 2012.

CHUONG, R.; DONOFF, R. B.; GURALNICK, W. C. A retrospective analysis of 327 mandibular fractures. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v. 41, n. 5, p. 305-9, 1983.

ELLIS III, E.; MOOS, K. F.; EL-ATTAR, A. Ten years of mandibular fractures: an analysis of 2,137 cases. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Amsterdam, v. 59, n. 2, p. 120-9, 1985.

ELLIS III, E.; GHALI, G. E. Lag screw fixation of mandibular angle fractures. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v. 49, n. 3, p. 234-243, 1991.

ELLIS III, E.; Sinn, D. P. Treatment of mandibular angle fractures using two 2.4-mm dynamic compression plates. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v. 51, n. 9, p. 969-973, 1993.

ELLIS III, E. Treatment of mandibular angle fractures using the AO reconstruction plate. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v. 51, n. 3, p. 250-254, 1993b.

ELLIS III, E. Treatment methods for fractures of the mandibular angle. **Int J Oral Maxillofac Surg**, Copenhagen, v. 28, n. 4, p. 243-252, 1999.

ELLIS III, E.; WALKER, L. Treatment of mandibular angle fractures using two noncompression miniplates. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v. 52, n. 10, p. 1032-36, 1994.

Ellis III, E.; Walker, L. R. Treatment of mandibular angle fractures using one noncompression miniplate. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v. 54, n. 7, 864-71, 1996.

ELLIS III, E.; MUNIZ, O.; ANAND, K. Treatment considerations for comminuted mandibular fractures. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v. 61, n. 8, p. 861-70, 2003.

ELLIS III, E. A Prospective study of 3 treatment methods for isolated fractures of the mandibular angle. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v. 68, n. 11, p. 2743-2754, 2010.

FARMAND, M.; DUPOIRIEUX, L. The value of 3-dimensional plates in maxillofacial surgery. **Rev Stomatol Chir Maxillofac**, Paris, v. 93, n. 6, p. 353–357, 1992.

FELEDY, J.; CATERSON, E, J.; STEGER, S.; STAL, S.; HOLLIER, L. Treatment of mandibular angle fractures with a matrix miniplate: a preliminar report. **Plast Reconstr Surg**, Philadelphia, v. 114, n. 7, p. 1711–1716, 2004.

FOLEY, W. L.; BECKMAN, T. B. In vitro comparison of screws versus plate fixation in the sagittal split osteotomy. **Int J Adult Orthodon Orthognath Surg**. Chicago, v. 7, n. 3, p. 147-51, 1992.

GEAR, A.; APASOVA, E.; SCHMITZ, J.; SCHUBERT, W. Treatment modalities for mandibular angle fractures. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v. 63, n. 5, p. 655–663, 2005.

GUIMARÃES-FILHO, R. Avaliação in vitro da resistência mecânica entre parafusos metálicos e reabsorvíveis [Tese]. Piracicaba: UNICAMP/FOP, 2003.

GUIMOND, C.; JOHNSON, J. V.; MARCHENA, J. M. Fixation of mandibular angle fractures with a 2.0-mm 3-dimensional curved angle strut plate. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v. 63, n. 2, p. 209–214, 2005.

HAUG, R. H.; PETERSON, G. P.; GOLTZ, M. A biomechanical evaluation of mandibular condyle fracture plating techniques. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v. 60, n. 1, p. 73-80, 2002.

HELKIMO, E.; CARLSSON, G. E.; HELKIMO, M. Bite force and state of dentition. **Acta Odontol Scand Suppl**, Estocolmo, v. 35, n. 6, p. 297-303, 1977.

HÖFER, S. H.; HAN, L.; BALLON, A.; SADE, R.; LANDES, C. Treatment of mandibular angle fractures e Linea obliqua plate versus grid plate. **J Craniomaxillofac Surg**, Edinburgh, v. 40, n. 8, p. 807- 811, 2010.

HOCHULI-VIEIRA, E.; HA, TK.; PEREIRA-FILHO, V. A.; LANDES, C. A. Use of rectangular grid miniplates for fracture fixation at the mandibular angle. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia J Oral Maxillofac Surg, v. 69, n. 5, p. 1436–1441, 2011.

JAIN, M. K.; MANJUNATH, K. S.; BHAGWAN, B. K.; SHAH, D. K. Comparison of 3-dimensional and standard miniplate fixation in the management of mandibular fractures. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, 68 7 1568-1572, 2010.

KALFARENTZOS, E.; DELIGIANNI, D.; MITROS, G.; TYLLIANAKIS, M. Biomechanical evaluation of plating techniques for fixing mandibular angle fractures:

the introduction of a new 3D plate approach. *J Oral Maxillofac Surg*, Philadelphia, 13:139–144, 2009.

