

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**

**RUBENS GUIMARÃES FILHO
CIRURGIÃO DENTISTA**

COMPARAÇÃO DA RESISTÊNCIA MECÂNICA À FLEXÃO DA FIXAÇÃO
INTERNA RÍGIDA ATRAVÉS DO USO DE PARAFUSOS METÁLICOS E
REABSORVÍVEIS NA OSTEOTOMIA SAGITAL DO RAMO MANDIBULAR.
ESTUDO *IN VITRO*.

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

PIRACICABA – SP
2003

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**

**RUBENS GUIMARÃES FILHO
CIRURGIÃO DENTISTA**

COMPARAÇÃO DA RESISTÊNCIA MECÂNICA À FLEXÃO DA FIXAÇÃO
INTERNA RÍGIDA ATRAVÉS DO USO DE PARAFUSOS METÁLICOS E
REABSORVÍVEIS NA OSTEOTOMIA SAGITAL DO RAMO MANDIBULAR.
ESTUDO *IN VITRO*.

Este exemplar foi devidamente corrigido,
de acordo com a Resolução CPG-036/83
CPG, 31/3/2003

Assinatura do Orientador

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

ORIENTADOR:

PROF. ASSOC. RENATO MAZZONETTO

BANCA EXAMINADORA:

PROF. ASSOC. JOSÉ RICARDO DE ALBERGARIA BARBOSA

PROF. ASSOC. MÁRCIO DE MORAES

PROF. ADJ. WALTER DOMINGOS NICCOLI FILHO

PROF. DR. FERNANDO VAGNER RALDI

PIRACICABA – SP
2003

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

UNIDADE	80
Nº CHAMADA	UNICAMP
	G947c
V	EX
TOMBO BCI	54156
PROC.	124103
C	☐
D	☒
PREÇO	R\$ 11,00
DATA	04/06/03
Nº CPD	

CMO01B5480-1

BIB 10 293697

Ficha Catalográfica

G947c Guimarães Filho, Rubens.
 Comparação da resistência mecânica à flexão da fixação interna rígida através do uso de parafusos metálicos e reabsorvíveis na osteotomia sagital do ramo mandibular. Estudo *in vitro*. / Rubens Guimarães Filho. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2003.
 ix, 95f. : il.

Orientador : Prof. Dr. Renato Mazzonetto.
 Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

I. Odontologia. 2. Cirurgia. I. Mazzonetto, Renato. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Marilene Girello CRB/8-6159, da Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP.



FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de DOUTORADO, em sessão pública realizada em 05 de Fevereiro de 2003, considerou o candidato RUBENS GUIMARÃES FILHO aprovado.

1. Prof. Dr. RENATO MAZZONETTO

2. Prof. Dr. FERNANDO VAGNER RALDI

3. Prof. Dr. WALTER DOMINGOS NICCOLI FILHO

4. Prof. Dr. MARCIO DE MORAES

5. Prof. Dr. JOSE RICARDO DE ALBERGARIA BARBOSA

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha esposa Claudia Guimarães, por toda compreensão e ajuda durante estes dois anos de ausência, para que eu pudesse concretizar mais este passo, importante, de nossas vidas. Recentemente com a chegada de nosso nenê, que há tanto esperávamos, não vejo a hora de voltar para casa, meu muito obrigado.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Aos meus pais, Rubens Guimarães e Maria Teresa Tavares Guimarães que me deram o dom da vida e que sempre me incentivaram e torceram muito, para que eu pudesse realizar mais este sonho, muito obrigado.

Ao Prof. Dr. Renato Mazzonetto, orientador amigo e que apesar da proximidade de nossas idades, muito contribui para minha formação pessoal e profissional, obrigado.

Ao Prof. Dr. Walter D. Niccoli Filho, responsável direto por toda minha formação de pós-graduação, meu eterno agradecimento e profundo orgulho por poder contar com uma pessoa que não só é extremamente competente e exigente, mas acima de tudo um ser humano, impar, meu muito obrigado.

Ao Prof. Dr. Nilson Dias Vieira Junior, diretor do Centro de Lasers e Aplicações do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), orientador e amigo que durante meu mestrado sempre me apoiou e me incentivou a alcançar mais esta vitória.

Ao Prof. Dr. Fernando Vagner Raldi, amigo que com certeza não se encontra todo dia. Irmão para todos os momentos, meu muito obrigado e profundo respeito.

Ao Prof. Dr. Eduvaldo S. B. Marques, responsável pelas Disciplinas de Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Faciais I e II da Universidade de Taubaté, por acreditar em mim e confiar no meu trabalho. Muito obrigado.

Ao meu amigo Adriano Rocha Germano por todo apoio e boa vontade durante este período de convivência, meu muito obrigado e conte sempre comigo.

Ao meu amigo Francisco Wagner V. Freire Filho, profissional sério e dedicado à Cirurgia e que também muito me motivou durante estes dois anos, muito obrigado.

Ao meu amigo Julio Cesar de Paulo Cravinhos, pesadamente e boa sorte na sua vida.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba-UNICAMP, na pessoa de seu Diretor, Prof. Dr. Thales Rocha de Mattos Filho, meus agradecimentos pela oportunidade de estudar em tão renomada instituição.

À Universidade de Taubaté, Departamento de Odontologia em nome de seu Chefe de Departamento, Prof. Dr. Antonio Olavo Cardoso Jorge, pelo apoio durante o período do meu afastamento.

Aos Professores da Área de Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Faciais, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba -UNICAMP, Prof. Dr. Luis Augusto Passeri, Prof. Dr. José Ricardo de Albergaria Barbosa; Prof. Dr. Márcio de Moraes, Prof. Dr. Roger W. Fernandes Moreira, pelos ensinamentos durante estes dois anos de convivência.

Ao Comandante de Corveta da Marinha Brasileira, Marcelo R. Botelho meus agradecimentos pelo apoio constante durante esta missão.

Aos colegas do curso de pós-graduação, que guardarei para sempre na lembrança, principalmente pelos momentos aqui vividos, Adriano, Aleysson, José Ivo, Nelson, Paulo Muller, Sandra, Wagner, André, Gustavo, Julio, Luciana, Petrus e Rodrygo.

Aos colegas das turmas anteriores, Eider, Luizão, Robson e Laureano pelo apoio no início de nossa jornada aqui em Piracicaba, sempre nos ajudando e passando suas experiências, muito obrigado.

Às funcionárias, Sueli, Didi, Daiana, Mayara, Anancy, Viviane e Miriam pelo constante apoio e dedicação a nós alunos, meus agradecimentos.

Às funcionárias da Biblioteca da FOP-UNICAMP, por todo apoio nestes dois anos de convivência, meu muito obrigado.

Ao Laboratório de Materiais Dentários pela ajuda e fornecimento da máquina de ensaio para que pudéssemos desenvolver nossa tese, meu muito obrigado.

Ao Engenheiro Marcos Cangiani pelo auxílio no desenvolvimento da fase laboratorial da nossa tese, meus agradecimentos.

Aos colegas, Professores das Disciplinas de Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Facial I e II da Universidade de Taubaté, Cristina, Mônica, César, Andraus,

Newton pelo apoio durante a minha ausência, para que eu pudesse realizar meu curso de Doutorado na área de Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Facial, sem dúvida a realização de um sonho.

A Prof.^a Gláucia M. Bovi Ambrosano e Prof. Dr. Ronaldo Seichi Wada por todo apoio e ensinamento passado por muitas vezes, na área de estatística durante o desenvolvimento de nosso trabalho, muito obrigado.

Aos funcionários da FOP, Fernando, Rosa, Cecília, Kátia, Elza, Edson Feliciano, Zeza, Sandra, Angélica e Mauro pelo bom convívio durante estes dois anos em que estive por aqui.

Às funcionárias da Secretaria de pós-graduação, Érica e Mônica pela orientação durante a finalização de nosso trabalho, muito obrigado.

Aos amigos da equipe de Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Facial de Taubaté, Eduvaldo, Flávio, Odalício, Andraus, Takayama, Diaulas e Michele pela ajuda a mim dispendida, muito obrigado.

Ao Frigorífico Suin Qualy, pelo fornecimento das mandíbulas e em nome da Sra. Solange pela boa vontade e disponibilidade em todas as nossas visitas.

À empresa BIONIX pelo fornecimento do sistema reabsorvível utilizado em nossa tese, o que sem este, não teria sido possível tal experimento.

À OSTEOMED pelo desconto dado quando dá compra do sistema metálico, para realização de nosso trabalho.

SUMÁRIO

CAPÍTULOS	p.
RESUMO	1
ABSTRACT	2
1 – INTRODUÇÃO	3
2 – REVISÃO DA LITERATURA	9
2.1 OSTEOTOMIA SAGITAL DO RAMO MANDIBULAR	9
2.2 POSIONAMENTO CONDILAR	15
2.3 FORMAS DE FIXAÇÃO	18
2.3.1 Padrão de Inserção dos Parafusos	23
2.3.2 Diâmetro dos Parafusos	25
2.3.3 Parafusos Auto-rosqueáveis x Macheamento	26
2.4 ESTABILIDADE DA FIXAÇÃO DO AVANÇO MANDIBULAR	27
2.5 SISTEMA DE FIXAÇÃO REABSORVÍVEL	28
3 – PROPOSIÇÃO	40
4 – MATERIAIS E MÉTODO	41
4.1 Materiais	41
4.2 Método	42
5 – RESULTADOS	54
5.1 Teste Biomecânico	55
5.2 Análise Estatística	57
5.2.1 Teste <i>t</i> -Student	57
5.2.2 Análise de Correlação de Pearson	58
6 – DISCUSSÃO	59
7- CONCLUSÕES	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
ANEXOS	88
APÊNDICE	94

RESUMO

O propósito deste trabalho foi avaliar a resistência biomecânica a flexão de dois sistemas utilizados para fixação interna rígida. O estudo foi realizado em 20 hemimandíbulas frescas de carneiro, divididos em 2 grupos com 10 hemimandíbulas em cada. Todas as hemimandíbulas foram submetidas a osteotomia sagital do ramo seguindo-se um avanço de 5 mm. As amostras foram mensuradas para se evitar discrepâncias entre as mesmas. O grupo A foi fixado com três parafusos reabsorvíveis de 2,0 x 12 mm (Bionx Implants®, Tampere, Finlândia), inseridos de modo posicional e na configuração de “L” invertido. O mesmo se sucedeu no grupo B, onde foram utilizados parafusos metálicos (Osteomed® CO. Addison, Texas - Estados Unidos), com as mesmas dimensões e forma. Os resultados demonstraram não haver diferenças estatisticamente significantes entre os grupos testados. O sistema reabsorvível testado demonstrou ser uma alternativa viável quando comparado ao sistema metálico.

Palavras Chaves: osteotomia sagital, sistema reabsorvível, resistência à flexão.

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the flexion biomechanical resistance of two internal rigid fixation systems. The study which were mechanically tested in twenty sheep's hemimandibles, divided in two groups of ten in each. All mandibles were subjected to a ramus sagittal split osteotomy, followed by an advancement of 5 mm. The samples were measured to avoid discrepancies between them. Group A were fixed by three reabsorbable screws of 2.0 X 12 mm (Bionx Implants®, Tampere, Finland), inserted in positional way and disposed in inverted "L". The same happened in-group B, which were used metallic screws (Osteomed® CO. Addison, Texas - USA), with the same dimensions and design. The results showed no significant statistical difference between the groups. The reabsorbable system tested proved to be a viable alternative when compared to the metallic one.

Keys Words: sagittal split osteotomy, reabsorbable system, and flexion resistance.

1 - INTRODUÇÃO

Dentro da Odontologia, a especialidade da Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Faciais tem proporcionado, através da cirurgia ortognática, a resolução das discrepâncias dento-esqueléticas. Após o advento da fixação interna rígida e o seu desenvolvimento, a estabilização dos segmentos osteotomizados, tornou-se mais efetiva propiciando resultados mais previsíveis, com menor índice de recidiva e de complicações pós-cirúrgicas.

Sendo assim, os profissionais relacionados com o tratamento das desordens dento-esqueléticas, como cirurgiões buco-maxilo-faciais, ortodontistas e fonoaudiólogos têm optado em tratar seus pacientes de modo integrado, buscando desta forma o melhor e mais estável resultado (ILG,1998).

Com a importância que a estética assumiu na sociedade moderna, associada ao avanço científico e o desenvolvimento de novas técnicas cirúrgicas e anestésicas, um maior número de pacientes de ambos os sexos e numa faixa etária mais ampla, têm procurado o tratamento conjunto ortodôntico-cirúrgico, buscando para si melhora na harmonia facial e oclusal.

A cirurgia ortognática objetiva a recuperação dento-esquelética do paciente que apresente deformidade congênita ou adquirida, quer por traumatismos, patologias ou por alterações de desenvolvimento (BELL &

SCHENDEL, 1977). Esta condição clínica pode ser definida como qualquer alteração que ocorra no esqueleto facial, que desvie do normal (FISH *et al.*, 1993).

