



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



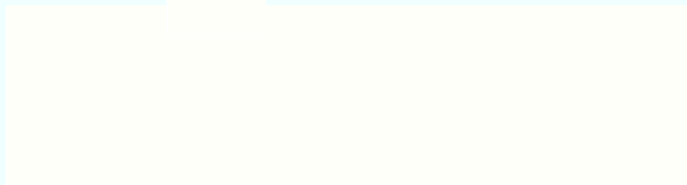
ANEXO 2

CONCORDÂNCIA DO ORIENTADOR

Declaro que o (a) aluno (a) Marcela Ribeiro RA 095850
esteve sob minha orientação para a realização do Trabalho de Conclusão de Curso
intitulado Análise biomecânica das forças de no ano de 2012.

*tensão, tração e torção em diferentes técnicas de fixação para o tratamento de fraturas
do corpo de mandíbula de*
Concordo com a submissão do trabalho apresentado à Comissão de *posuinta*
Graduação pelo aluno, como requisito para aprovação na disciplina DS833 - Trabalho de
Conclusão de Curso.

Piracicaba, 02 de outubro de 2012.





UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS- UNICAMP



FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

Análise biomecânica das forças de tensão, tração e torção em diferentes técnicas de fixação para tratamento de fraturas de corpo de hemimandíbula de poliuretano.

Monografia de Final de Curso

Aluno(a): Marcela Ribeiro Cunha
Orientador(a): Prof. Dr. Roger William Fernandes Moreira

Ano de Conclusão do Curso: 2012

PIRACICABA

2012

i

Marcela Ribeiro Cunha

Análise biomecânica das forças de tensão, tração e torção em diferentes técnicas de fixação para tratamento de fraturas de corpo de hemimandíbula de poliuretano.

Monografia apresentada ao curso
De Odontologia da Faculdade de Odontologia
de Piracicaba- UNICAMP, para obtenção do
Diploma de Cirurgião-Dentista.
Orientador: Prof, Dr. Roger William Fernandes Moreira

Piracicaba

2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
JOSIDELMA F COSTA DE SOUZA– CRB8/5894 - BIBLIOTECA DA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA DA UNICAMP

Cunha, Marcela Ribeiro.

C914a Análise biomecânica das forças de tensão, tração e torção em diferentes técnicas de fixação para tratamento de fraturas de corpo de hemi-mandíbula de poliuretano / Marcela Ribeiro Cunha. -- Piracicaba, SP: [s.n.], 2012.

Orientador: Roger William Fernandes Moreira.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1.Fraturas mandibulares. 2. Placas Ósseas. 3.Fraturas - Fixação interna. I.Moreira, Roger William Fernandes. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

DEDICATÓRIA

A Eulália, minha mãe, pelo apoio, cuidado,
incentivo que sempre me deu, por acreditar em mim,
por se alegrar tanto com minhas vitórias,
por se mostrar forte diante da distância para
que eu também fosse, pelo amor sem medida,
e pela alegria ao me ver voltar pra casa.

Se não fosse por ela, hoje eu não estaria nessa
faculdade.

A Fausto, meu pai, por sempre fazer de tudo para
que eu fosse feliz, por ser exemplo de pai, marido, avô,
por demonstrar todos os dias o seu amor por mim
e fazer a contagem regressiva pra minha volta.

A Rafaela, minha irmã, por ter me inspirado
a seguir essa profissão, por ser tão amiga
e parceira pra todas as horas,
por ver sempre o melhor em mim.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por nunca ter me deixado sozinha, sei que Você esteve presente em todos os meus dias, senti Sua presença de forma concreta em vários momentos da minha vida, sei que Você traçou esse caminho e me deu a mão para que eu conseguisse trilhá-lo, mesmo fraquejando, pensando em desistir, Você me deu motivos para seguir, foi meu Pai e me deu o colo da Sua mãe Maria para que eu pudesse descansar quando eu não agüentava mais! Eu não entendo um amor assim, eu só sei que eu não consigo mais viver sem Você. Muito obrigada meu Deus, por me amar tanto assim, mesmo quando eu não merecia.

Ao meu namorado Gustavo, agradeço pelo apoio, por me dar força em todos os momentos, por ser o primeiro em dizer que eu sempre conseguiria, por me esperar de braços abertos, por me amar e me fazer sentir a pessoa mais sortuda desse mundo. Te amo!

A minha prima, Andréa (tchuquinha) e hoje minha afilhada, sou muito grata pelos momentos que vivemos juntas, no meu 2º ano de faculdade quando você veio morar comigo, eu pude perceber que você foi um presente de Deus na minha vida, um pedacinho da minha família, cuidando de mim quando eu estava doente, me dando amor, broncas, sei que tudo que você fez por mim foi para que eu fosse feliz. Muito obrigada tchuquinha por ser uma irmã pra mim.

As minhas amigas que moram comigo, minha família de Piracicaba, eu serei eternamente grata a vocês, vou sentir muita falta das nossas conversas, da casa barulhenta, dos risos, das farras, de cada uma por ter me conquistado de forma diferente e especial. A Beatriz, com aquela gargalhada gostosa de ouvir, a minha primeira amiga de quarto, desde a primeira vez que eu te vi no pensionato eu já percebi que nos daríamos bem, você foi minha amiga desde o início, muito obrigada por me deixar fazer parte da sua vida, meu orgulho do Maratoma. A Francine, que divide o quarto comigo, minha alma gêmea, sei que o que sentimos uma pela outra é muito sincero, você é uma pessoa de princípios e caráter inquestionável, muito

obrigada por ser minha parceira pra todos os momentos, por me consolar enquanto eu chorava, por ir comigo à missa, pelas orações antes de dormir (boa noite anjo da guarda!), por sempre ter me dado forças dizendo que eu ia conseguir passar todas as dificuldades. Muito obrigada pelo carinho e cuidado que sempre teve comigo! À Larissa, minha conterrânea de Goiás, a pessoa mais calma que eu já conheci, nunca a vi saindo do sério, e olha que não é fácil conviver com 6 mulheres juntas. Você é muito importante pra mim, me ensinou que tem horas que é melhor calar e que escutar é sempre o melhor remédio. Muito obrigada pelos finais de semana juntas, só nós duas! À Mabelle, minha vizinha de Box na clínica, a inteligência em pessoa, já me ensinou tanta coisa, desde o primeiro ano ela é quem tira minhas dúvidas. Está aí uma pessoa que eu admiro, sei que Deus te colocou do meu lado naquela clínica, pois nos momentos difíceis era só eu dar uma olhada pra você com aquela cara que você falava: Respira! E assim me deixava mais calma, só de saber que eu tinha alguém que eu podia contar ali do lado. À Nádia, que foi minha amiga desde o início, com 2 semanas que nós nos conhecíamos ela fez por mim o que amiga de infância talvez não faria, isso me deu uma segurança enorme, saber que tinha uma pessoa que me protegeria e lutaria por mim, mesmo eu tão longe de casa. Você é única, tem um jeito todo especial de ser, se mostra forte mais é frágil por dentro, é tão engraçada que me fez rir dos meus próprios defeitos (vou sentir falta de ouvir suas risadas quando eu for dormir). Muito obrigada por sempre ter sido tão sincera comigo, assim também fui com você e por sempre ir me consolar quando eu estava chorando. O que você fez por mim eu nunca vou esquecer, sei que tenho uma amiga leal pro resto da vida. À Vanessa, pela amizade, mesmo em meio a algumas briguinhas, me ensinou a aceitar que na vida sempre existirão opiniões diferentes das suas. Muito obrigada pelos finais de semana juntas, por ter me ajudado quando eu estava triste e ter sido minha companheira de todos os momentos. Enfim, meus amores, cada uma de vocês foi a família que eu precisa, me amando, me ensinando, me dando broncas, me amparando nos momentos difíceis e me fazendo rir como nunca ri na vida. Hoje eu sei que vocês foram escolhidas a dedo para estar ao meu lado durante esse 4 anos para que eu crescesse e aprendesse muito, se hoje eu sou uma pessoa melhor eu devo isso à vocês. “Eu poderia suportar, embora não sem dor, que tivessem morrido todos os meus amores, mas enlouqueceria se morressem todos os meus amigos!” Amo vocês

Ao Professor Roger, pela orientação neste trabalho, pelos ensinamentos e pela oportunidade de fazer um projeto desses, principalmente com uma pessoa que eu admiro tanto. Espero ser um dia uma profissional como você.