KIM, H. C.; ESSAKI, S.; KAMEYAMA, T. Comparison of screw placement patterns on the rigidity of the sagittal ramus osteotomy: technical note. *J Cranio Maxillofac Surg*, Edinburgh, v. 23, n. 1, p. 54-56, 1995.

KOHN, D. H.; RICHMOND, E. M.; DOOTZ, E. R.; FEINBERG, S. E.; PIETRZAK, W. S. In vitro comparison of parameters affecting the fixation strength of sagittal split osteotomies. *J Oral Maxillofac Surg*, Philadelphia, v. 53, n. 12, p. 1374-1383, 1995.

TU, H. K.; TENHULZEN, D. Compression osteosynthesis of mandibular fractures- a retrospective study. *J Oral Maxillofac Surg*, Philadelphia, v. 43, n. 8, p. 585-9, 1985.

KROON, F. H.; MATHISSON, M.; CORDEY, J, R. The use of miniplates in mandibular fractures. An in vitro study. *J Craniomaxillofac Surg*, Edinburgh, v. 19, n. 5, p. 199-204, 1991.

LEVY, F. E.; SMITH, R. W.; ODLAND, R, M.; MARENTETTE, L. J. Monocortical miniplate fixation of mandibular angle fractures. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*, Chicago, v. 117, n. 2, p. 149–154, 1991.

LIZUKA, T.; LINDGVIST, C.; HALLIKAINEN, D. Infection after rigid internal fixation of mandibular fractures: a clinical and radiologic study. *J Oral Maxillofac Surg*, Philadelphia, v. 49, n. 6, p. 585-93, 1991.

MALHOTRA, K.; SHARMA, A.; GIRADDI, G.; KUMAR, A. Versatility of Titanium 3D Plate in Comparison with Conventional Titanium Miniplate Fixation for the Management of Mandibular Fracture. *J. Maxillofac. Oral Surg*, New Delhi v. 11, n. 3, p. 284–290, 2012.

MATHOG, R. H.; TOMA, V.; CLAYMAN, L.; WOLF, S. Non union of the mandible: an analysis of contributing factors. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia v. 58, n. 7, p. 746-752, 2000.

MEYER, C.; SERHIR, L.; BOUTEMI, P. Experimental evaluation of three osteosynthesis devices used for stabilizing condylar fractures of the mandible. **J Craniomaxillofac Surg**, v. 34, n. 3, p. 173–181, 2006.

MICHELET, F. X.; DEYMES, J.; DESSUS, B. Osteosynthesis with miniaturized screwed plates in maxillo-facial surgery. **J Maxillofac Surg**, Stuttgart, v. 1, n. 2, p. 79–84, 1973.

MOTAMEDI, M. H. An assessment of maxillofacial fractures: a 5-year study of 237 patients. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia. v. 61, n. 1, p. 61-4, 2003.

MURPHY, MT.; HAUG, R. H.; BARBER, J. E. An in vitro comparison of the mechanical characteristics of three sagittal ramus osteotomy fixation techniques. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v. 55, n. 5, p. 489-494, 1997.

OLSON, B.; FONSECA, R. J.; ZEITLER, D. L. Fractures of the mandible: A review of 580 cases. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v. 40, n. 1. p. 23-8, 1982.

PASSERI, L. A.; ELLIS III, E.; SINN, D. P. Complications of nonrigid fixation of mandibular angle fractures. **J Oral Maxillofac Surg**. Philadelphia, v. 51, n. 4, p. 382-384, 1994.

PETERSON, G. P.; HAUG, R. H.; VAN, J. A biomechanical evaluation of bilateral sagittal ramus osteotomy fixation techniques. **J Oral Maxillofac Surg**. Philadelphia, v. 63, n. 9, p. 1317-1324, 2005.

PREIN, J.; RAHN, B. A. Scientific and technical background. In: Prein J. Manual of internal fixation of the cranio-facial skeleton. Berling: Spreinger-Verlag; 1998. Chap. 1, p. 1-49.

POTTER, J.; ELLIS, E. Treatment of mandibular angle fractures with a malleable noncompression miniplate. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v. 57, n. 3 p. 288-92, 1999.

ROZEMA, F. R.; OTTEN, E.; BOS, R. R.; BOERING, G.; VAN, J. D. Computer aided optimization of choice and positioning of bone plates and screws used for internal fixation of mandibular fractures. **Int J Oral Maxillofac Surg**. Copenhagen. v. 21, n. 4, p. 373-377, 1992.

RUDDERMAN, R. H.; MULLEN, R. L. Biomechanics of the facial skeleton. **Clin Plast Surg**. v. 19, n. 1, p. 11-29, 1992.

SAUERBIER, S.; KUENZ, J.; HAUPTMANN, S.; HOOGENDIJK, C. F.; LIEBEHENSCHER, N.; SCHÖN, R. Clinical aspects of a 2.0-mm locking plate system for mandibular fracture surgery. **J Craniomaxillofac Surg**, v. 38, n. 7, p. 501-504, 2010.