Logo, pacientes adultos portadores de oclusão Classe II e III e aqueles com discrepância vertical e/ou transversal, devem ser tratados conjuntamente pela ortodontia, cirurgia e fonodiaulogia, pois só assim este tratamento possibilitará a melhora: na estética facial, redução do tempo de tratamento, respiração, fonação, função mastigatória do paciente, eliminação de processos algícos orofaciais, além de resultados mais estáveis do ponto de vista oclusal (FISH *et al.*, 1993; RALDI *et al.*, 1998).

Dentre as técnicas existentes para o tratamento destas deformidades, a osteotomia sagital do ramo mandibular é certamente o procedimento cirúrgico mais utilizado (TUCKER, 2002).

Como vantagens, esta técnica apresenta: a versatilidade, pois é possível avançar ou recuar a mandíbula, bem como tratar as assimetrias, por meio de acesso intrabucal, promovendo ampla área de contato entre os segmentos osteotomizados, proporcionando desta forma melhor e mais rápido reparo ósseo, maior estabilidade, além de permitir a aplicação do conceito de fixação interna rígida de forma precisa e adequada, remoção simultânea do terceiro molar impactado, mobilização imediata da mandíbula no ato pós-operatório, melhor condição de nutrição e higiene para o paciente e menor torque condilar (POLIDO, 1999; WOLFORD, 2000; TUCKER, 2002).

Ainda como vantagens adicionais, esta técnica não necessita de bloqueio maxilo-mandibular no pós-operatório, promove retorno mais rápido à função, melhor acesso às vias aéreas superiores no pós-operatório imediato além de acarretar em menor tempo de imobilização da unidade músculo-esquelética (ELLIS III; CARLSON, 1989).

Como desvantagens deste procedimento, podemos citar o risco de dano ao feixe vâsculo-nervoso alveolar inferior, fraturas incorretas quando da separação dos segmentos, desenvolvimento de processos infecciosos, risco anestésico, dor, desconforto durante o pós-operatório, perda de peso, alteração da posição condilar durante a fixação, perda sanguínea, remodelação do côndilo, dificuldade para correção de grandes assimetrias e a recidiva, assunto este muito discutido pela literatura (POLIDO, 1999; WOLFORD, 2000).

A fixação interna rígida através de placas e parafusos ou através de parafusos posicionais em linha, em “L” invertido ou de modo triangular ou ainda aplicados através da técnica de *lag screw* promovem melhor estabilidade inicial dos segmentos ósseos quando comparados com a estabilidade promovida pela osteosíntese com fio de aço (JETER *et al.*, 1984; RUBENS *et al.*, 1988; PROFFIT *et al.*, 1996). Já outros autores como DOUMA *et al.*, 1991; PUTNAM *et al.*, 1993, não verificaram diferenças estatisticamente significantes a longo prazo, na estabilidade pós-operatória de movimentos de avanços mandibulares fixados com fios de aço ou através da fixação interna rígida.

Segundo ALPERT & SELIGSON, em 1996, os primeiros relatos de uso de placas e parafusos para fixação do esqueleto humano datam de 1800, porém na área de Cirurgia Buco-Maxilo-Faciais, sua utilização ocorreu somente no início do século passado com *Lambotte*, em 1907, na Bélgica e *Thoma*, na América do Norte em 1948.

Os materiais utilizados para confecção destas placas e parafusos evoluíram, passando pelo fio de aço, pelas ligas de cromo-cobalto, aço inoxidável até chegar ao titânio e mais recentemente aos materiais reabsorvíveis.

Esta busca sempre teve o intuito de alcançar um material ideal que atingisse os pré-requisitos para sua utilização na área de saúde e não promovesse dano futuro ao paciente, quando da sua permanência no interior dos tecidos, ou mesmo quando fossem reabsorvidos, quando não mais se fizessem necessários (KALLELA, *et al.*, 1999c).

Outra vantagem dos materiais reabsorvíveis é poderem ser utilizados em crianças e não necessitarem ser removidos, evitando assim um segundo tempo operatório e também a migração dos mesmos (HARADA & ENOMOTO, 1997; KALLELA, *et al.*, 1999c; EDWARDS *et al.*, 2000).

Nesta linha de pesquisa, atualmente os sistemas reabsorvíveis têm sido alvo de muito estudo, pois além de apresentarem características mecânicas

semelhantes aos sistemas metálicos, possuem a capacidade de hidrólise e de serem reabsorvidos pelo organismo num período de tempo de dois anos, em média (KALLELA, 1999a).

Vale ressaltar que, entre 5 a 12 semanas, os parafusos reabsorvíveis perdem sua função, sendo suficiente para que ocorra a reparação óssea, desde que não ocorra o desenvolvimento de infecção (KALLELA, 1999a).

Em países como os Estados Unidos e alguns países do bloco europeu a utilização destes sistemas já é uma realidade. A promoção de adequada fixação dos segmentos osteotomizados, biocompatibilidade e a característica de transferência de carga, lenta e gradual ao tecido ósseo em regeneração mostraram-se como fatores importantes, além de serem eliminados pelo próprio organismo (KALLELA *et al.*, 1999c).

KULKARNI *et al.*, em 1966 foram os primeiros a publicar o uso de materiais reabsorvíveis, utilizando fios de sutura.

Atualmente as pesquisas e trabalhos realizados demonstram que, dentre os polímeros reabsorvíveis, o composto mais utilizado na área de Cirurgia Buco-Maxilo-Faciais é o ácido poli-L-láctico auto-reforçado (SR-PLLA), (TORMALA, 1992). Porém, há evidências de que o SR-PLLA pode gerar reação de corpo estranho no período de reabsorção, fato este que ainda não está totalmente

esclarecido quanto à sua ocorrência (SUURONEN *et al.*, 1998; MAZZONETTO *et al.*, 2001).

Sendo assim, acreditamos que os sistemas reabsorvíveis foram uma evolução natural dos sistemas de fixação e que a seqüência de pesquisas na área, logo promoverá sua utilização no dia a dia, alcançando bons resultados comparáveis aos sistemas metálicos.

2 - REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Osteotomia Sagital do Ramo Mandibular

A osteotomia sagital do ramo mandibular é certamente um dos procedimentos cirúrgicos mais realizados em cirurgia ortognática. Sua versatilidade proporcionada pelo seu desenho oferece amplo contato entre os segmentos osteotomizados, promovendo melhor reparação e estabilidade, além de permitir a aplicação do conceito de fixação interna rígida de forma precisa e adequada (POLIDO, 1999; WOLFORD, 2000; TUCKER, 2002).

Esta técnica foi descrita pela primeira vez por *Obwegeser*, em 1955. Dois anos mais tarde foi publicada na literatura americana em parceria com *Trauner*, onde se tornou mais popular. Está indicada para o tratamento do prognatismo e retrognatismo mandibular, assim como para o tratamento de assimetrias (TRAUNER & OBWEGESER, 1957; DAL PONT, 1961; POLIDO, 1999; TUCKER, 2002).

Segundo WOLFE & BERKOWITZ, em 1989, *Obwegeser*, iniciou seus estudos sobre a osteotomia sagital realizada no ramo mandibular em 1952, após retornar de seu período de treinamento. Durante seus estudos realizou atendimento e tratamento a dois pacientes com fraturas mandibulares, cujo traço assemelhava-se a uma osteotomia sagital do ramo. A partir daí, observou que tal osteotomia poderia ser realizada na região retro-mandibular, pois havia presença

de osso esponjoso e com a vantagem de se realizar por acesso intrabucal. A primeira cirurgia foi realizada sob anestesia local e em posição semi-sentada em 1955, em Zurique. Porém, o índice de maus resultados e complicações eram elevados. *Trauner* era de opinião que os maus resultados advinham do mau alinhamento entre os segmentos osteotomizados promovido pela técnica.

A técnica inicial propunha uma osteotomia através da cortical lateral do ramo mandibular iniciando-se na distal do segundo molar até a borda posterior da mandíbula, na região goníaca. Uma segunda osteotomia, aproximadamente 25 mm acima do primeiro corte horizontal era realizada na face medial do ramo, acima da língula, também até a borda posterior. A terceira osteotomia unia estas duas osteotomias iniciais e assim proporcionava a separação da mandíbula em dois segmentos, um proximal, que contém o côndilo e um distal, o qual inclui os dentes. Como desvantagem desta técnica, está a necessidade de realizar grande dissecação muscular na região (TRAUNER & OBWEGESER, 1957).

DAL PONT, em 1961, foi o primeiro pesquisador a propor uma modificação na técnica, realizando a osteotomia lateral até a região de corpo mandibular na altura do segundo molar, dirigindo-a então até a borda inferior. Ressaltou que desta forma ocorreria uma menor dissecação da musculatura na região posterior do segmento proximal e ao mesmo tempo promoveria um melhor contato entre os segmentos osteotomizados.

HUNSUCK, em 1968, estendeu o corte vertical realizado na altura do segundo molar para ambas as corticais, abaixo do canal mandibular, minimizando o risco de dano ao feixe vâsculo-nervoso alveolar inferior e facilitando a separação. Sugeriu também que a osteotomia medial não seria necessária até a borda posterior da mandíbula, mas sim até a região de depressão retro-lingual, logo após o forame mandibular. Sendo assim a separação ocorreria de maneira mais previsível, com menor possibilidade de dano ao feixe vâsculo-nervoso e menor possibilidade de fraturas incorretas. Também foi o primeiro pesquisador a confeccionar uma goteira cirúrgica de acrico para facilitar o reposicionamento da mandíbula durante o trans-operatório.

GALLO *et al.*, em 1976, descreveram uma modificação no corte vertical, interrompendo-o antes de chegar à borda inferior da mandíbula. Um degrau anterior era realizado, com a mesma medida do avanço a ser realizado, e posteriormente a osteotomia era concluída até a base da mandíbula. Como vantagens, relataram a utilização de fixação interna rígida por acesso intrabucal, menor rotação do segmento proximal, diminuição do edema ps-operatório.

EPKER, em 1977, relatou várias complicações pós-cirúrgicas como: edema, hemorragia, lesão ao feixe vâsculo-nervoso alveolar inferior, necrose e recidiva, que poderiam ser minimizadas se fossem tomados maiores cuidados na dissecção da alça ptrigo-massetrica, não a estendendo até a borda posterior da mandíbula. Preconizou ainda, que a osteosíntese a fio fosse realizada na borda superior dos segmentos, com a perfuração do segmento distal acima do segmento

proximal, auxiliando desta forma, o reposicionamento condilar em relação à fossa glenóide.

Nesta mesma época, BELL & SCHENDEL, em 1977, publicaram um trabalho para avaliar a vascularização, resvascularização e cicatrização óssea, após a osteotomia sagital do ramo. Foram utilizados 10 macacos *rhesus* adultos, onde a metodologia empregada realizava a osteotomia preconizada por Obwegeser & Dal Pont e no lado contra-lateral, a osteotomia com o mínimo descolamento do músculo masseter, pterigóideo medial e temporal. Os resultados obtidos demonstraram uma significativa redução na isquemia e necrose intra-óssea no lado contra-lateral, minimizando as complicações como seqüestros ósseos e processos infecciosos, relatados em outros estudos.

ELLIS III & CARLSON, em 1983, avaliaram a estabilidade do avanço mandibular entre 4 e 6 mm, realizado em 10 macacos *rhesus*, através da osteotomia sagital do ramo mandibular. Dois grupos iguais, com e sem a realização de miotomia da musculatura suprahioídea concomitante foram acompanhados por um período de dois anos, através radiografias laterais com marcadores. Concluíram que o grupo onde não se realizou a miotomia maior recidiva foi encontrada, cerca de 13%, demonstrando que nos movimentos de avanço a ação muscular pode ser indicada como a grande responsável.

WOLFORD *et al.*, em 1987, propuseram com vistas a minimizar as intercorrências trans-operatórias como: fraturas incorretas, fratura da cortical

vestibular e pobre controle do segmento proximal, a realização de uma osteotomia medial perpendicular ao ramo ascendente logo acima da língua, com cerca de 3 a 6 mm posterior à mesma e inferiormente até a borda superior do ramo ascendente com cerca de 5 a 10 mm anterior ao segundo molar formando assim um degrau. A osteotomia lateral é então finalizada de forma que seu término ocorra entre 5 a 8 mm maior que a extensão do avanço e, por último sendo realizado uma osteotomia vertical até a borda inferior. Salientaram como vantagens à obtenção de fragmentos ósseos de maior resistência, melhor previsão do movimento, maior estabilidade do segmento proximal e desta forma diminuindo o risco de fratura posterior ao segundo molar e da cortical vestibular.

VAN MERKESTEYN *et al.*, em 1987, relataram as complicações mais freqüentes ocorridas durante o ato operatório, nas osteotomias vertical e sagital do ramo mandibular. Em 124 casos de osteotomia sagital e 34 casos de osteotomia vertical, encontraram lesões ao feixe nervoso alveolar inferior, fraturas dos segmentos osteotomizados, separação incompleta, mau alinhamento dos segmentos e hemorragias. Relatam ainda, que na osteotomia sagital, o índice total de complicações atingiu 25.8%, com prevalência de 11.2% ocorrendo em fraturas incompletas e na osteotomia vertical o índice de complicação total foi de 11.8%.