À Andrezza Lauria, pela dedicação e tamanha ajuda, deixando sua sexta à noite para se reunir comigo, seus compromissos e me colocando como uma prioridade em meio a tantas tarefas que ela precisava realizar. Muito obrigada, sem você eu não teria conseguido!

Ao Fábio Sato, pela contribuição na realização deste trabalho, por estar sempre disposto a ajudar, pelos ensinamentos e apoio.

Aos Professores da área de Cirurgia Bucomaxilofacial, que com o amor que têm pela profissão, me inspiraram a escolher esta a seguir.

RESUMO

A resistência de placas utilizadas nas cirurgias de trauma de face são de extrema importância, visto que são utilizadas de forma rotineira na Cirurgia Buco-Maxilo-Facial e estão expostas constantemente à forças mastigatórias das estruturas a que elas estão relacionadas. Para que as placas de fixação possam ser usadas com segurança e previsibilidade, é necessário que as mesmas sejam testadas. Esse trabalho visou analisar biomecanicamente duas técnicas de fixação para tratamento de fraturas de corpo em hemi-mandíbulas de poliuretano através de uma máquina de ensaio universal Instron 4411 e para isso foram utilizadas 10 hemi-mandíbulas de poliuretano que simularam fraturas simples de corpo da mandíbula, divididas em 2 grupos: 05 hemi-mandíbulas com duas placas do sistema 2.0mm nas zonas de tensão e compressão no primeiro grupo e 05 hemi-mandíbulas com utilização de barra de erich e 1 placa do sistema 2.0mm nas zonas de tensão e neutra, respectivamente, no segundo grupo. Os resultados dos testes mecânicos indicaram que a fixação utilizando duas placas do sistema 2.0mm apresentou mais resistência às cargas e maior deslocamento do que a fixação com uma placa do sistema 2.0mm e 1 barra de Erich. Desta forma podemos concluir que a utilização de duas placas do sistema 2.0mm tem maior resistência mecânica do que uma placa 2.0mm associada a uma barra de Erich.

Palavras-chave: Fraturas Mandibulares, Placas Ósseas, Fixação Interna de Fraturas

ABSTRACT

The resistance of plates used in facial trauma surgeries is extremely important, since they are used routinely in oral and maxillofacial surgery and are constantly exposed to masticatory forces of the structures to which they are related. For safe and predictability usage of fixation plates, it is necessary to test them. The aim of this study was to evaluate biomechanically two fixation techniques used in the treatment of mandibular body fractures with polyurethane hemimandibles replicas through a universal testing machine Instron 4411. For this research, a sample of 10 polyurethane hemimandibles with simulated simple body mandibular fractures were divided into 2 groups: 05 hemimandibles with 2 plates of 2.0mm system in zones of tension and compression in the first group and 05 hemi-mandibles using Erich arch-bar and 1 plate of 2.0mm system in zones of tension and neutral zone, respectively, in the second group. The results of mechanical tests demonstrated that the fixation technique using 2 plates of 2.0mm system showed higher loading resistance and major displacement than the fixation with 1 plate of 2.0mm system and Erich arch-bar. Based on these facts, we conclude that the use of 2 plates of 2.0mm system has higher mechanical resistance than a 1 plate of 2.0mm system and arch-bar.

Key Words: Mandibular Fractures, Bone Plates, Fracture Fixation, Internal

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA	11
2. PROPOSIÇÃO	16
3. MATERIAIS E MÉTODOS	17
4. RESULTADOS	31
5. DISCUSSÃO	35
6. CONCLUSÕES	38
7. REFERÊNCIAS	39

1INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA

O índice de lesões traumáticas na face é elevado se comparado a injúrias em outras áreas, pois esta região do corpo está normalmente exposta, sem proteções externas. As causas do trauma bucomaxilofacial variam com a idade, sexo, condição social, localização geográfica do indivíduo e acidentes com veículos, quedas, prática esportiva, violência pessoal e acidentes de trabalho estão entre as principais causas (Vasconcelos *et al.*, 2003).

O trauma facial pode ser dividido anatomicamente em fraturas envolvendo o terço superior, incluindo o osso frontal e margem supraorbital; terço médio, incluindo os ossos nasal, orbital, maxilar e o complexo zigomático; e o terço inferior correspondendo ao osso mandibular (Kim e Huoh, 2010).

O diagnóstico em pacientes recém-traumatizados é mais obscuro em decorrência de hematomas, dificuldade para abrir a boca, hemorragias, deformidades estéticas e lesões associadas (craniofaciais e outros segmentos corporais). Dessa forma, é imperativa a obtenção de exames por imagem, a fim de auxiliar o diagnóstico e planejamento do tratamento (Valiati *et al.*, 2008).

A face apresenta uma diversidade de ossos que se interagem em suas atividades e apresenta apenas um osso móvel, a mandíbula. Devido as inserções musculares nela presente e posição na face, a probabilidade de sofrer traumas e deslocamentos ósseos tornam-se mais significativos, tendo em vista que as fraturas mandibulares correspondem a dois terços da fraturas faciais (Vasconcellos *et al.*, 2003).

De acordo com Assael *et al.* (1998) as fraturas mandibulares foram classificadas pela localização anatômica: Fraturas de côndilo, fraturas de ângulo, fraturas de corpo, fraturas de sínfise, fraturas do processo alveolar, fraturas do ramo e fraturas do processo coronóide. Peterson *et al.* (2005) relata que as fraturas, de acordo com

sua frequência, ocorrem mais em côndilo mandibular, seguido de ângulo, sínfise e posteriormente o corpo de mandíbula.

Uma outra classificação segundo o padrão de fratura é citada por Fonseca *et al.* (2009):

- Fratura em Galho Verde: quando envolve fraturas incompletas e envolve apenas uma cortical;
- Fratura Simples (fechada): quando ocorre uma transecção completa do osso, sem contato com o meio externo;
- Fratura Cominutiva: quando o osso fraturado é deixado com múltiplos segmentos;
- Fratura Composta (aberta): quando ocorre comunicação do osso fraturado com o meio externo, seja pela mucosa (incluindo o ligamento periodontal) ou pela pele;
- Fratura Patológica: Ocorre por uma patologia pré-existente que fragiliza estruturalmente o osso;
- Fratura Complexa: Pode ser simples ou composta, mas que está associada com uma injúria tecidual significativa.

Assim, o diagnóstico das fraturas mandibulares deve definir natureza, localização, número de fraturas, direção, tipo e possíveis complicações e interferências funcionais, de forma a orientar o tratamento para um método que neutralize a ação muscular com vistas à estabilidade do caso (Faria *et al.*, 1997).

A avaliação pormenorizada de uma fratura mandibular deve ser feita através de exame clínico e radiográfico, que podem incluir radiografias panorâmicas, radiografias de face como PA de mandíbula, radiografia perfil ou lateral oblíqua de mandíbula e ainda a tomografia computadorizada (Miloró *et al.*, 2009). A tomografia computadorizada oferece ao cirurgião a capacidade de avaliar mais detalhadamente as fraturas faciais, sendo a melhor opção para o exame de paciente com trauma maxilofacial (Faria *et al.*, 1997).

No tratamento cirúrgico de fraturas faciais, existem princípios que devem ser seguidos para obtenção do sucesso do tratamento: Redução da fratura(reposição dos segmentos ósseos em suas corretas posições anatômicas), fixação e contenção dos segmentos ósseos e imobilização no local da fratura (Peterson *et al.*, 2005).Especificamente para a mandíbula, o tratamento pode ser realizado através de uma forma mais conservadora como a realização de bloqueio maxilo-mandibular (BMM) com fios de aço até procedimentos sob anestesia geral com exploração cirúrgica, redução e fixação da fratura (Fonseca *et al.*, 2009).

Na técnica de bloqueio maxilo-mandibular com fios de aço, utiliza-se um arco pré-fabricado adaptado e fixado aos dentes em cada arcada com fios de aço, para que ambas as arcadas sejam fixadas uma a outra, reposicionando os dentes por um período de 45 dias. Os arcos-barra são indicados principalmente em casos de urgência para estabilizar temporariamente os fragmentos antes do tratamento definitivo; como banda de tensão em combinação com fixação interna rígida; em tratamentos conservadores e para fixação de dentes avulsionados ou fraturas dentoalveolares. (Assael *et al.*, 1998)

Embora a técnica com bloqueio maxilo-mandibular ainda seja utilizada, as técnicas de fixação atualmente são baseadas no uso de placas e/ou parafusos ósseos. A fixação interna rígida é um dispositivo utilizado para estabilização da fratura que é colocado em contato direto com a estrutura óssea. Ele permite função mandibular durante o reparo ósseo, além de otimizar o processo de reparo pela redução anatômica precisa e rigidez na imobilização dos fragmentos (Tu e Tenhulzem, 1985).