SALUJA, H.; KINI, Y.; MAHINDRA, U.; KHARKAR, V.; RUDAGI, BM.; DEHANE, V. A comparative evaluation of different treatment modalities for parasymphysis fractures: a pilot study. **Int J Oral Maxillofac Surg**, Copenhagen, v. 41, n. 8. p. 906-911, 2012.

SEHGAL, S.; RAMANUJAM, L.; PRASAD, K.; KRISHNAPPA, R. Three-dimensional v/s standard titanium miniplate fixation in the management of mandibular fractures e A randomized clinical study. **J Craniomaxillofac Surg**, Stuttgart, v. 42, n. 7. p. 1292-98, 2014.

SCHIERLE, H. P.; SCHMELZEINSEN, R.; RAHN, B.; PYTLIK, C. One- or two-plate fixation of mandibular angle fractures? **J Craniomaxillofac Surg**, Stuttgart, v. 25, n. 3, p. 162-168, 1997.

SHETTY, V.; CAPUTO, A. Biomechanical validation of the solitary lag screw technique for reduction mandibular angle fractures. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v. 50, n. 6, p. 603–607, 1992.

SIDDIQUI, A.; MARKOSE, G.; MOOS, K. F.; MCMAHON, J.; AYOUB, A. F. One miniplate versus two in the management of mandibular angle fractures: a prospective randomised study. **Br J Oral Maxillofac Surg**, Edinburgh, v. 45, n. 3, p. 223–225. 2007.

TAMS, J.; VAN, J.P.; OTTEN E, ROZEMA, F. R.; BOS, R. R. A three dimensional study of bending and torsion moments for different fracture sites in the mandible: an in vitro study. **Int J Oral Maxillofac Surg**. Copenhagen, v. 26, n. 6, p. 383-388, 1997.

TATE, G, S.; ELLIS, E; THROCKMORTON, G. Bite forces in patients treated for mandibular angle fractures: implications for fixation recommendations. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v. 52, n. 7, p. 734–736, 1994.

THARANON, W. Comparison between the rigidity of bicortical screws and miniplate for fixation of a mandibular setback after a simulated bilateral sagittal split osteotomy. **J Oral Maxillofac Surg**. Philadelphia, v. 56, n. 12, p. 1055-1058, 1998.

TRIVELLATO, A. E.; PASSERI, L. A. Evaluation of osteotomy fixation changing the number, extension and the location of the plates. **Br J Oral Maxillofac Surg**. Edinburgh, v. 44, n. 5, p. 377-381, 2006.

VINEETH, K.; LALITHA, R. M.; PRASAD, K.; RANGANATH, K.; SHWETHA, V.; SINGH, J. A comparative evaluation between single noncompression titanium miniplate and three dimensional titanium miniplate in treatment of mandibular angle fracture—a randomized prospective study. **J Craniomaxillofac Surg**, Stuttgart, v. 41, n. 2, p. 103-9, 2013.

WAGNER, W. F.; NEAL, D. C.; ALPERT, B. Morbidity associated with extraoral open reduction of mandibular fractures. **J Oral Surg**, v. 37, n. 2, p. 97-100, 1979.

WEINGÄRTNER, T.; DILLMANN, R. Simulation of jaw-movements for the musculoskeletal diagnoses. **Stud Health Technolog Inform**, Amsterdam, v. 39, p. 401–410, 1997.

WITTENBERG, J.; MUKHERJEE, D.; SMITH, B.; KRUSE, R. Biomechanical evaluation of new fixation devices for mandibular angle fractures. **Int J Oral Maxillofac Surg**, Copenhagen, v. 26, n. 1, p. 68–73, 1997.

YAMAJI, M. A.; NETO, P, J.; RIBEIRO, M.; PEREIRA, L. C.; DE MORAIS, M.; SVERZUT, C. E.; TRIVELLATO AE. Evaluation of in vitro r Oral and Maxillofacial Surgery resistance of different 2.0-mm titanium plates on the mandibular angle sectioning. **Oral Maxillofac Surg**, Berlin, v. 19, n. 1, p. 65-70, 2015.

ZACHARIADES, N.; PAPADEMETRIOU, J.; RALLIS, G. Mandibular fractures treated by bone plating and intraosseous wiring. A comparative study. **Rev Stomatol Chir Maxillofac**. Paris, v. 95, n. 5, p. 386-390, 1994.

ZICCARDI, V. B.; SCHNEIDER, R. E.; KUMMER, F. J. Wurzburg lag screw plate versus four-hole minipalte for the treatment of condylar process fractures. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v. 55, n. 6, p. 602-607, 1997.

ZIX, J.; LIEGER, O.; IIZUKA T. Use of straight and curved 3-dimensional titanium miniplates for fracture fixation at the mandibular angle. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v. 65, n. 9, p. 1758–1763, 2007.