WOLFORD & DAVIS, em 1990, relataram a utilização de uma nova osteotomia na borda inferior da mandíbula, utilizando-se de uma lâmina de serra recíprocante. Utilizaram esta técnica em 150 pacientes e relataram como principais vantagens: o controle da osteotomia na borda inferior da mandíbula,

separação mais precisa e previsível, aumento de contato entre os segmentos proximal e distal, melhora da estabilidade transversa, não permitindo a rotação do segmento proximal, aumento da incidência do nervo alveolar inferior no segmento distal e diminuição do trauma na articulação têmporo-mandibular.

SMITH *et al.*, em 1991, realizaram um estudo anatômico, em 49 mandíbulas de cadáveres humanos, na região retromolar, e recomendaram que a osteotomia horizontal por medial, deveria ser realizada na parte superior da língua ou logo acima da mesma, pois quanto mais superiormente, maior seria a área de fusão entre as corticais, o que acarretaria maior dificuldade na separação dos segmentos, aumento da incidência de danos ao feixe vâsculo-nervoso e de fraturas incorretas. Sugeriram também que a fixação rígida deveria ser empregada na borda superior, pois maior espessura de cortical foi observada nesta área.

ELLIS III & SINN, em 1994, estudaram em 63 pacientes, a força que os tecidos moles exerciam sobre os movimentos de avanço mandibular. Neste estudo a média de avanço foi de 6 mm. Após a separação dos segmentos, uma mola de tração era acoplada ao aparelho ortodôntico e a força necessária para se realizar o avanço até a relação de Classe I era mensurada, média de 1,498g, inicial. Após a aferição, procedia-se o descolamento do periósteo e dos tecidos moles no segmento distal e nova medida era obtida, média de 787g, final. Concluíram que maior força seria necessária para avançar a mandíbula quando o descolamento dos tecidos ainda não havia sido realizado no segmento distal.

WYATT, em 1997, realizou uma revisão da literatura sobre a evolução da osteotomia sagital e propôs uma alteração na osteotomia vertical sugerindo que esta deveria ser estendida até a região mesial do primeiro molar, pois nesta região o feixe vâsculo-nervoso estaria localizado por medial, diminuindo assim a manipulação e o índice de dano durante a separação dos segmentos.

MEBRA *et al.*, em 2001, realizaram um estudo em 262 pacientes analisando as complicações associadas com a presença ou não do terceiro molar inferior durante a realização da osteotomia sagital do ramo. No grupo I foram realizadas 250 osteotomias com concomitante remoção do terceiro molar, após a separação dos segmentos em 137 pacientes com média de idade de 17.7 anos e no grupo II o mesmo número de procedimento foi realizado sem a presença do mesmo em 125 pacientes com média de idade de 36.6 anos. Como resultado encontraram um índice de 3.2% fraturas desfavoráveis no grupo I, localizadas próxima a região dos alvéolos dos dentes recém extraídos e de 1.2% no grupo II. Concluíram que a presença do terceiro molar não propicia um aumento significativo na ocorrência de fraturas desfavoráveis.

2.2. Posicionamento Condilar

Muitos artigos na literatura relatam variações de técnicas para se manter a posição pré-operatória do côndilo durante a realização da osteotomia sagital, seja para movimentos de avanço, recuo, ou correções de assimetrias. Isto

se justifica, pois muitos são os passos cirúrgicos que poderiam gerar alteração na posição condilar, dentre eles: trauma na articulação e posterior edema, manejo inadequado dos segmentos, manipulação incorreta ao se levar o côndilo em posição cêntrica, quando do emprego da fixação interna rígida ELLIS III, (1992).

PHILLIPS & BELL, em 1978, descreveram um caso de atrofia condilar bilateral desenvolvida em uma paciente de 23 anos, Classe II submetida a um avanço de mandíbula de 6 mm através da técnica sagital. Após 9 meses a oclusão encontrava-se estável, as articulações sem sintomatologia, porém ao exame radiográfico, sinais de atrofia bilateral já eram notados. Com 21 meses, a paciente retornou com recidiva do movimento realizado e presença de mordida aberta anterior. Sugeriam que a complicação desenvolvida no pós-operatório teria justificativa na ação muscular, na pressão exercida pelos tecidos moles ou pela isquemia, resultando em necrose asséptica.

O primeiro relato sobre a manutenção da posição condilar através da utilização de artefatos externos foi descrito por LEONARD, *et al.*, em 1985, onde o autor recomenda a utilização de um guia cirúrgico com fio de aço associado que se estende até a porção lateral do ramo, servindo desta forma como meio de orientar a posição inicial do côndilo após a realização da osteotomia, separação dos segmentos e aplicação da FIR. A limitação desta técnica é não possibilitar o controle da posição condilar nos três planos espaciais e sim, evitar somente movimentos de rotação anterior-posterior (ELLIS III, 1994).

LUHR *et al.*, em 1986, descreveram uma técnica que possibilitava o controle da posição condilar, pré-operatória, nas três dimensões do espaço. Na técnica proposta uma placa é adaptada e fixada entre o segmento proximal e o pilar zigomáticomaxilar. Previamente a osteotomia, os parafusos da região do pilar são removidos e a osteotomia é realizada. Após a separação dos segmentos, a nova oclusão é estabelecida e o bloqueio maxilo-mandibular é realizado. Os parafusos da região do pilar são levados à posição e desta forma, relata o autor a posição condilar é preservada.

LINDQVIST & SODERHOLM, em 1987, descreveram uma técnica para estabilização do segmento proximal, utilizando uma placa fixa no ramo ascendente e na região retromolar da maxila. Se o planejamento cirúrgico for combinado com uma osteotomia *Le Fort I*, a placa deveria ser fixada mais superiormente, na região do pilar zigomático. Ressaltaram que, desta forma as inclinações e/ou rotações condilares seriam evitadas, preservando a posição pré-operatória, diminuindo assim, a possibilidade de problemas articulares.

HARADA *et al.*, em 1997, relataram que o uso da fixação interna rígida promoveria alteração na posição condilar ocasionando desordens na articulação têmporo-mandibular, recidiva do movimento e instabilidade da oclusão pós-operatória, principalmente em pacientes assimétricos. Vinte e um pacientes divididos em 2 grupos, sendo 10 no grupo I, com assimetria e 11 no grupo II, sem assimetria foram submetidos a osteotomia sagital para recuo e aplicação da fixação rígida. Para minimizar estas alterações, os autores propuseram a

utilização de um guia de orientação para se manter a posição pré-operatória dos côndilos. Os resultados obtidos não demonstraram diferenças entre os grupos e concluíram que o uso de posicionadores minimiza as alterações condilares pós-operatórias em pacientes com assimetrias.

YOSHIDA *et al.*, em 2001 propuseram uma modificação da técnica cirúrgica da osteotomia sagital como forma de minimizar as alterações de posição dos côndilos em pacientes assimétricos. Esta modificação foi realizada no lado de menor comprimento, sendo a osteotomia realizada acima da língula com características descendentes para posterior, criando um espaço triangular entre os segmentos. Os resultados demonstraram uma discreta alteração condilar entre o pré e o pós-operatório, porém não foi observado sinal clínico de disfunção articular. Desta forma, concluíram que a técnica foi efetiva para o controle da posição condilar em pacientes assimétricos.

2.3 Formas de Fixação

MICHELET *et al.*, em 1973 relataram o emprego da fixação rígida em 300 casos, através de placas e parafusos monocorticais em vários procedimentos de cirurgia ortognática e trauma facial na maxila e na mandíbula, enfatizando sua aplicação clínica. Apresentaram como vantagens a ausência de bloqueio maxilo-mandibular, acesso intrabucal, maior conforto ao paciente e possibilidade de verificação da oclusão e redução dos fragmentos.

O primeiro relato na literatura americana da utilização de placas e parafusos em cirurgia ortognática foi escrito por FROST & KOUTNIK, em 1983, em um caso de reposicionamento da maxila. Utilizaram para fixação dos segmentos materiais de osteosíntese utilizados em cirurgias ortopédicas das mãos.

A partir desta data vários métodos para fixação dos segmentos, foram propostos objetivando manter a estabilidade do movimento realizado e de controlar a recidiva. Dentre eles temos: a utilização de placas e parafusos monocorticais, só parafusos bicorticais posicionais ou pela técnica de “*lag screw*” e a associação destes.

A técnica de *lag screw* proposta originariamente por SPIESSL, em 1974, e promove o efeito de compressão entre os segmentos distal e proximal, aumentando a fricção. Na cortical vestibular a perfuração é realizada com broca do mesmo diâmetro que o parafuso a ser utilizado. Após a primeira perfuração esta é trocada por uma de diâmetro menor e a segunda cortical, a lingual, então é perfurada. Desta forma o parafuso passa livre pela primeira cortical engajando e aproximando os segmentos. Como desvantagens, foram relatados a compressão do feixe nervoso alveolar inferior, maior torque condilar e aumento no tempo de execução.

SOUYRIS, em 1978, utilizou uma técnica semelhante a descrita por *Spiessl* para fixação dos segmentos após a realização da osteotomia sagital, chamando-a de posicional tanto para o avanço quanto para o recuo, e não encontrou recidiva ou problema de articulação têmporo-mandibular. Em ambas as corticais a perfuração é realizada com a mesma broca e com diâmetro igual à alma do parafuso a ser utilizado. Desta forma ocorre engajamento de forma ativa em ambas as corticais, diminuindo o torque condilar e a compressão do nervo alveolar inferior.

JETER *et al.*, em 1984, propuseram a utilização de parafusos bicorticais em “L” invertido ou em linha na borda superior, através de acesso extra-oral, na região antigonial. Uma discreta incisão era realizada de forma a permitir a colocação de um *trocar* e através deste realizarem as perfurações e instalação dos parafusos. No período de acompanhamento realizado por 24 meses, a cicatriz pós-operatória não foi observada nos 20 pacientes tratados.

RUBENS *et al.*, em 1988, realizaram um estudo em 20 pacientes submetidos ao avanço mandibular com média de 6.07 mm em relação ao ponto B e com média de 5.39 mm em relação ao pogônio. Utilizaram uma placa e parafusos monocorticais para estabilizar os segmentos e a remoção do bloqueio maxilo-mandibular ocorreu em média com 5 dias. Os pacientes foram acompanhados em por um período entre 6 a 14 meses. Relataram como vantagem a aplicação da fixação por via intrabucal, diminuindo desta forma o risco de dano aos nervo facial e a ausência de cicatriz externa.

CASKEY *et al.*, em 1989, descreveram uma técnica associando parafusos bicorticais inseridos pela técnica de *lag screw* e parafusos de modo posicional. Relataram a colocação do parafuso de modo compressivo na região de maior contato ósseo e seqüencialmente a colocação dos parafusos posicionais, não citando a configuração utilizada.

FOLEY *et al.*, em 1989, realizaram um estudo onde utilizaram costelas de porcos, dividindo-as em seis grupos. A proposta do trabalho foi de verificar de modo comparativo a resistência mecânica entre a disposição de parafusos empregados em L invertido, em linha, posicionais e pela técnica de *lag screw* com fios de aço. Não encontraram diferença estatisticamente significativa entre as técnicas de *lag screw* e posicional em preservar a posição dos segmentos, concluindo que a compressão não é necessária quando da utilização da técnica da osteotomia sagital. Ressaltaram ainda que a disposição em “L” invertido demonstrou maior resistência mecânica em relação à disposição em linha, de modo triangular e em relação aos fios de aço, sendo esta análise estatisticamente significativa.

TULASNE & SCHENDEL, em 1989, preconizaram a utilização de uma ou duas placas associadas a parafusos monocorticais de 2.0 mm. Relataram que, menor risco de injúria ao nervo alveolar inferior diretamente ou através da compressão entre os segmentos assim ocorreriam. Além disso, as placas também apresentaram a vantagem de serem adaptadas passivamente aos segmentos ósseos minimizando o torque condilar.

BLOMQVIST & ISAKSSON, em 1994, compararam a estabilidade entre dois métodos de fixação interna rígida, utilizados na osteotomia sagital do ramo, em 38 pacientes Classe II dividindo-os em 2 grupos. No grupo A 16 pacientes foram fixados com parafusos bicorticais em “L” invertido de modo posicional e no grupo B, 22 pacientes foram fixados com uma placa e 4 parafusos monocorticais. O controle com radiografias laterais foi realizado no pré-operatório, com 2 dias de pós-operatório e com 6 meses. Não foram encontradas diferenças estatísticas entre os dois grupos avaliados. Concluíram que a escolha da técnica a ser empregada como meio de fixação na osteotomia sagital, depende da experiência de cada cirurgião.