Observações clínicas e estudos biomecânicos vêm demonstrando que durante a função mandibular normal, a tensão ocorre próximo aos dentes e a zona de compressão ocorre ao longo do bordo inferior da mandíbula (Ellis III, 2009), por esses motivos, placas de fixação em mandíbula são instaladas nessas regiões, evitando dessa forma o deslocamento da fratura durante sua atividade funcional.

O uso de miniplacas vem mudando o tratamento de fraturas nas últimas duas décadas (Sauerbier *et al.*, 2008) e vários métodos de fixação para mandíbula, tais

como placas compressivas, não compressivas, placas reconstrutivas, parafusos isolados, tanto por acesso extra ou intra-oral, vem sendo utilizados com variados graus de sucesso (Ellis III, 1999). Falando-se especificamente de corpo mandibular, Milloro *et al.* (2009) citam que, para fraturas lineares simples, a aplicação de uma única miniplaca do sistema 2.0mm ao longo da borda inferior, combinada com uma barra, é normalmente uma fixação adequada.

Como vantagens da fixação interna rígida, podem-se citar a liberação do bloqueio maxilo-mandibular pós-operatório, possibilidade de retorno do paciente as suas funções sociais de forma rápida, movimentação mandibular precoce e manutenção da alimentação mais próxima do normal (Trivellato, 2001). Algumas desvantagens estão associadas a sua utilização como precisão da técnica, restauração da oclusão com alta precisão e a necessidade de adaptação meticulosa ao contorno ósseo (Zachariades *et al.*, 1993).

As razões de falha estão quase sempre relacionadas ao cirurgião, mais do que ao material de fixação utilizado. É muito importante reanalisar os casos de falha no intuito de reconhecer e entender os motivos da complicação. Diversas complicações estão descritas na literatura como redução inadequada, posicionamento inadequado de placas e parafusos, erros na dobradura das placas, infecção, má união ou não união e fratura dos meios de fixação por falta de estabilidade. (Assael *et al.*, 1998)

Escassos trabalhos são encontrados na literatura científica sobre técnicas de fixação em fraturas de corpo mandibular e a realização de estudos biomecânicos das diferentes técnicas de fixação interna rígida para fraturas de corpo da mandíbula citadas na literatura se faz necessária. Ao avaliarmos a estabilidade funcional das fixações através da simulação dos vetores e intensidade de carga a que estes sistemas serão submetidos, os seus resultados poderão ser associados à clínica. Para isto, é necessário o uso de um modelo que simule a anatomia da mandíbula humana, sendo utilizado neste trabalho uma réplica em resina de poliuretano, já mencionado na literatura, como substituto da mandíbula humana em testes biomecânicos (Ziccardi *et al.*, 1991; Haug *et al.*, 2002).

Não há nenhuma evidência clara na literatura que uma técnica de fixação interna rígida para tratamento de fraturas simples (linear) de corpo de mandíbula é melhor do que outra (Ellis III, 2011). A partir disso, esse projeto visou avaliar a resistência mecânica de duas técnicas de fixação em fraturas de corpo de hemi-mandíbulas de poliuretano.

2PROPOSIÇÃO

O objetivo deste estudo foi avaliar a resistência mecânica de placas e parafusos do sistema 2.0 mm em dois tipos de técnica de fixação em réplicas de hemi-mandíbulas humanas em resina de poliuretano, submetidas a testes mecânicos de carregamento linear.

.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 PLACAS E PARAFUSOS

Foram utilizados para este trabalho 40 parafusos de titânio do sistema 2.0mm x 5mm, 20 parafusos de titânio do sistema 2.0mm x 11mm e 15 miniplacas com extensão 4 furos de titânio do sistema 2.0 mm todos da marca Tóride (Tóride Indústria e Comércio Ltda. – Mogi Mirim, São Paulo – Brasil).

A fim de determinar possíveis variações nos resultados devido à falta de padronização dimensional das placas e parafusos, o material utilizado no estudo foi mensurado conforme estudo de Trivelato (2001), com o uso de paquímetro digital da marca Mitutoyo modelo Série 500 (Mitutoyo Sul Americana Ltda – São Paulo, São Paulo – Brasil) e com precisão de 0,01 mm. Foram avaliadas seis medidas em 05 placas e quatro medidas em 05 parafusos de 11mm e 05 parafusos de 05mm, os quais foram escolhidos aleatoriamente dentro da amostra total. Cada uma das peças foi mensurada três vezes e estabelecida uma média final (Figura 01).

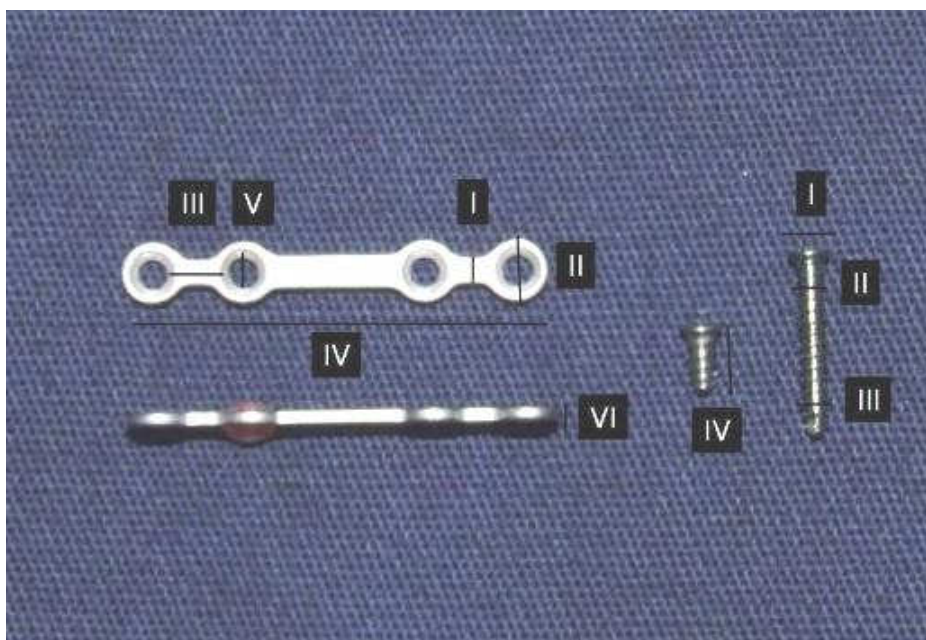


Figura 01 – Avaliação dimensional das placas e parafusos. Para as placas: (I) Largura das placas entre os furos, (II) Largura das placas nos furos, (III) Distância entre os furos, (IV) Comprimento das placas, (V) Diâmetro dos furos, (VI) Espessura

da placa; Para os parafusos: (I) Diâmetro da cabeça dos parafusos, (II) Diâmetro externo da rosca do parafuso, (III) Diâmetro da haste do parafuso, (IV) Comprimento dos parafusos.

3.2 HEMI-MANDÍBULAS

Para os testes foram utilizadas hemi-mandíbulas de poliuretano rígido com dentes da marca comercial Nacional e densidade padronizada de 200 /L (Franceschi & Costa e Silva Ltda. – Jaú, São Paulo – Brasil). Estas foram submetidas a um seccionamento simulando uma fratura de corpo de mandíbula (em região de pré-molares e primeiros molares inferiores) com auxílio de um disco diamantado, acoplado a peça reta em micromotor elétrico. Por fim, todas as fraturas simuladas de hemi-mandíbulas foram fixadas com placas e parafusos de acordo com seu respectivo grupo através da confecção de um guia de resina acrílica quimicamente ativada incolor (Dental Vipi Ltda. Pirassununga – São Paulo, Brasil) para padronização da fixação.

3.3 PREPARO DAS AMOSTRAS

Para a realização desse trabalho, as amostras foram agrupadas da seguinte forma:

Grupo 1 – 05 hemimandíbulas de poliuretano com sistema de fixação interna rígida, sendo 2 placas com extensão de 4 furos de titânio do sistema 2.0mm da marca Tóride, e parafusos dispostos linearmente inseridos com angulação de 90º em relação a hemimandíbula. A primeira placa foi fixada na zona de tensão com parafusos 2.0mm x 5mm e a segunda na zona de compressão com parafusos 2.0mm x 11mm (Figura 02).