PERROTT *et al.*, em 1994, compararam através de radiografias cefalométricas, 33 pacientes divididos em 3 grupos a estabilidade da fixação após avanço mandibular. No grupo 1, dez pacientes foram tratados através de fixação não rígida e bloqueio maxilo-mandibular por seis semanas. No grupo 2, doze pacientes receberam 3 parafusos bicorticais posicionais em linha na borda superior e liberados para função imediata e no grupo 3, onze pacientes receberam o mesmo tipo de fixação do grupo 2, associado com bloqueio maxilo-mandibular por 14 dias. Os resultados demonstraram que o grupo 3 apresentou maior estabilidade a longo prazo em relação aos outros dois grupos. Uma significativa diferença estatística foi observada entre os grupos 1 e 3. Concluíram que para estabilidade da osteotomia sagital a associação da fixação interna rígida e do bloqueio maxilo-mandibular por 14 dias parece ser o melhor método a ser empregado.

THARANON, em 1998, comparou a estabilidade da fixação entre dois grupos utilizando 30 hemimandíbulas de cadáveres humanos. No grupo 1 foram utilizados parafusos bicorticais em linha na borda superior e no grupo 2 placas e parafusos monocorticais. As amostras foram submetidas ao recuo mandibular de 5 mm, através da osteotomia sagital do ramo mandibular. Um teste de compressão foi realizado. Os resultados obtidos não apresentaram diferenças estatísticas entre os grupos avaliados.

DOLCE *et al.*, em 2000, avaliaram a estabilidade do avanço mandibular comparando a fixação rígida de modo posicional em L invertido associado com bloqueio com elásticos por 7 a 14 dias, em 78 pacientes com a utilização de fios de aço e bloqueio maxilo-mandibular por 6 semanas, em 49 pacientes, por um período de dois anos, através de radiografias cefalométricas laterais. O grupo fixado com fios de aço apresentou uma recidiva de 30%. Concluíram que a fixação rígida proporciona maior estabilidade pós-operatória, quando comparada à fixação não rígida.

2.3.1. Padrão de Inserção dos Parafusos

Basicamente existem três padrões de instalação de parafusos após a realização da osteotomia sagital quer para movimentos de avanço, recuo e/ou assimetrias. Um método envolve a colocação de três parafusos sobre o canal mandibular em linha, a outra técnica dispõem dois parafusos sobre o canal mandibular e um parafuso é posicionado abaixo deste, de forma a configurar um

"L" invertido, ou ainda o padrão triangular com um parafuso na banda de tensão e dois parafusos na banda de compressão (ASSAEL & PREIN, 1998; HAUG *et al.*, 1999).

CARTER *et al.*, em 1991, demonstraram em 36 hemimandíbulas de cadáveres humanos, após a realização da osteotomia sagital e aferição da superfície de contato dos segmentos proximal e distal, que a melhor região para disposição dos parafusos, bicorticais, encontrava-se na área mais anterior e superior da osteotomia realizada, porque nesta região a cortical óssea tanto vestibular quanto palatina, apresentavam-se com maior espessura.

SMITH *et al.*, em 1991, realizaram um estudo enfatizando a espessura da cortical lingual e vestibular, na região retro-molar de 50 mandíbulas de cadáveres humanos, a fim de determinar o melhor local de disposição dos parafusos para fixação. A espessura da cortical foi mensurada na região da linha oblíqua externa e 5 mm acima da borda inferior da mandíbula. Tanto a cortical lingual quanto a cortical vestibular na banda de tensão apresentaram espessura maior que as mensurações na região da borda inferior. Concluíram que a colocação de parafusos sobre o canal mandibular, na banda de tensão, proporcionaria maior estabilidade.

ARDARY *et al.* em 1989, realizaram estudos valendo-se de cadáveres humanos, onde compararam padrões de fixação interna e suas respectivas resistência mecânica. Os resultados encontrados demonstraram uma maior

estabilidade na técnica de "L" invertido, sendo 58% a mais de resistência mecânica no padrão citado, em relação à disposição em linha acima do canal mandibular.

2.3.2. Diâmetro dos Parafusos

SPIESSL, em 1974, relatou a utilização de parafusos com diâmetro de 2.7 mm. Muitos cirurgiões, principalmente europeus, permanecem utilizando esta técnica (RITTERSMA *et al.*, 1981; LEONARD *et al.*, 1985 NIEDERDELLMANN & SHEETY, 1989).

Cirurgiões americanos, no entanto utilizam os sistemas 2.0 mm. É demonstrado na literatura que os parafusos de 2.7 mm oferecem aproximadamente 45% a mais de resistência a torção dos segmentos proximal e distal, quando empregada à técnica sagital do ramo em relação ao sistema 2.0 mm (KORANYI *et al.*, 1970).

PHILLIPS & RAHN, em 1989, demonstraram que parafusos com 2.7 mm de alma não promovem maior força de compressão em corticais com 1 a 2 mm de espessura, quando comparados aos parafusos com 2.0 mm. Porém em corticais mais espessas, com 3 a 4 mm o sistema de 2.7 mm foi mais efetivo.

2.3.3. Parafusos Auto-rosqueáveis x Macheamento

SOUYRIS, em 1978, foi o primeiro pesquisador a descrever o uso de parafusos auto-rosqueáveis na osteotomia sagital do ramo.

Há uma grande controvérsia na literatura sobre a melhor opção a ser indicada para fixação dos cotos osteotomizados. FOLEY *et al.*, em 1989, demonstraram em costelas de porcos e ensaio de flexão realizado em máquina universal, que os parafusos auto-rosqueáveis como os pré-macheados promovem rigidez semelhante quando utilizados em tecido ósseo espesso.

Atualmente os estudos demonstram que em corticais com espessura inferior a 3 mm os parafusos auto-rosqueáveis são mais indicados pois promovem maior resistência, já em corticais com espessura acima de 4 mm os parafusos pré-macheados promoveram maior estabilidade (PHILLIPS & RAHN, 1989; BÄHR, 1989, 1990).

Para ELLIS III, em 1992, corticais que apresentam espessura próxima a 3 mm a escolha entre os parafusos vale mais da experiência de cada cirurgião do que de bases científicas apoiadas na literatura, pois ambos irão promover a rigidez necessária para estabilização dos segmentos com baixo índice de complicações.

2.4. Estabilidade da Fixação no Avanço Mandibular

LAKE *et al.*, em 1981, estudaram 52 pacientes submetidos à cirurgia de avanço mandibular com acompanhamento pós-operatório de 3 anos e 6 meses. Valendo-se de análise retrospectiva através de computador e radiografias cefalométricas laterais, concluíram que boa estabilidade é alcançada por este movimento.

EPKER & WESSBERG, em 1982, observaram ser mais comum à recidiva nos primeiros dias de pós-operatório. Justificam esta alteração em razão da posição funcional do côndilo em relação à cavidade glenóide ser alterada pela musculatura suprahioídea, músculos intrínsecos da língua e tensão do periósteo. Relataram também, que o controle do segmento proximal através de aparato de estabilização seria um dos únicos meios de se promover à estabilidade do mesmo.

ELLIS III & CARLSON, em 1983, utilizaram 10 macacos Rhesus realizando avanço mandibular de 4 e 6 mm, associando em 5 casos a miotomia da musculatura suprahioídea. Através de controle com radiografias cefalométricas laterais demonstraram que no grupo onde não se realizou a miotomia, houve uma maior tendência de recidiva, concluindo que a musculatura suprahioídea pode ser uma das principais responsáveis pela instabilidade destes movimentos em grandes avanços.

ELLIS III *et al.*, em 1988, avaliaram a estabilidade mandibular, após avanço. Vinte e duas macacas *Rhesus* foram submetidas a OSRM e o movimento de avanço realizado foi entre 4 a 6 mm. Seis animais foram fixados somente com bloqueio maxilo-mandibular, grupo I, outros seis foram fixados com bloqueio maxilo-mandibular dentário e esquelético, grupo II e 10 foram fixados de forma rígida sem bloqueio maxilo-mandibular, grupo III. Radiografias cefalométricas em norma lateral para controle foram utilizadas e concluíram que nos grupos II e III, não houve recidiva do movimento, porém nos animais fixados somente pelo bloqueio maxilo-mandibular dentário, ocorreram alterações significativas.

PROFFIT *et al.*, em 1996, realizaram um estudo, onde demonstraram a hierarquia da estabilidade dos movimentos realizáveis na maxila e na mandíbula, através da cirurgia ortognática. Salientaram que a estabilidade está relacionada com a forma de fixação, direção do movimento e técnica cirúrgica empregada. Com relação à mandíbula, o avanço é o movimento mais estável.

2.5. Sistema de Fixação Reabsorvível

A primeira citação na literatura da utilização de materiais reabsorvíveis foi feita por KULKARNI *et al.*, em 1966, onde implantaram no tecido subcutâneo de porcos, ácido polilático em pó e dividiram logo após o experimento, os espécimes em três grupos. O período de sacrifício ocorreu com uma, duas e quatro semanas. Não foi observada reação de corpo estranho e/ou qualquer complicação pós-operatória. No segundo experimento, implantaram bilateralmente

na parede abdominal de cobaias da mesma espécie. películas de ácido poliláctico com 1.5 cm de diâmetro. Os animais foram sacrificados com intervalos de duas, quatro e seis semanas. Após o período de sacrifício as peças foram preparadas e levadas à avaliação histológica. Não se observou reação inflamatória exacerbada nos tecidos que tiveram o ácido poliláctico implantados. Concluíram desta forma que o ácido poliláctico é um material não tóxico e após a análise dos órgãos vitais, fezes e urina, demonstraram que o produto da decomposição destes ácidos possivelmente seriam eliminados pela respiração na forma de CO₂, sem acúmulo nos órgãos vitais.

Em 1971, CUTRIGHT *et al.*, foram os primeiros a publicarem a utilização de materiais reabsorvíveis de ácido poliláctico para redução e fixação de fraturas mandibulares induzidas na região de sínfise, em 5 macacas rhesus. Relataram que a fase de cicatrização ocorreu sem complicações e que aproximadamente entre 14 e 16 semanas, ocorria à completa absorção do material.

TORMALA, em 1988, introduziu uma técnica para melhorar a resistência mecânica dos sistemas reabsorvíveis, o auto-reforço (SR). Durante a manufatura utilizando a matriz e as fibras do mesmo polímero (PLLA), estes eram induzidos a um processo de estiramento, o que permitia a orientação das cadeias poliméricas promovendo desta forma a formação de uma estrutura fibrilar no seu interior, o que propiciava o aumento da resistência (Apêndice 1).

BOS *et al.*, em 1989, utilizaram placas e parafusos de ácido polilático (PLLA) de 2.7 mm, em fraturas induzidas no corpo mandibular de seis cães. As fraturas foram fixadas através da técnica de *Champy* e no lado contra-lateral, apenas o sistema de fixação foi inserido para servir de controle em relação ao tempo de reabsorção. Através de controle radiográfico não foi observado formação de calo ósseo ou qualquer tipo de complicação pós-operatória. Vale ressaltar que neste estudo, a dieta foi mantida e os animais não apresentaram perda de peso. Os resultados demonstraram que do lado fraturado houve um decréscimo na resistência a tensão nas placas, maior que o lado controle, atribuído à maior carga exercida no sistema.

ROZEMA *et al.*, em 1990, demonstraram que os materiais reabsorvíveis não interfeririam com a distribuição da radiação e que poderiam seguramente ser utilizados para fixação de fraturas, quando no pós-operatório o paciente fosse ser irradiado. Relataram também que o ácido poli-L-lático (PLLA), aparentemente não desenvolve alergia, não são carcinogênicos, nem tóxicos ao organismo e que seus subprodutos da degradação são eliminados em parte pelo metabolismo dos carboidratos e em parte pelo metabolismo anaeróbico, na forma de CO₂.

SUURONEN, em 1991, realizou um estudo comparativo, em fraturas induzidas no côndilo mandibular de 20 coelhos, avaliando 3 grupos. No grupo A, 9 coelhos foram tratados com parafusos reabsorvíveis, no grupo B, com o mesmo número de amostras, foram utilizados parafusos metálicos e no C, dois animais não foram tratados. Ao longo das 24 semanas de acompanhamento não foi

observado em ambos os grupos fixados, o deslocamento do segmento ou reação inflamatória acentuada. Nesta data, no grupo A já eram notados sinais de reabsorção e formação de tecido ósseo. Tanto o material metálico assim como o material reabsorvível demonstrou resistência suficiente para o tratamento destas fraturas.

TORMALA, em 1992, afirmou que o sistema mais utilizado para confecção dos materiais reabsorvíveis era do ácido poli - L - láctico (PLLA), o qual é absorvido por hidrólise e em média de três anos.

SUURONEN *et al.*, em 1992a, utilizaram o SR-PLLA para fixação de osteotomias sagitais bilaterais realizadas em mandíbulas de carneiro sem a associação de bloqueio maxilo-mandibular no pós-operatório. As disposições dos parafusos utilizados foram dois: na banda de compressão e um na banda de tensão. Radiografias laterais e antero-posteriores foram realizadas para avaliar o deslocamento dos segmentos, redução, recidiva e para visualizar a linha de osteotomia. Após o sacrifício dos animais com 16 semanas, as mandíbulas foram separadas ao meio, sendo a hemimandíbula esquerda levada para o teste de tração e a direita ao exame histológico. Os resultados radiográficos demonstraram boa redução. Os resultados do ensaio mecânico demonstraram fratura na área condilar. As áreas osteotomizadas apresentaram-se estáveis. Na análise histológica e microangiográfica a ossificação foi considerada completa.