Figura 02 - Hemi-mandíbula do grupo 1 (2 placas 2.0mm)

Grupo 2 –05 hemimandibulas de poliuretano fixadas com um arco-barra do tipo Erich situado na zona de tensão e 1 placa de titânio com extensão de 4 furos do sistema 2.0mm na zona neutra, fixada com parafusos 2.0mm x 5mm, dispostos linearmente e inseridos com angulação de 90º em relação a hemi-mandíbula(Figura 03).



Figura 03 - Hemi-mandíbula do grupo 2 (1 placa 2.0mm e 1 barra de Erich)

Para a fixação, os guias de resina acrílica foram inseridos nos segmentos fraturados das hemi-mandíbulas e serviram como guia para a perfuração, essa realizada com uma broca do sistema 2.0 mm para fixação dos segmentos com a miniplaca. Após a fixação, os guias foram removidos das hemi-mandíbulas e foi verificada a correta fixação dos segmentos.

Após, todas as amostras foram incluídas em um bloco de resina acrílica autopolimerizável rosa (Artigos Odontológicos Clássico Ltda., Campo Limpo Paulista– São Paulo, Brasil) em toda a extensão do ramo mandibular(Figuras04 e 05) para permitir seu posicionamento e fixação nos suportes para realização dos testes na máquina de ensaio Instron 4411. Para isto, foi utilizado um molde metálico retangular (Figuras 06 e 07), previamente lubrificado com vaselina em pasta. A confecção dessa base em resina acrílica neste molde permitiu a padronização das dimensões de todos os blocos de resina e do posicionamento e fixação das amostras no suporte para o teste mecânico.



Figura 04 - Hemi-mandíbula do grupo 1 após inclusão em resina autopolimerizável.



Figura 05 - Hemi-mandíbula do grupo 2 após inclusão em resina autopolimerizável.

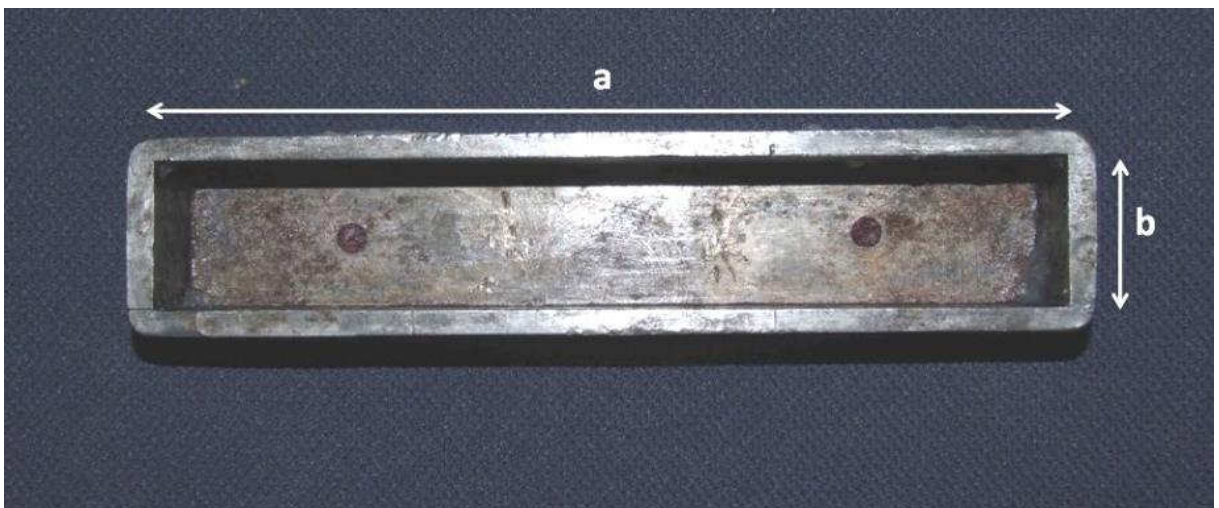


Figura 06 - Molde em metal para inclusão das hemi-mandíbulas – vista superior. (a) Comprimento do suporte = 18 cm, (b) Largura do suporte = 3 cm.



Figura 07 - Molde em metal para inclusão das hemi-mandíbulas – vista lateral. (a) Altura do suporte = 3 cm.

3.4 TESTE DE CARREGAMENTO

O Teste de Carregamento teve como objetivo avaliar a resistência dos sistemas de fixação às forças exercidas sobre os mesmos. Foi utilizada para o teste de carregamento uma máquina para ensaio universal mecânica Instron (Figura 08), modelo 4411 (Instron Corp, Norwood, MA) do Departamento de Materiais Dentários da Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas (FOP – UNICAMP).



Figura 08. Máquina de ensaio universal Instron 4411.

Para a realização de tal teste foi produzido um dispositivo metálico de aplicação de carga e um dispositivo para fixação das hemimandíbulas junto ao equipamento do teste de carregamento (Figuras 09, 10 e 11).

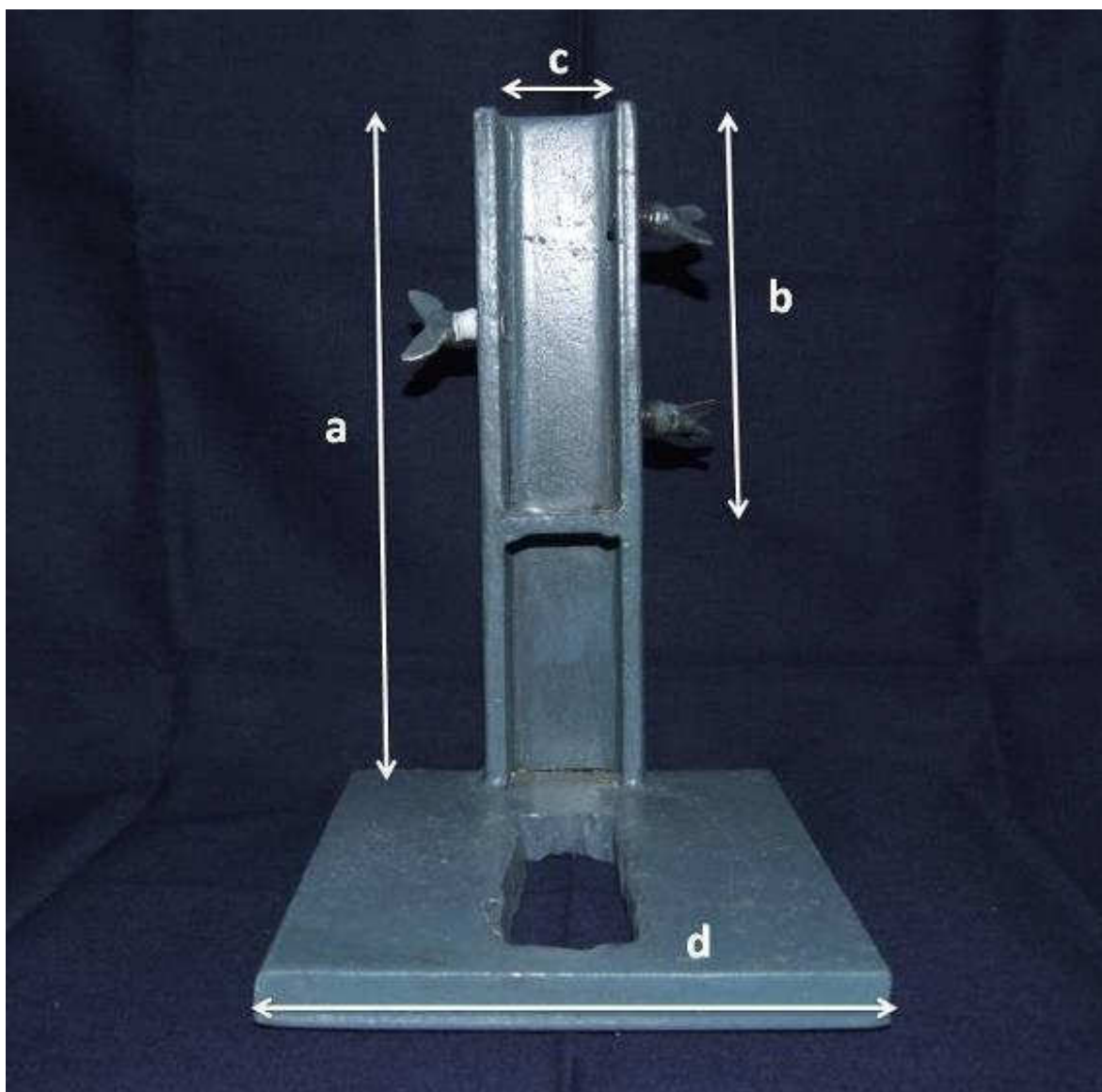


Figura 09 – Dimensões do suporte de testes. (a) Altura da haste = 18 cm, (b) Altura da haste aonde será adaptada o bloco de poliuretano = 12 cm (c) Largura interna da haste = 3 cm, (d) Largura da base do suporte = 13 cm.

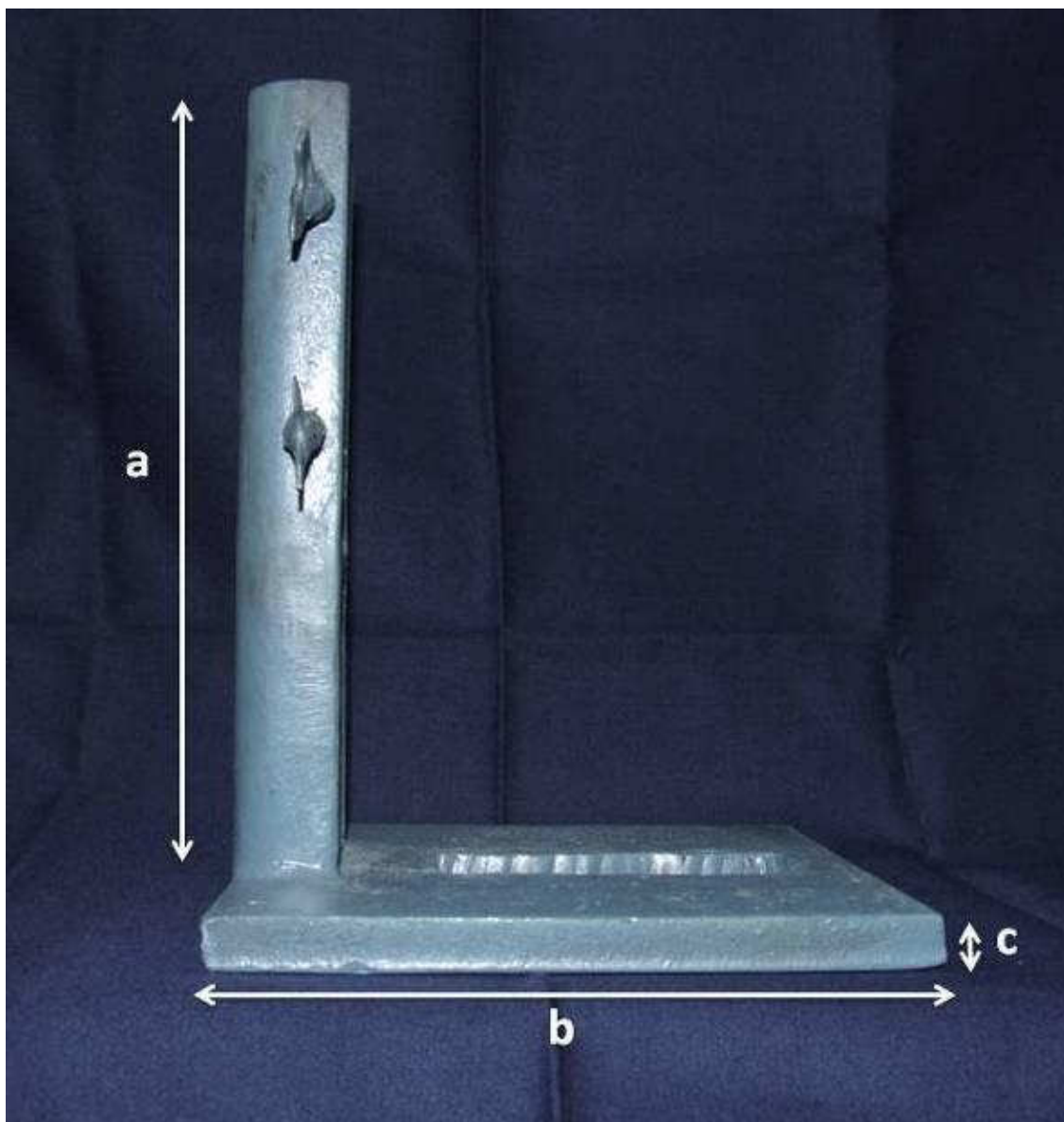


Figura 10 – Dimensões do suporte de testes. (a) Altura da haste = 18 cm, (b) Comprimento da base = 23 cm, (c) Altura da base = 1,2 cm.

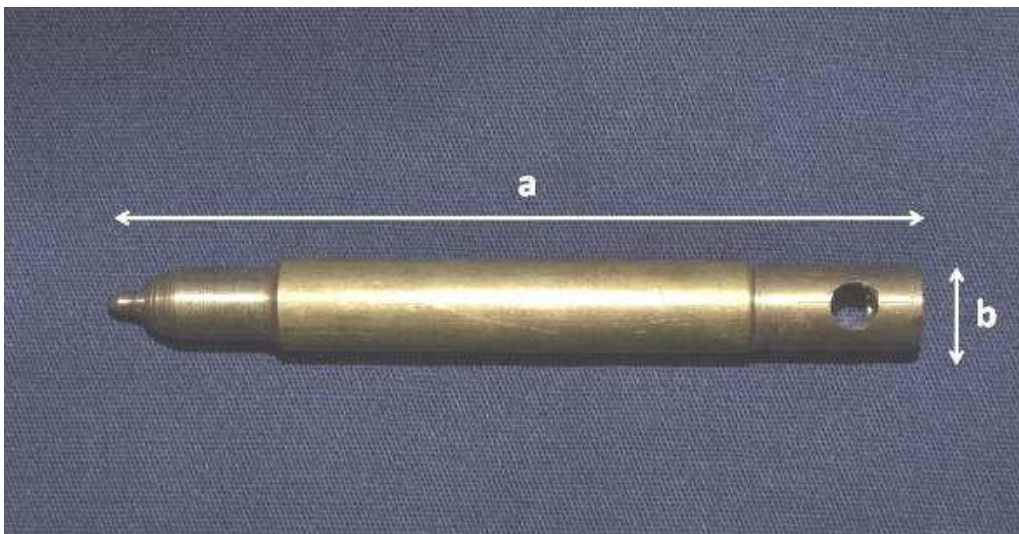


Figura 11 – Dispositivo para a aplicação de carga. (a) Comprimento da haste = 11 cm, (b) Diâmetro da haste = 1 cm.

Para o teste de carregamento, foi estabelecida uma velocidade de 1mm/min, para aplicação de carga progressiva sobre o sistema, quando foi realizada a obtenção do valor de resistência ao carregamento, em quilograma-força, na carga de pico e carga final e anotado o valor do deslocamento imposto pelo ensaio, em milímetros, nestes dois momentos. A carga foi sempre aplicada no segmento distal num ponto fixo, que recebia o dispositivo de aplicação de carga, previamente confeccionado, na parte lingual do canino (Figuras 12 e 13).

Os valores da carga de pico foram tomados no momento em que se alcançou a carga máxima antes da primeira falha do sistema, logo após esta, a carga começava a diminuir, e podíamos observar na máquina de ensaio, o registro deste valor, chamado de carga de pico. Além do valor da carga era registrado o deslocamento após a aferição da carga de pico, ou seja, carga máxima antes da primeira falha do sistema, e seu respectivo deslocamento, na aplicação de carga progressiva o sistema continuou a ser submetido ao teste até a falha total do mesmo, quando havia perda da resistência e a máquina terminava o ensaio (parava automaticamente, indicando “break”), também registrando os valores de carga e deslocamento finais (Figuras 14 e 15).