SUURONEN *et al.*, em 1992b compararam sistemas reabsorvíveis e metálicos utilizados para o tratamento de fraturas induzidas no corpo mandibular em 18 carneiros. No grupo A, nove espécimes foram tratadas com sistema reabsorvível e no grupo B o mesmo número foi tratado com sistema metálico. A preservação dos espécimes se deu até 24 semanas e não foi observada falha do sistema em ambos os grupos experimentados. Vale ressaltar que o diâmetro dos sistemas utilizados em ambos os grupos foi de 2.7 mm.

SUURONEN *et al.*, em 1993, relataram que os materiais reabsorvíveis utilizados em Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Faciais podem ser entendidos como uma evolução natural das pesquisas em busca do material de fixação ideal. Vários compostos de ácidos vêm sendo pesquisados e utilizados para este fim, dentre as quais podemos citar: compostos de ácido polilático (PLA), ácido poliglicólico (PGA) / ácido polilático e ácido poliglicólico e o ácido poli - p - dioxanoni (PDS). Apresentam como principal vantagem não necessitarem ser removidos, evitando assim um segundo tempo cirúrgico.

BERGSMA *et al.*, em 1993 reavaliaram 10 pacientes tratados cirurgicamente de fratura instável de zigomático, onde foi utilizado como material para fixação o PLLA. No retorno dos pacientes com dois anos, nenhum apresentava sinais de inflamação ou reação de corpo estranho, porém com três anos, quatro pacientes retornaram apresentando edema intermitente no local da fixação. Os pacientes foram reoperados para exploração do local, sendo removidos dos locais de implantação, tecido fibroso e com uma trefina, foi

removido osso do local fixado. Justificaram como possível causa para a presença do edema, as características químicas e estruturais dos materiais usados, o que possivelmente estariam ocasionando reação de corpo estranho.

SUURONEN *et al.*, em 1994 realizaram um experimento que pela primeira vez na literatura utilizaram o SR-PLLA em pacientes submetidos à cirurgia ortognática. Nove pacientes foram tratados e fixados por acesso transoral e parafusos reabsorvíveis, com 2.7 mm, de modo posicional em L invertido, bilateralmente. Após a fixação, o bloqueio maxilo-mandibular foi removido e os movimentos de lateralidade e protusão foram testados e a oclusão mais uma vez checada. O controle pós-operatório seguiu-se semanalmente no primeiro mês e posteriormente com 3, 6, 12 e 18 meses. Neste período, não foram observadas alterações de oclusão ou de posicionamento condilar. A abertura bucal em todos os pacientes, após seis meses, foi normal e clinicamente não foi observada recidiva. O acompanhamento radiográfico demonstrou que no período de 12 meses, ainda eram visíveis áreas radiolucentes nos locais das fixações.

TAMS *et al.*, em 1996, realizaram um estudo onde avaliaram o processo de cicatrização óssea, em osteotomias mandibulares fixadas com placas e parafusos absorvíveis, em quatro pacientes. Durante o período pós-operatório inicial, não foi observada qualquer alteração clínica desfavorável. Após cinco anos e 6 meses as alterações radiográficas ainda eram notadas nos locais dos parafusos. O exame histológico demonstrou reação de corpo estranho nos locais onde as moléculas do PLLA ainda estavam presentes. Desta forma concluíram

que as placas e parafusos utilizados neste estudo demonstraram apresentar resistência mecânica suficiente para serem utilizados em fixação interna rígida, não promovendo prejuízo ao processo reparacional.

PIHLAJAMAKI *et al.*, em 1997, acompanharam o processo de degradação de polímeros reabsorvíveis valendo-se de ressonância magnética. Quinze pacientes foram acompanhados por um período entre 34 e 42 meses. Nos locais onde a fixação foi utilizada, a articulação escápulo-umeral, um sinal de baixa intensidade era observado, quando comparado ao sinal do tecido ósseo ao redor. Radiograficamente, no período de acompanhamento não houve alteração do movimento. Em suas conclusões, relataram que a ressonância magnética é o único exame indicado para acompanhar a degradação dos sistemas reabsorvíveis (PLLA) em humanos e não encontraram sinais de reação de corpo estranho nos locais das fixações, durante o período de acompanhamento.

BESSHO *et al.*, em 1997, avaliaram em 50 pacientes a utilização de sistema reabsorvível auto-reforçado, com alma de 2.0 mm x 7 mm, e acompanharam os mesmos por 3 anos e 8 meses. Deste total, 34 apresentavam fraturas mandibulares, 8 apresentavam fraturas de zigoma, 4 fraturas de maxila, 1 com fratura combinada, 1 tratado de prognatismo mandibular, 1 tratado para fechamento de mordida aberta e 1 paciente com maxila atrófica, onde o sistema absorvível foi utilizado para fixação dos enxertos. Concluíram que o sistema reabsorvível foi muito efetivo em 36 casos e nos demais foi apenas efetivo. Em dois casos ocorreu infecção tardia, sendo um resolvido com administração de

antibióticos e o outro com a remoção da placa. O sistema reabsorvível utilizado neste estudo demonstrou ser efetivo para fixação na região maxilofacial.

McMANNERS *et al.*, em 1997, onde utilizaram sistemas reabsorvíveis (PDS) para fixação em osteotomias sagitais do ramo mandibular e osteotomias verticais em 10 pacientes. Relatam que 9 pacientes tiveram acompanhamento por um ano. Sete, apresentaram o mesmo grau de mordida aberta observada no pré-operatório. Concluíram desta forma, que a utilização dos sistemas reabsorvíveis têm indicação ainda seletiva, no esqueleto facial.

HARADA & ENOMOTO, em 1997, avaliaram a estabilidade após o tratamento de 20 pacientes submetidos ao recuo mandibular pela técnica sagital do ramo mandibular. No grupo I, 10 pacientes foram fixados com parafusos metálicos e no grupo II, o mesmo número foi tratado com parafusos reabsorvíveis. Em ambos os grupos, os parafusos foram inseridos de modo posicional e com 2.7 mm de diâmetro. No grupo I, o bloqueio maxilo-mandibular foi mantido por uma semana e no grupo II por duas semanas. Os pacientes foram acompanhados através de radiografias laterais. Os resultados encontrados demonstraram maior tendência de recidiva no grupo II, porém não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos. Concluíram, que a fixação reabsorvível pode ser usada de modo efetivo em casos selecionados.

KALLELA *et al.*, em 1998, avaliaram a estabilidade mandibular após movimentos de avanço, fixados com sistema reabsorvível (SR-PLLA) com 3.5 mm de diâmetro, sem a utilização de bloqueio no pós-operatório. Os 25 pacientes

tratados foram acompanhados através de radiografias laterais. Após um ano de controle pós-operatório em relação ao ponto B, ocorreu uma recidiva de 0.78 mm (17%) e em relação ao ponto PG, uma recidiva de 0.59 mm (15%), em média. Ressaltam ainda, que recidiva após avanços mandibulares ocorrem também quando a fixação metálica é utilizada com placas e parafusos, sem bloqueio pós-operatório em média de 5.2% a 26% do movimento realizado.

SUURONEN *et al.*, em 1998, publicaram um estudo com cinco anos de acompanhamento *in vitro* e *in vivo*, utilizando como amostras, carneiros. A reabsorção *in vitro* foi mais rápida do que *in vivo*. Concluíram que o longo período de reabsorção pode ser uma desvantagem deste sistema, porém o mesmo apresenta resistência suficiente, permitindo o processo reparacional.

BOUWAMAN & TUINZING, em 1999, demonstraram pela primeira vez na literatura a utilização de parafusos reabsorvíveis com 2.0 mm de diâmetro na fixação mandibular, 4 em pacientes submetidos a movimento de avanço. Os parafusos foram empregados por via transoral. Os pacientes foram acompanhados por 6 anos com controle através de radiografias panorâmicas e não foram observadas nos quatro pacientes, qualquer complicação no pós-operatório e completa cicatrização da área osteotomizada.

KALLELA *et al.*, em 1999b, relatam sua experiência na utilização de sistemas reabsorvíveis desde de 1991, em cirurgia ortognática, sem o uso de bloqueio maxilo-mandibular com bons resultados. Na área de traumatologia,

porém, a utilização é mais restrita em função da dificuldade de se modelar às placas à área fraturada, o que segundo os autores este problema permanece sem solução até os dias atuais. Como alternativa, a utilização de placas, os autores sugerem o uso de parafusos, de 3.5 mm, pela técnica de *lag srew*, para tratamento de fraturas na região de sínfise e ângulo mandibular, com bons resultados. Neste estudo, 11 pacientes foram tratados de fraturas de sínfise mandibular. Com seis semanas foi observado a cicatrização da área fraturada, ausência de sinais de infecção, edema e boa condição de oclusão. Em 73% dos casos, após 6 meses, radiograficamente, através de panorâmicas, não se observava mais a linha de fratura. Em todos os casos, não foi encontrado a formação de calo ósseo.

KALLELA *et al.*, em 1999c, trataram 47 pacientes através da osteotomia sagital do ramo mandibular fixando-as com sistema reabsorvível de 3.5 mm. Não foi utilizado bloqueio pós-operatório, mas para a maioria dos pacientes utilizou-se elásticos para guiar a oclusão e o guia cirúrgico foi mantido por cinco semanas. Para o controle radiográfico, panorâmica, *Towne* e lateral de face foram solicitadas imediatamente após a cirurgia e com intervalos de seis e 12 semanas e seis e 12 meses. Não encontraram formação de calo ósseo, alteração na posição dos segmentos e ocorreu o desaparecimento da linha da osteotomia. Para se observar à alteração nos locais onde a fixação foi realizada, a radiografia panorâmica e um papel de acetato foi utilizado, onde círculos com 1 mm de raio, eram desenhados, para que os mesmos pudessem ser comparados ao longo do período de

acompanhamento. Osteólise ao redor dos parafusos reabsorvíveis ocorreu em 27% dos casos.

TAMS *et al.*, em 1999, realizaram um estudo para avaliar a mobilidade e deslocamento de fraturas mandibulares, na região de ângulo, corpo, e sínfise mandibulares, tratadas com placas e parafusos reabsorvíveis. Do ponto de vista mecânico e baseado na análise computadorizada realizada, concluíram que os melhores resultados ocorreram na região de sínfise mandibular com ou sem fragmento intermediário e no corpo com a presença de fragmento intermediário na área da fratura. Relatam ainda que a fixação com duas placas é sempre necessária para promover boa estabilidade.

EDWARDS *et al.*, em 2000, avaliaram a utilização dos sistemas reabsorvíveis em cirurgias de mentoplastia. Vinte pacientes submetidos a este procedimento foram fixados com parafusos de 2.5 mm ou placas e parafusos com 2.0 mm. Em 13 pacientes, a técnica de *lag screw* foi realizada e sete pacientes foram fixados com placas e parafusos. Concluíram que o sistema reabsorvível demonstrou ser uma alternativa clínica viável para fixação em mentoplastias.

EDWARDS *et al.*, em 2001a, estenderam a utilização do sistema reabsorvível para cirurgias combinadas de maxila e mandíbula. Vinte pacientes foram tratados. Para fixação das osteotomias *LE FORT I* foram utilizados placas e parafusos de 2.0 x 7 mm. Na mandíbula parafusos posicionais em L invertido ou

em linha com 2.5 x 15 ou 17 mm de diâmetro foram usados. Nenhuma complicação pós-operatória foi observada.

EDWARDS *et al.*, em 2001b, avaliaram em um período de até dois anos, a reabsorção das placas e parafusos utilizados para fixação em osteotomias maxilares e mandibulares através do controle radiográfico lateral e ântero-posterior. Um dos pacientes tratados pela osteotomia sagital do ramo foi submetido a uma biopsia com trefina no local de um dos parafusos inseridos. Dois pacientes tratados pela técnica de *LE FORT I* foram submetidos à reabertura dos locais de fixação para exploração visual. O exame radiográfico de controle de dois anos demonstrou o completo preenchimento dos locais de fixação por tecido ósseo trabecular. Ao exame histológico, não se observou sinais de osteólise e o total preenchimento dos locais por tecido ósseo. No exame de inspeção visual realizado nos pacientes tratados pela técnica *LE FORT I*, não se observou resíduos do material reabsorvível de fixação utilizado, ou defeitos ósseos nos locais das perfurações.

3 - PROPOSIÇÃO

O objetivo deste trabalho foi avaliar comparativamente através do teste de flexão a resistência mecânica entre dois sistemas utilizados para fixação interna rígida, um metálico (Ti) e outro reabsorvível (SR-PLLA: 70/30), inseridos de modo posicional, em “L” invertido em mandíbulas frescas de carneiro, após a realização de uma osteotomia sagital do ramo mandibular e subsequente avanço de 5 mm.