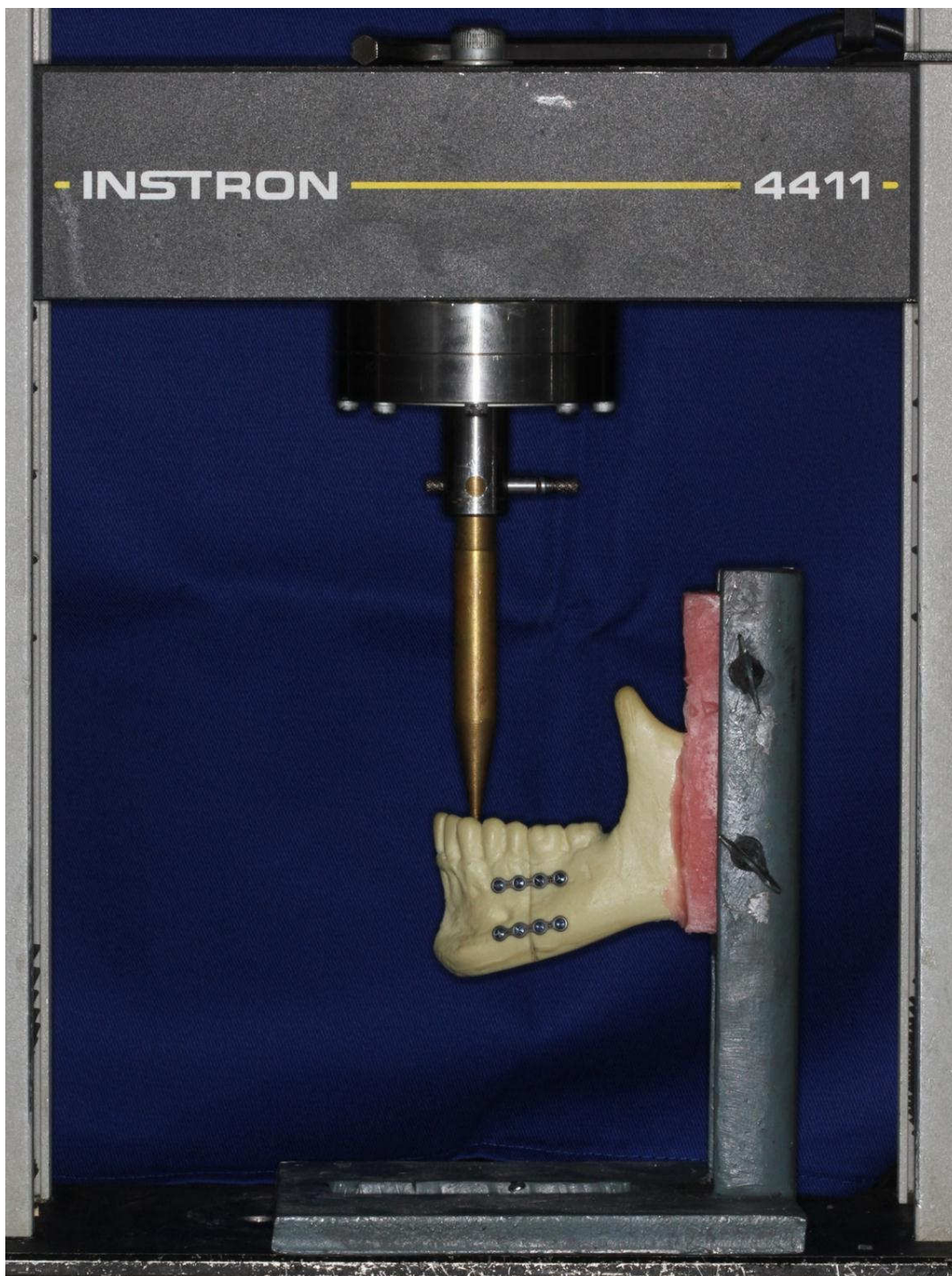


Figura 12. Teste de carregamento sendo realizado no grupo 1.

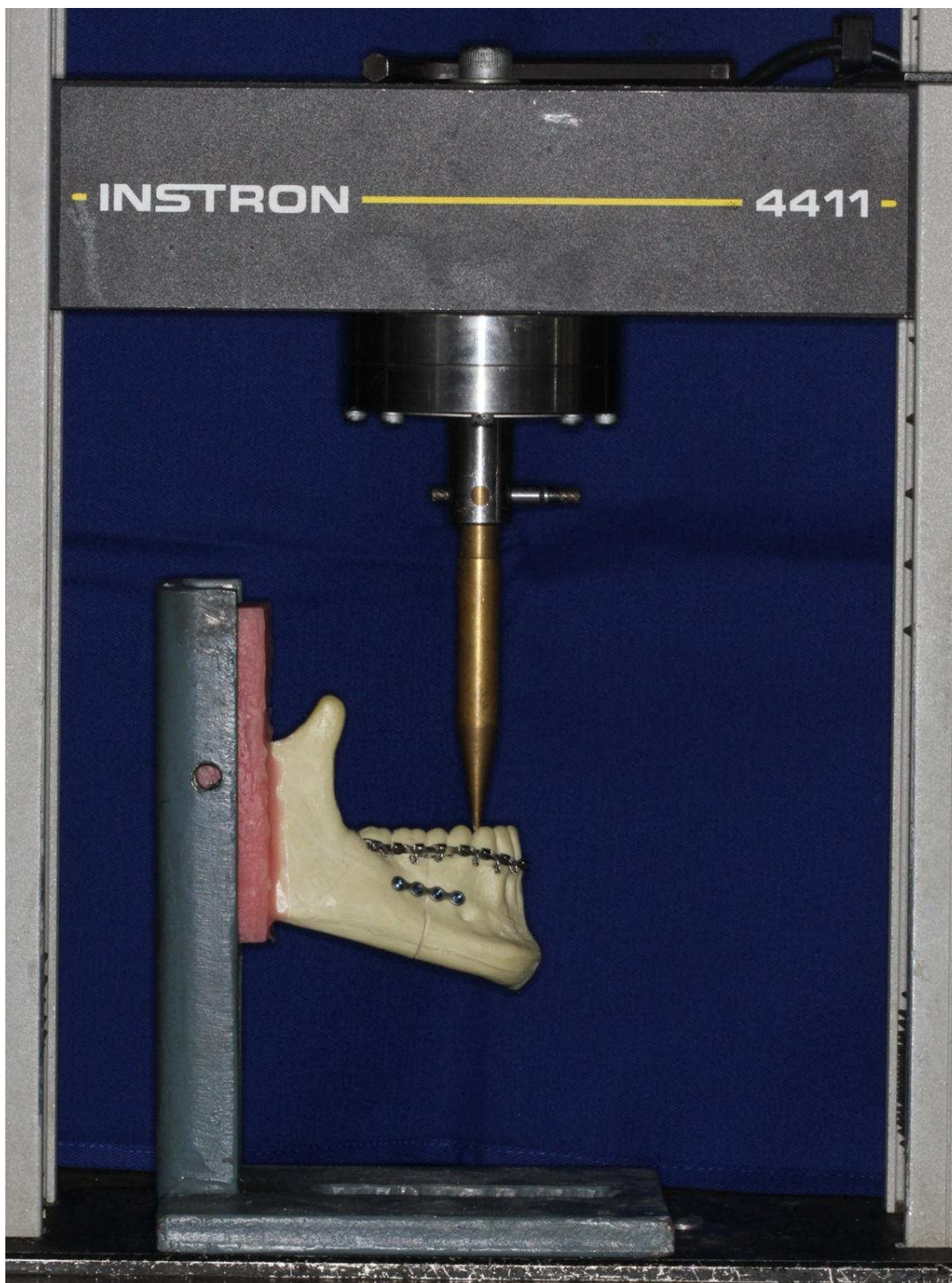


Figura 13. Teste de carregamento sendo realizado no grupo 2.



Figura 14. Painel de controle da máquina de ensaio Instron 4411.

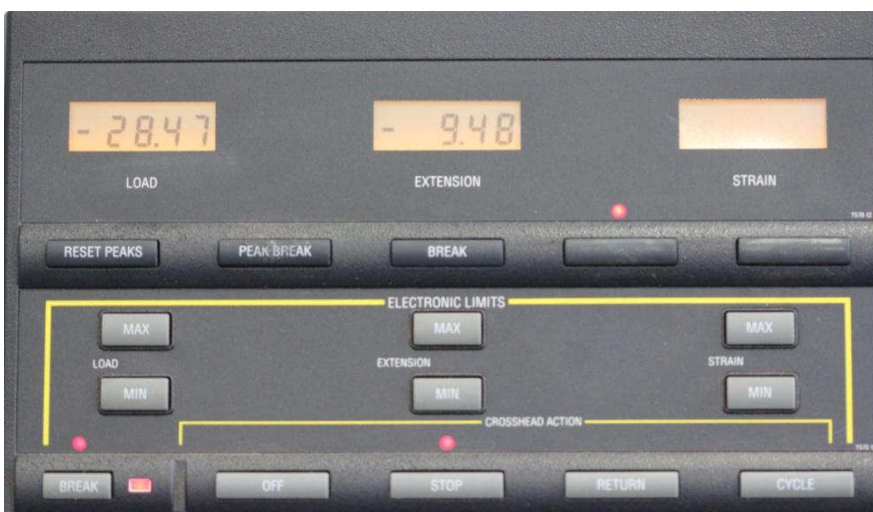


Figura 15. Painel de controle mais aproximado da máquina de ensaio Instron 4411.

3.5 FORMA DE ANÁLISE DOS DADOS DA AVALIAÇÃO MECÂNICA

A análise estatística foi realizada a fim de se comparar, quantitativamente, as médias das cargas de pico (em kgf), o deslocamento de pico (em mm), a carga final (em kgf) e o deslocamento final (em mm) para todos os grupos estudados.

Os valores foram analisados no programa de análise estatística SAS (SAS Institute Inc., Cary NC, EUA). Na análise exploratória utilizando PROCLAB, foi indicada a necessidade de transformação logarítmica para a variável carga e a inversa para a variável deslocamento. Após a transformação foi aplicada o Teste T Student com significância de 5% ($\alpha=0,05$) para a comparação entre as médias.

4 RESULTADOS

4.1 ANÁLISE DIMENSIONAL DAS PLACAS E PARAFUSOS

Foi realizada a análise dimensional das placas e parafusos e essa não deu diferença estatisticamente significativa.

4.2 TESTE DE CARREGAMENTO

Os valores de carga de pico, em kgf; deslocamento de pico, em mm; dos dois grupos experimentais nos testes aplicados foram:

Tabela 1. Valores de carga pico e deslocamento pico no grupo 1 (2 placas)

Amostra	Carga Pico	Deslocamento Pico
1	28,47	9,48
2	11,91	6,18
3	16,07	10,27
4	23,67	6,64
5	19,17	9,54

Tabela 2. Valores de carga pico e deslocamento pico no grupo 2 (placa+barra)

Amostra	Carga Pico	Deslocamento Pico
1	26.38	9.01
2	6.71	2,37
3	11,34	3,07
4	11,7	6,00
5	9,101	2,89

As médias e os desvios padrão da carga do pico indicaram que no respectivo teste de carregamento, a fixação utilizando duas placas do sistema 2.0mm apresentou maior resistência às cargas do que a fixação com uma placa do sistema 2.0mm e 1 barra de Erich, com diferença estatística entre os grupos (Tabela 3 e figura 16).

Tabela 3. Médias e desvios padrão de carga pico em kgf em função da fixação utilizada

Tratamento	Média	Desvio padrão
2 placas	19,86	6,46
Placa + Barra	10,71	1,41

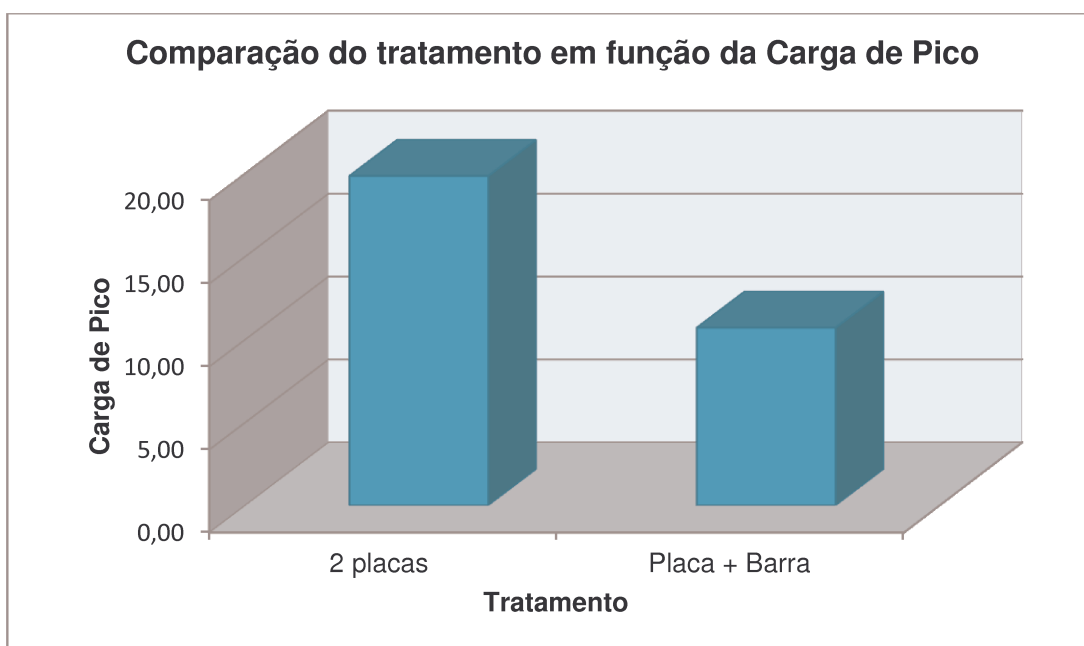


Figura 16. Gráfico das médias das cargas de pico entre os dois grupos de fixação

As médias e o desvio-padrão do deslocamento de pico indicaram que o grupo de fixação com duas placas do sistema 2.0 mm apresentou maior deslocamento do que o grupo com uma placa do sistema 2.0mm e uma barra de Erich, com diferença estatística entre os grupos (Tabela 4 e figura 17).

Tabela 4. Médias e Desvios padrão de deslocamento do pico em mm em função da fixação utilizada.

Tratamento	Média	Desvio Padrão
2 Placas	8,42	1,87
Placa + Barra	3,58	1,64

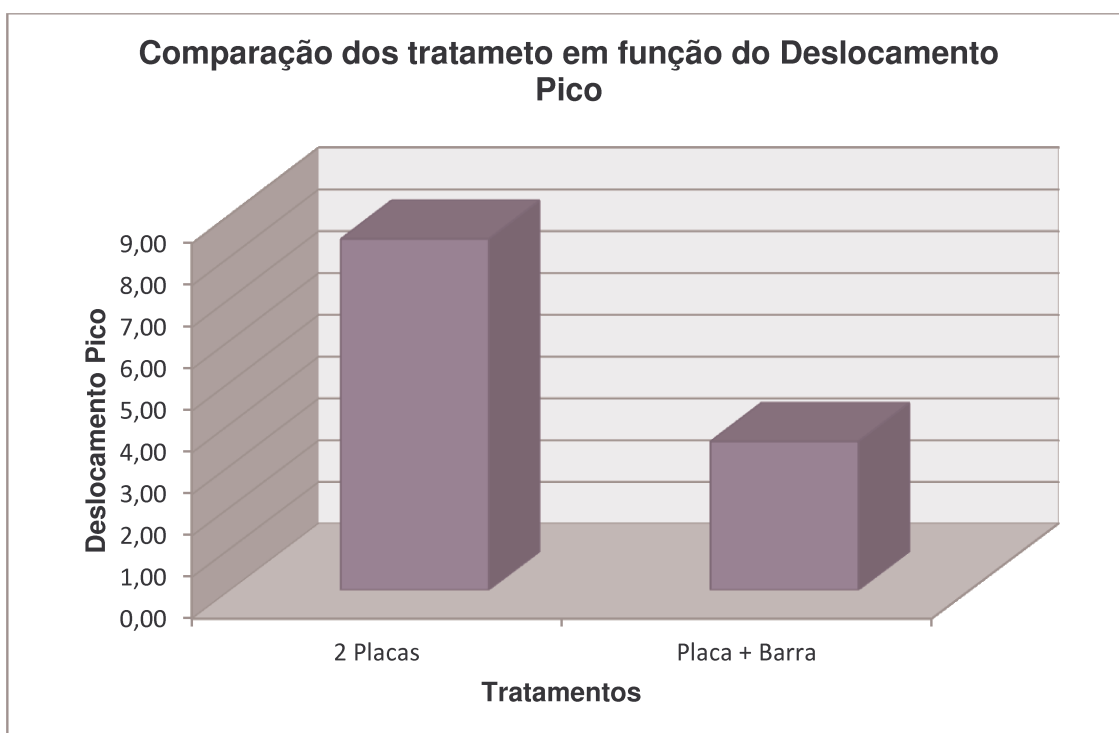


Figura 17. Gráfico das médias de deslocamento de pico entre os dois grupos de fixação

Para avaliar se existia diferença significativa entre os testes, utilizamos o Teste T Student, que comparou os dois grupos e verificou que existia diferença significativa tanto na carga de pico, quanto no deslocamento de pico, sendo que o valor de p na carga de pico foi 0,010084747 e do deslocamento de pico 0,029091579 , em nível de significância de 5%.