4 - METODOLOGIA

4.1. Materiais

Para o presente estudo, foram utilizadas 20 mandíbulas frescas de carneiro, da raça Hampshire, com idade variando entre 1 e 1,5 anos adquiridas diretamente do frigorífico Suin-Qualy, localizado na cidade de São Manoel -SP. Os animais foram abatidos e tão logo, seguiu-se a separação da mandíbula com remoção simultânea de todos os tecidos moles. As peças ósseas foram embaladas em sacos plásticos e congeladas, onde foram mantidas até a realização do experimento. O período decorrido entre o abatimento e a execução do experimento foi de aproximadamente 15 dias.

As mandíbulas foram divididas ao meio, na região de sínfise mandibular por meio de broca nº 703 (KG Sorensen Ind. Com. LTDA., Barueri, São Paulo - Brasil) para peça reta (Kavo do Brasil, S/A Ind. Com., Joinville, Santa Catarina - Brasil), acoplada em motor elétrico com 35.000 rpm, (Adiel Com. LTDA, Ribeirão Preto, São Paulo - Brasil) com auxílio de cinzel reto de Wagner, com ponta ativa de 4mm de largura, (Schobell Ind. LTDA, QD 120-01, Rio Claro, São Paulo - Brasil) e martelo tipo Mead, (Schobell Ind. LTDA, QD 990-02, Rio Claro, São Paulo - Brasil) perfazendo 40 hemimandíbulas. Somente as hemimandíbulas esquerdas, as quais foram numeradas de 1 a 20, foram utilizadas e então divididas em dois grupos A e B com 10 peças em cada grupo.

No grupo A, utilizamos parafusos reabsorvíveis (SR-PLLA: 70/30), com alma 2.0 e 12 mm de comprimento (Bionix® Implants, Tampere, Finlândia) e no grupo B parafusos metálicos de titânio com as mesmas dimensões (Osteomed® CO. Addison, Texas - Estados Unidos).

4.2. Método

As mandíbulas foram então mensuradas em suas dimensões, para se evitar grupos muito discrepantes. As mensurações realizadas estão abaixo citadas e dispostas na Figura 1.

A - altura do ramo - (chanfradura sigmóide à borda inferior da mandíbula);

B - largura do ramo – (borda posterior à borda anterior do ramo, na altura do forame mandibular);

C - comprimento da mandíbula - (distância entre a parte mais posterior e superior do côndilo até a região do forame mentoniano, na sua face distal);

D - distância entre o limite anterior do forame mandibular e a borda anterior da mandíbula;

E - espessura na borda inferior da mandíbula na região do corte vertical realizado no corpo mandibular.

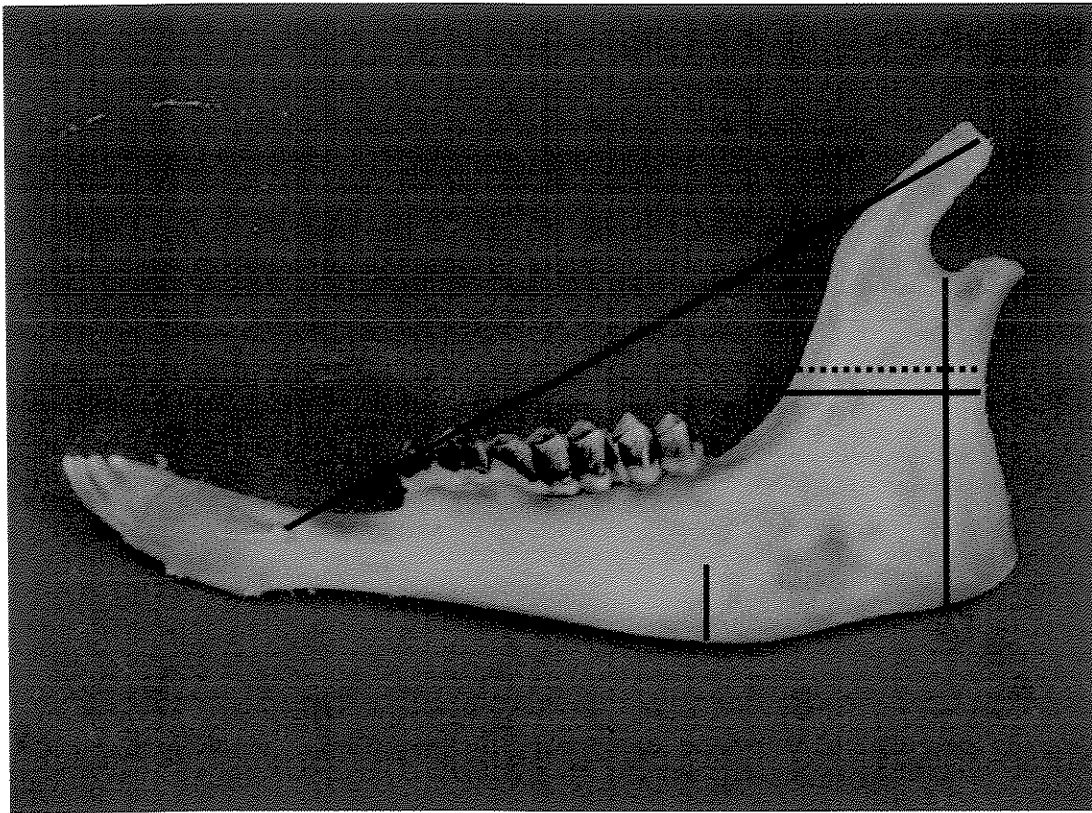


Figura 1: Esquema de obtenção das medidas das mandíbulas utilizadas neste estudo.

Estas medidas foram realizadas por meio de paquímetro regulado a um intervalo de 1 mm.

Após o descongelamento natural das hemimandíbulas, foi realizado nas 20 amostras, uma osteotomia sagital do ramo mandibular, como descrita por *Trauner e Obwegeser* em 1957 e modificada por *Dal Pont* em 1961 e *Hunsuck*, 1968 e *Epker* em 1977 (Figura 2) variando a técnica com a complementação da osteotomia pela face medial do ramo, abaixo da entrada do forame mandibular. O corte horizontal, por medial, foi inclinado em relação ao plano oclusal, para aumentar a superfície de contato entre os segmentos (Figura 3). Após a

separação, foram removidos os germes dentários e septos ósseos localizados na área da osteotomia (Figura 4) e seguiu-se um avanço de 5 mm entre os segmentos, que foram mantidos por uma pinça Allis para fixação (Schobell Ind. LTDA, QL 134-15, Rio Claro, São Paulo - Brasil) (Figura 5).

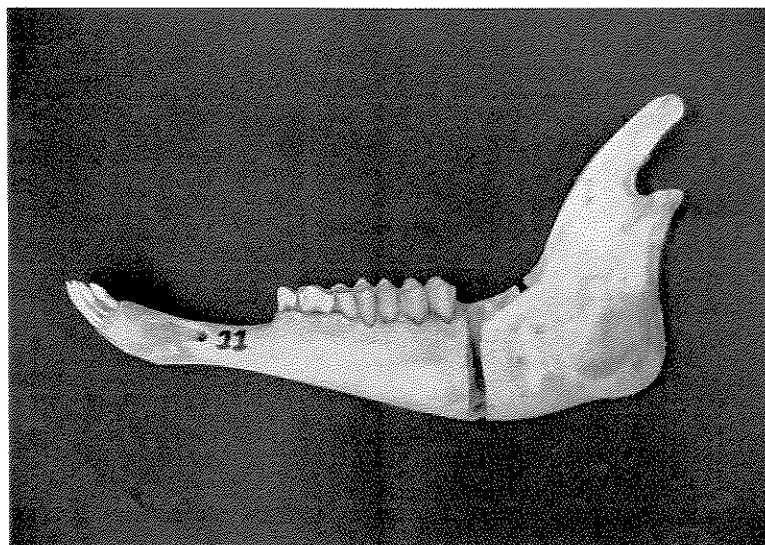


Figura 2: Osteotomia realizada com broca 703 para peça de mão.



Figura 3: Visão do lado medial, osteotomia realizada.

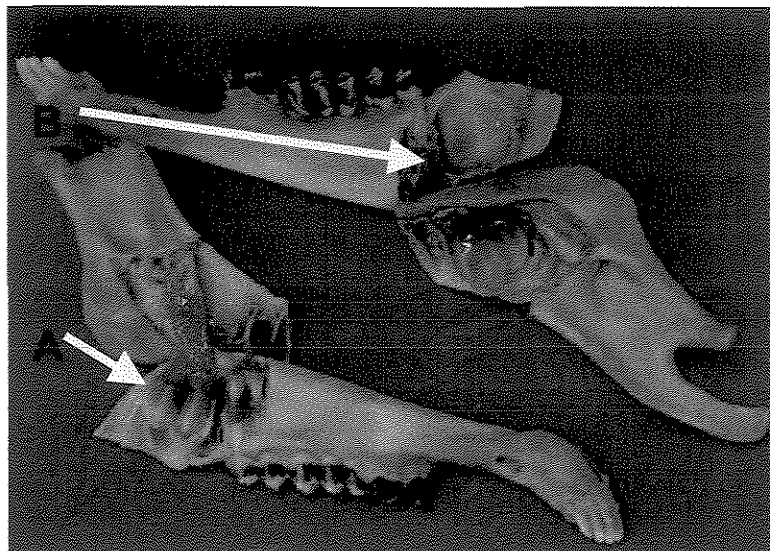


Figura 4: Seta A, presença dos germes dentários na área a ser fixada. Seta B, alvéolos preparados para fixação.

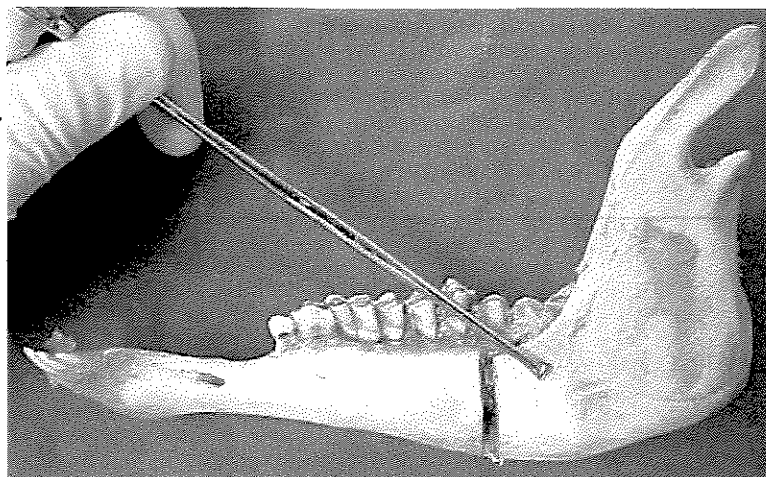


Figura 5: Avanço de 5 mm realizado e mantidos por pinça Allis para fixação.

Em ambos os grupos os parafusos utilizados foram de 2.0 x 12 mm, inseridos após a perfuração realizada com broca de 1.6 mm, em ambas as corticais (Figura 6). Na Figura 7 observamos o engajamento na cortical medial e a perda da perfuração próxima a base mandibular.

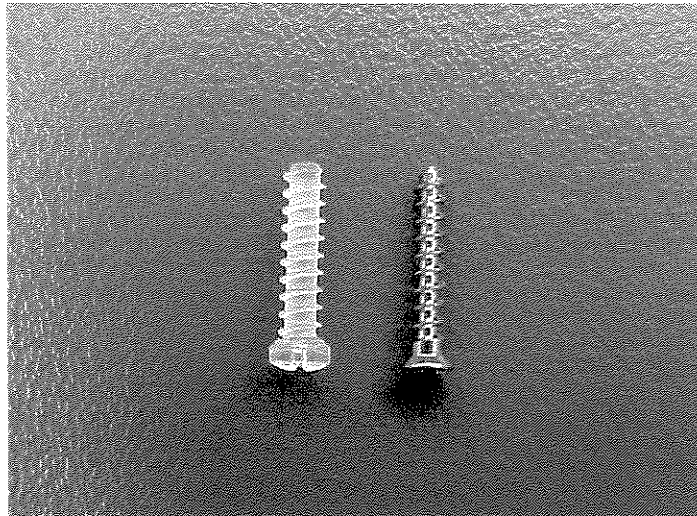


Figura 6: Parafusos reabsorvível e metálico.



Figura 7: Engajamento da cortical medial. Observa-se a perda da perfuração próxima a base mandibular.

O primeiro parafuso foi posicionado a 5 mm da borda inferior da mandíbula, em razão da complementação da osteotomia por medial e a 10 mm da osteotomia vertical realizada. O segundo foi posicionado a 10 mm acima do primeiro em direção oclusal e em linha reta. Por fim, o terceiro foi posicionado de

modo eqüidistante ao segundo e da borda superior da mandíbula em 10 mm, caracterizando o "L" invertido (Figura 8).