5DISCUSSÃO

O objetivo da fixação interna rígida em fraturas faciais, incluindo a restauração da forma e função mandibular com placas e parafusos, é providenciar uma cicatrização adequada com função mandibular e sem utilização de bloqueio maxilo-mandibular no período pós-operatório (Assael *et al.*, 1998).

As fraturas isoladas do corpo mandibular apresentam uma tendência à formação de abertura na superfície superior e de fechamento na superfície inferior quando submetidas à função, onde a borda superior é chamada de zona de tensão (separação) enquanto a borda inferior está sob força compressiva, chamada de zona de compressão. A fixação na borda superior (dentada) é mais efetiva na prevenção dessa separação quando a mandíbula é submetida à função (Miloró *et al.*, 2009). Por esses motivos, quando se aplicam materiais de fixação na mandíbula para tratamentos de fratura, normalmente instala-se uma placa principalmente na zona de tensão, onde ocorre a separação dos cotos ósseos. O presente estudo se baseou no princípio de que é necessário um material na zona de tensão, seja uma barra de erich ou uma placa de fixação, para realização dos testes.

A escolha do tratamento depende da experiência, julgamento do cirurgião, condição do paciente e o tipo de fratura, visto que uma fratura pode ser fixada adequadamente com apenas uma miniplaca e outra pode necessitar de uma fixação com placa de reconstrução.

Diversas combinações de fixação interna rígida estão disponíveis para fraturas de corpo mandibular: Utilização de duas placas de fixação (uma na zona de tensão com parafusos monocorticais devido à presença de dentes e uma placa de titânio na zona de compressão com parafusos bicorticais); parafusos do tipo Lag Screw, reservados para fraturas oblíquas; e bloqueio maxilo-mandibular para tratamento mais conservador. As placas do sistema de fixação interna rígida podem ser apenas do sistema 2.0mm, uma combinação do sistema 2.0mm com o sistema 2.4mm e

ainda uma placa do sistema 2.4mm aliada à uma barra de Erich (Assael *et al.*, 1998; Ellis III, 2011).

Sendo assim, a avaliação das diversas formas de fixação são importantes para prover um direcionamento em relação à estabilidade e previsibilidade de cada opção. Esse trabalho avaliou biomecanicamente duas formas de fixação para tratamento cirúrgico em fraturas de corpo mandibular e poucos trabalhos na literatura comparam diferentes formas de fixação nesse tipo de fratura (corpo mandibular) e não foram encontrados estudos referenciando a utilização de miniplaca do sistema 2.0mm na zona de compressão com a utilização de barra de Erich na zona de tensão.

A estabilidade biomecânica é um importante elemento na escolha do material a ser empregado, mas outros fatores influenciam no sucesso do tratamento, visto que cada técnica apresenta vantagens e desvantagens (clínicas também) e que devem ser levadas em consideração durante o planejamento cirúrgico. O uso de duas placas de fixação aumenta o custo do tratamento pela maior quantidade de material, apresentam maior chance de injúria iatrogênica às raízes dentárias quando se utiliza a placa na zona de tensão e uma maior chance de exposição por deiscência da ferida pela placa mais superior (Ellis III, 2011). Apesar das possíveis desvantagens, biomecanicamente é a técnica que apresenta melhor comportamento como observou-se em nosso estudo, necessitando de uma maior força para seu deslocamento e conseqüente falha. Em relação a utilização da barra de Erich associada a uma placa de fixação, sua maior vantagem está no baixo custo e versatilidade. Em contrapartida, o paciente deve ser dentado para a estabilização da barra de Erich (que pode inclusive causar danos ao periodonto devido aos fios de aço) e necessita de uma maior colaboração do paciente no período pós-operatório, principalmente em relação a higienização e dieta (Miloró *et al.*, 2009).

Conclui-se que, baseado no resultado obtido com esse tipo de metodologia, a utilização de duas placas do sistema 2.0mm mostrou suportar uma maior carga até a sua falha. Do ponto de vista clínico, sabe-se que ambas as técnicas podem produzir bons resultados, mas talvez os pacientes que recebam o tratamento de uma fratura de corpo mandibular com barra de Erich na zona de tensão e uma placa na zona de

compressão devam ser mais colaboradores no período pós-operatório, principalmente no tocante à dieta prescrita, a fim de evitar falhas nesse sistema.

6CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos nos testes, podemos concluir:

- A técnica de fixação com 2 placas de titânio com extensão de 4 furos do sistema 2.0mm, com uma placa na zona de tensão com parafusos 2.0mm x 5mm e outra na zona de compressão com parafusos 2.0mm x 11mm, apresentou maior resistência ao carregamento nos testes mecânicos do que a técnica de fixação com um arco-barras do tipo Erich situado na zona de tensão, e 1 placa de titânio com extensão de 4 furos do sistema 2.0mm na zona neutra, fixada com parafusos 2.0mm x 5mm.

7 REFERÊNCIAS

1. Assael AL, Klotch WD, Manson NP, Prein J, Rahn AB, Schilli W. Manual of Internal Fixation in the Cranio-Facial Skeleton. Springer-Verlag Berlin Heidelberg; 1998.
2. Ellis III E. Treatment methods for fractures of the mandibular angle. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 1999, 28 (4): 243-52.
3. Ellis III E. Management of fractures through the angle of the mandible. *Oral Maxillofacial SurgClin N Am.* 2009; 21: 163–74.
4. Ellis III E. A study of 2 bone plating methods for fractures of the mandibular symphysis/body. *J Oral Maxillofac Surg.* 2011 Jul;69(7):1978-87.
5. Faria MDB, Lima JJG, Montebelo Filho A, Norberto BF, Guedes MLA. Utilização da tomografia computadorizada (CT) em trauma maxilofacial. *Rev Bras Odontol.* 1997; 54(6): 332-4.
6. Fonseca RJ, Marciani RD, Turvey TA. *Oral and Maxillofacial Surgery.* St. Louis: Saunder Elsevier, 2ed., vol. II, 2009.
7. Haug RH, Peterson GP, Goltz M. A biomechanical evaluation of mandibular condyle fracture plating techniques. *J Oral Maxillofac Surg.* 2002 Jan; 60(1): 73-80.
8. Kim JJ, Huoh K. Maxillofacial (midface) fractures. *Neuroimaging Clin N Am.* 2010; 20(4): 581-96.

9. Kimsal J, Baack B, Candelaria L, Khraishi T, Lovald S. Biomechanical analysis of mandibular angle fractures. *J Oral Maxillofac Surg.* 2011 Dec; 69(12): 3010-4.
10. Miloro M, Ghali EG, Larsen EP, Waite DP. *Peterson's Principles of Oral and Maxillofacial Surgery.* Hamilton-London; 2009.
11. Peterson GP, Haug RH, Van Sickels J. A biomechanical evaluation of bilateral sagittal ramus osteotomy fixation techniques. *J Oral Maxillofac Surg.* 2005 Sep; 63(9): 1317-24.
12. Peterson JL, Ellis III E, Hupp JR, Tucker MR. *Cirurgia Oral e Maxilo-Facial Contemporanea*, 4 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.
13. Sauerbier S, Schön R, Otten JE, Schmelzeisen R, Gutwald RJ. The development of plate osteosynthesis for the treatment of fractures of the mandibular body – A literature review. *Craniofac Surg.* 2008 Jul; 36(5): 251-9.
14. Trivellato AE. Resistência à flexão de fixação em osteotomia de costela bovina, variando o número, a localização e extensão das placas. [Tese]. Piracicaba: Faculdade de Odontologia de Piracicaba. Universidade Estadual de Campinas, 2001.
15. Tu HK, Tenhulzen D. Compression osteosynthesis of mandibular fractures: a retrospective study. *J Oral Maxillofac Surg.* 1985; 43(6): 585-590.
16. Valiati R, Araújo AC, Spironello JA, Silva DS, Lemes RS. Conduta cirúrgica em fratura bilateral de mandíbula atrofica em paciente senil edêntulo – relato de caso. *Revista Brasileira de Cirurgia e Implantodontia* 1998; 5(3): 23-30, Jul./Set.

17. Vasconcelos BCDE, Freitas KCDM, Pontual ADA, Andrade SSD. Diagnóstico das fraturas zigomático-orbitárias por tomografias computadorizadas ou radiografias convencionais: relato de caso clínico. Rev Cir Traumatol Buco-Maxilo-Facial. 2003; 3(2): 33-9.

18. Zachariades N, Papademetriou I, Rallis G. Complications Associated With Rigid Internal Fixation of Facial Bone Fractures. J Oral Maxillofac Surg, 1993, 51, 275-278.