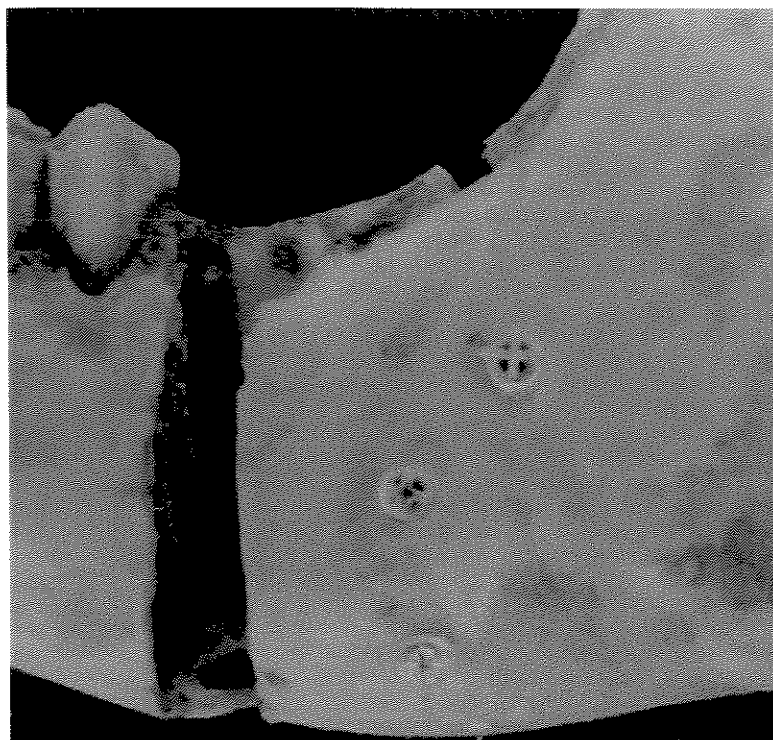


Figura 8: Modelo fixado de modo posicional, em "L" invertido, com sistema reabsorvível.

O padrão de execução da fixação seguiu a orientação de seus fabricantes, sendo necessária à realização de macheamento prévio do leito dos parafusos do sistema reabsorvível. O tempo de fixação não foi observado em ambos os grupos. Os parafusos foram inseridos em 90° (Figura 9)

Para o ensaio, as hemimandíbulas foram fixadas com resina quimicamente ativada (Dental Vipi LTDA, Pirassununga, São Paulo - Brasil) ao suporte de aço especialmente confeccionado (Figura 10).

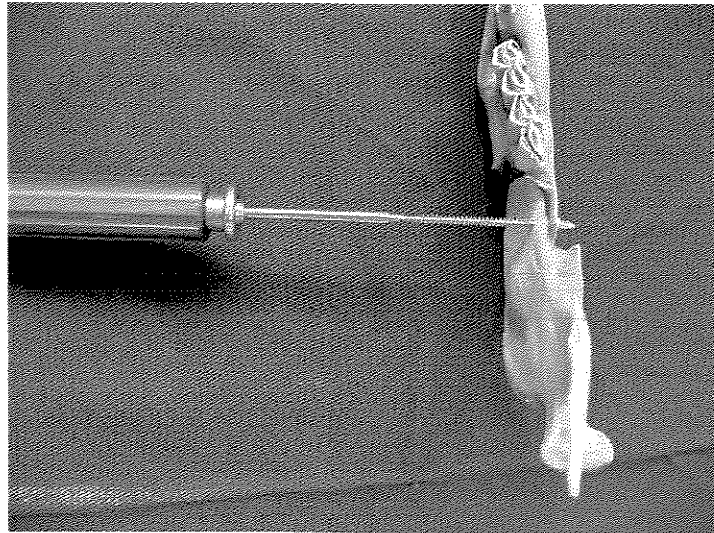


Figura 9: Parafuso sendo inserido em 90°.

O suporte constitui-se de uma cantoneira em formato de U, com 3 parafusos laterais de cada lado, soldada verticalmente sobre uma base quadrada com uma perfuração central para que a mesma pudesse ser fixada na base da máquina de ensaio. Desta forma foi possível manter um paralelismo entre o plano oclusal e plano horizontal da máquina (Figuras 11 e 12).

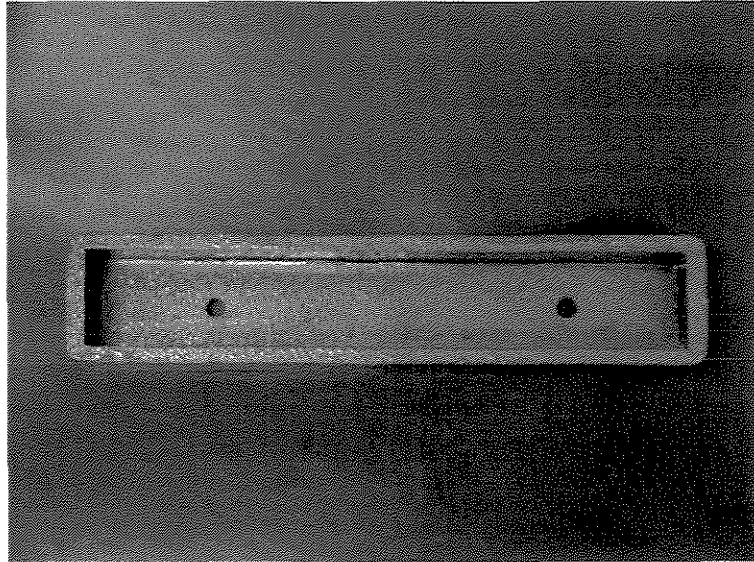


Figura 10: Suporte especialmente confeccionado para fixação das hemimandíbulas.

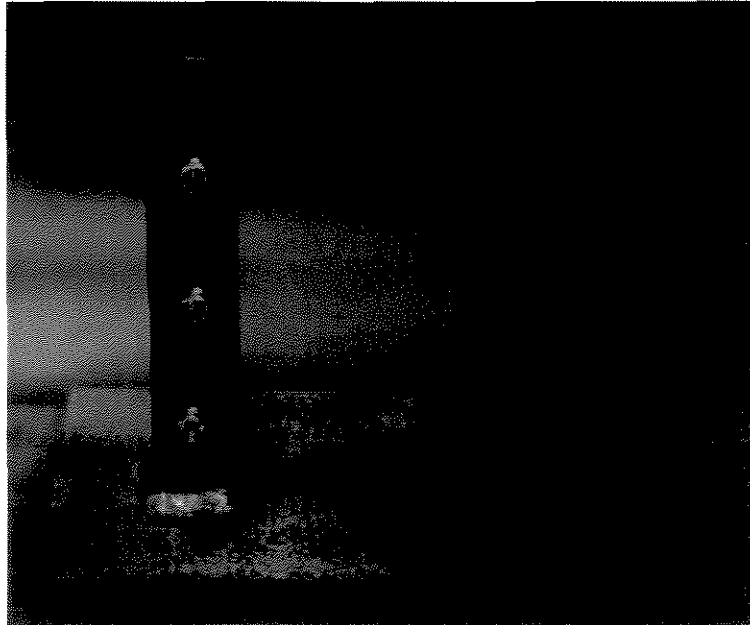


Figura 11: Suporte para realização do experimento.

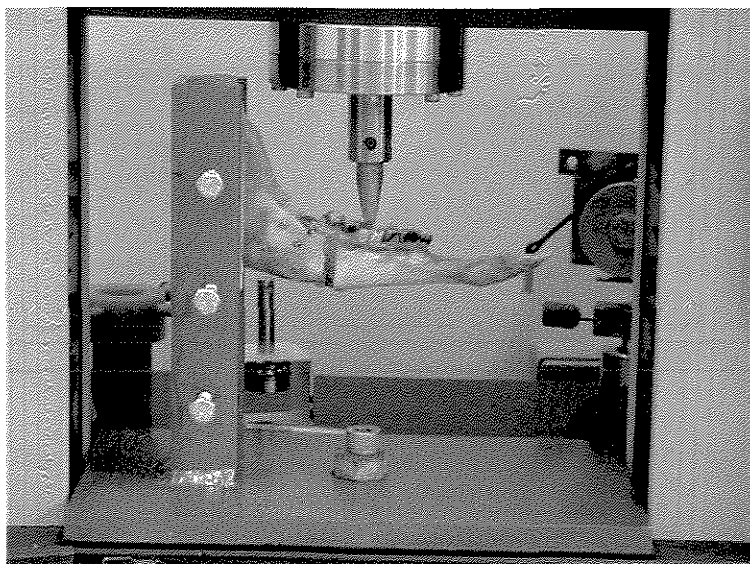


Figura 12: Mandíbula fixada ao suporte e levada a máquina de ensaio universal Instron™ (INSTRON™ CO, Canton, Massachusetts, Estados Unidos, Mod. 4411), onde adaptamos um sensor de força, denominado célula de carga, com capacidade máxima de 100 Kgf, mensurados em intervalos de 5 gramas.

O transdutor da célula de carga transforma peso ou força em voltagem. Estruturalmente a máquina consiste de uma coluna de metal, onde os sensores de tensão são colocados na mesma para detectar as mudanças de dimensão ocorridas pela aplicação da força, os quais estão conectados de modo a formar uma rede elétrica, conhecida como ponte de Wheatstone balanceada. Isso promove uma voltagem de excitação que é aplicada através destes, não havendo voltagem de saída.

Quando a força é aplicada na célula de carga, ocorre um desbalanceamento da ponte de Wheatstone, produzindo uma voltagem de saída. Esta voltagem é amplificada e traduzida em força. Se a polaridade for positiva, a

força exercida na célula de carga é de tração e quando a polaridade for negativa, a força é de compressão.

A célula de carga foi posicionada na face mesial do segundo molar para aplicação da força no modelo desenvolvido. Uma força progressiva de compressão de 1 mm por minuto foi aplicada verticalmente até ocorrer o deslocamento de 10 mm estipulado como deslocamento máximo padrão, ou até ocorrer a falência do sistema, onde a carga considerada nestes casos foi a carga de pico, ou seja, o maior valor da carga alcançado (Figura 13).

Os dados foram transmitidos diretamente da célula de carga para o visor da máquina, que permite obter os resultados que seriam posteriormente analisados (Figura 14).

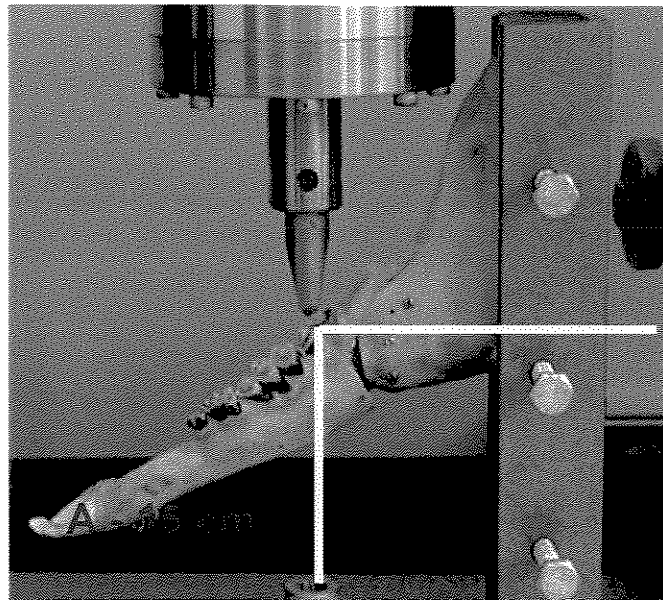


Figura 13: Foto demonstrando ponto de aplicação de forças até atingir deslocamento de 10 mm. Pontos A e B – padronização das distancias.

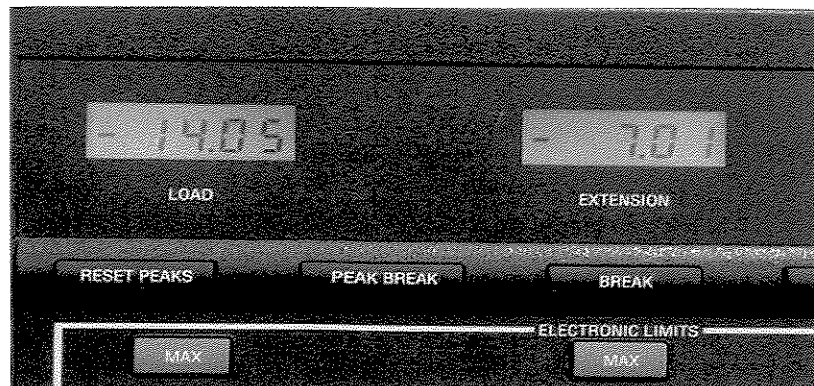


Figura 14: Visor da máquina de ensaio, onde os resultados eram demonstrados. Lado esquerdo observa-se o valor da carga imposta, lado direito, valor do deslocamento.

Os dados sobre a força necessária para proporcionar o deslocamento estipulado no sistema foram coletados e anotados em quilograma-força (Kgf), sendo os valores anotados no momento do deslocamento final dos 10 mm e os valores de pico quando o sistema falhava antes de atingir o deslocamento final. Nestes casos obtínhamos dois valores em Kgf, mas para análise dos resultados somente os valores de pico foram considerados.

A média de cada grupo foi calculada com seu desvio padrão e os grupos comparados entre si, através do teste t de Student e análise de correlação de Pearson.

5- RESULTADOS

As mensurações realizadas nas hemimandíbulas utilizadas neste trabalho, nos grupos A e B, estão apresentados nas Tabelas 1 e 2, que se seguem, respectivamente com sua média e desvio padrão.

TABELA 1

Medidas das Dimensões Mandibulares: Grupo A

MANDÍBULA	ALTURA RAMO	FORAME/ RAMO	COMPRIMENTO MANDÍBULA	LARGURA RAMO	ESPESSURA RAMO
01	58 mm	12 mm	120 mm	29 mm	13 mm
02	52 mm	15 mm	133 mm	37 mm	13 mm
03	58 mm	17 mm	135 mm	35 mm	13 mm
04	59 mm	18 mm	133 mm	33 mm	13 mm
05	63 mm	16 mm	149 mm	37 mm	13 mm
06	61 mm	19 mm	127 mm	33 mm	12 mm
07	56 mm	19 mm	132 mm	32 mm	12 mm
08	58 mm	16 mm	127 mm	30 mm	12 mm
09	59 mm	18 mm	127 mm	32 mm	13 mm
10	57 mm	17 mm	133 mm	33 mm	13 mm
Média	58.2	16.8	131.5	33.1	12.7
Desvio Padrão	2.89	2.15	7.58	2.64	0.48

TABELA 2

Medidas das Dimensões Mandibulares: Grupo B

MANDÍBULA	ALTURA RAMO	FORAME/ RAMO	COMPRIMENTO MANDÍBULA	LARGURA RAMO	ESPESSURA RAMO
11	56 mm	17 mm	129 mm	32 mm	11 mm
12	59 mm	16 mm	126 mm	34 mm	12 mm
13	55 mm	14 mm	122 mm	34 mm	12 mm
14	61 mm	17 mm	129 mm	33 mm	12 mm
15	56 mm	16 mm	133 mm	34 mm	13 mm
16	64 mm	16 mm	133 mm	36 mm	12 mm
17	62 mm	17 mm	145 mm	35 mm	13 mm
18	65 mm	18 mm	143 mm	35 mm	13 mm
19	59 mm	17 mm	125 mm	33 mm	12 mm
20	58 mm	15 mm	118 mm	30 mm	11 mm
Média	59.5	16.3	130.3	33.6	12.1
Desvio Padrão	3.44	1.16	8.58	1.71	0.74

5.1 Teste Biomecânico

O teste biomecânico realizado neste estudo gerou valores de carga de pico, que ocorreram antes que o deslocamento final estipulado tivesse sido

alcançado e valores da carga final, quando o deslocamento de 10mm era atingido. Quando os valores de pico superavam o valor correspondente aos valores de deslocamento final, estes eram desconsiderados. Os valores de pico estão apresentados nas Tabelas 3 e 4.

Nos grupos A e B, 40% das amostras, apresentaram o valor de pico igual ao valor de carga final, que correspondiam a 10 mm de deslocamento.

Os valores de carga final obtido quando do deslocamento de 10 mm, estão apresentados nos Anexo 1.

TABELA 3

Grupo A – Deslocamento e carga dos picos.

HEMANDÍBULA	DESLOCAMENTO (mm)	CARGA (Kgf)
1	7.52	5.39
2	0.0	11.68
3	0.0	12.67
4	4.67	8.28
5	0.0	7.24
6	6.84	9.92
7	8.95	13.62
8	7.67	4.09
9	9.10	9.86
10	0.0	16.62

TABELA 4

Grupo B – Deslocamento e carga dos picos.

HEMANDÍBULA	DESLOCAMENTO (mm)	CARGA (Kgf)
11	6.63	8.75
12	9.02	5.67
13	0.0	11.61
14	8.07	6.12
15	9.92	9.80
16	0.0	10.71
17	7.30	8.52
18	0.0	21.46
19	0.0	11.16
20	8.45	6.96

5.2 Análise Estatística

5.2.1. Teste *t* - Student

O teste *t-Student* foi aplicado aos grupos, em relação à média dos valores de deslocamento de pico, da carga do pico e para a carga final quando do deslocamento de 10 mm (Tabela 5) (Anexo 2 e 3).

Para todas as análises realizadas foi adotado o nível de significância de 5%. Deste modo não foi observada diferença entre os grupos do sistema reabsorvível e metálico.

TABELA 5

Teste t – Empregado no deslocamento de pico, carga de pico e carga.

Variável	Grupo		Teste t
	I	II	
	$\bar{x}$ dp	$\bar{x}$ dp	
Deslocamento Pico	7.73 / 1.80	8.23 / 1.18	0.57
Carga Pico	8.36 / 3.26	7.63 / 1.63	0.63
Carga Final	7.91 / 4.32	9.50 / 4.97	0.46

5.2.2. Análise de Correlação de Pearson

Está análise foi aplicada às cargas final e de pico, de forma independente para cada grupo testado, anexo 4, onde não foi observado uma correlação positiva entre os mesmos.

6 – DISCUSSÃO

A realização de estudos biomecânicos *in vitro* é uma das formas de se testar a resistência dos materiais de fixação, bem como sua disposição antes de serem utilizados em humanos (ILG, 1998).

Estudos *in vitro*, apresentam limitações naturais quando comparados ao seu objetivo final. Porém propiciam e projetam resultados que permitem em algum momento a sua aplicação em humanos.

Este trabalho desenvolveu uma metodologia simples minimizando suas variáveis para que desta forma nossos resultados fossem confiáveis.

Logo, diante do proposto, o melhor corpo de prova seria a mandíbula humana, porém a aquisição em número suficiente bem como a padronização das amostras, não seria viável. Autores como ARDARY *et al.*, 1989; KIM *et al.*, 1995, utilizaram mandíbulas de cadáveres em seus estudos e relataram dificuldade na padronização das amostras, o que promoveria uma variável a mais a ser considerada.

Desta forma teríamos como opção, a utilização de ossos frescos de animais e/ou materiais sintéticos, ambos empregados para pesquisas *in vitro*.

A opção em trabalhar com ossos frescos, mandíbulas de carneiro, foi pela facilidade de obtenção das amostras, possibilidade de padronização (Tabelas 1 e 2), facilidade de armazenamento, possibilidade de realização da OSRM, semelhante à realizada em humanos. Porém foram necessárias algumas modificações em relação à técnica original como: a inclinação do corte por medial e a realização do mesmo abaixo do forame mandibular e a complementação da osteotomia por medial, para facilitar a separação e assim evitar fraturas erradas, o que ocorreu durante a fase de confecção do piloto e também para proporcionar segmentos mais resistentes. Outras vantagens são: emprego da FIR e baixo custo. Autores como WITTEMBERG *et al.*, 1991; SUURONEN *et al.*, 1998; UCKAN *et al.*, 2001 utilizaram amostras de ossos frescos em seus estudos, demonstrando o valor dos experimentos *in vitro*.

Até a realização do experimento, as amostras foram mantidas congeladas e apesar de terem apresentado sinais de ressecamento e de necrose do saco dentário dos germes extraídos na área da osteotomia, não acreditamos que estes fatores comprometeram os resultados encontrados, já que todas as amostras foram utilizadas com intervalos de tempo inferior a 15 dias e o estudo destinou-se a comparar a resistência dos parafusos a flexão.

Outras formas de armazenamento são citadas na literatura como no trabalho de FOLEY *et al.*, em 1989 que conservaram mandíbulas de cães e costelas de porcos, imersas em soro fisiológico e congelamento até o final de seus

ensaios, sem prejuízo dos resultados. Porém não citam o tempo de estocagem dos espécimes.

Outras amostras com a finalidade de se testar a resistência biomecânica tem sido citadas na literatura, como: mandíbulas de macacos (ELLIS III *et al.*, 1988), mandíbulas de cadáveres humanos (KIM *et al.*, 1995; KOHN *et al.*, 1995; TAMS *et al.*, 1999) e materiais sintéticos (ARAÚJO *et al.*, 2001).

KOHN *et al.*, em 1995, avaliaram o material de fixação em três amostras diferentes, sendo: osso mandibular humano, costela bovina e material sintético, através da OSRM. Os resultados demonstraram que o osso mandibular humano apresentou maior resistência quando comparado as demais amostras.

Acreditamos que para ensaios laboratoriais o material de escolha não faz diferença, desde que as amostras possam ser padronizadas. Porém sempre serão apenas referências quando extrapolados à comparação com humanos saudáveis.

Segundo TURVEY, em 1985, WOLFORD, em 2000 e TUCKER, em 2002 a osteotomia sagital do ramo mandibular é sem dúvida o procedimento mais utilizado para a correção das deformidades dento-faciais na mandíbula. Esta aplicabilidade deve-se a seu desenho e versatilidade, podendo ser indicada para tratamento do prognatismo, micrognatismo e assimetrias. Possibilita um amplo contato ósseo entre os segmentos, o que favorece o processo de reparação e

permite a aplicação da fixação interna rígida, evitando desta forma o bloqueio maxilo-mandibular no período pós-operatório.

Com o passar dos anos, muitas modificações foram introduzidas em relação à técnica original, tornando o procedimento cirúrgico mais estável, menos invasivo e com menores índices de complicações, como necrose asséptica dos segmentos por excesso de descolamento dos tecidos e menor índice de fraturas incorretas (DAL PONT, 1961; HUNSUCK, 1968; EPKER, 1977)

Para os movimentos de avanço mandibular, a OSRM é a técnica de escolha e segundo PROFFIT *et al.*, em 1996, na mandíbula, dentre os movimentos realizáveis por esta técnica o avanço é o movimento mais estável.

Neste trabalho, foi utilizada esta osteotomia, justamente por ser na literatura, desde a sua publicação por TRAUNER & OBWEGESER em 1957 e as modificações propostas, a osteotomia mais utilizada em pesquisas (ELLIS III *et al.*, 1988 ; KOHN *et al.*, 1995 ; ILG, 1998; MEBRA *et al.*, 2001).

O avanço estabelecido de 5 mm foi baseado em trabalhos que utilizaram em média este valor para estudos tanto *in vivo* como *in vitro* (ELLIS III *et al.*, 1988; KALLELA *et al.*, 1998; DOLCE *et al.*, 2000; UCKAN *et al.*, 2001).

A utilização de placas e parafusos, de parafusos ou a combinação entre estes para fixação dos segmentos tornou-se a opção de primeira escolha, desde sua publicação na literatura por MICHELET *et al.*, 1973, SPIESSL, em 1974 e

SOUYRIS em 1978. Desde então, inúmeros trabalhos com opções de fixação variadas têm sido publicados, sempre buscando proporcionar maior estabilidade ao movimento realizado em menor espaço de tempo, trazendo desta forma menor prejuízo a saúde dos pacientes.

A escolha da melhor técnica de fixação está baseada na experiência de cada cirurgião. SPIESSL que preconiza a utilização de parafusos de modo compressivo, justifica a opção por esta técnica promover boa estabilidade da área osteotomizada. Já SOUYRIS que utiliza a técnica de modo posicional justifica sua escolha por concluir que a compressão não é necessária para promover estabilidade na área osteotomizada, diminuindo desta forma, o risco de dano ao feixe vâsculo-nervoso alveolar-inferior, além de promover menor torque na região condilar e diminuindo o tempo de execução quando comparado à técnica compressiva pela necessidade da troca da broca.

DOLCE *et al.*, em 2000 avaliaram a estabilidade do avanço mandibular e encontraram melhores resultados quando a fixação rígida foi empregada em comparação à técnica com fio de aço.

A literatura é vasta na discussão das vantagens e desvantagens que cada forma de fixação proporciona, cabendo ao cirurgião realizar sua escolha, já que não há diferença estatística nos resultados encontrados em diversos estudos

tanto *in vitro* como *in vivo* (JETER, *et al.*, 1984; RUBENS, *et al.*, 1988; FOLEY, *et al.*, 1989; WITTENBERG, *et al.*, 1991; SUURONEN, *et al.*, 1994).

A técnica posicional em “L” invertido utilizado neste estudo consiste do emprego de dois parafusos que são posicionados acima do canal mandibular, na banda de tensão e um parafuso abaixo do mesmo, na banda de compressão. É a técnica mais comumente utilizada e segundo ARDARY *et al.*, 1989 e FOLEY *et al.*, 1989 é a que proporciona maior resistência biomecânica.

A utilização de três parafusos posicionais, bicorticais proporciona o engajamento ativo das roscas em ambos os segmentos evitando a compressão entre eles. Não foi notado melhora na estabilidade com o aumento do número de parafusos (ARDARY *et al.*, 1989; HAUG *et al.*, 1999) nem tão pouco quando comparamos as técnicas de fixação posicional e *lag screw* (ELLIS III, 1992; FOLEY *et al.*, 1989).

Em nosso experimento, apesar de não termos encontrado diferença estatística entre os grupos, inicialmente nos pareceu que no grupo B, ocorreu maior estabilidade nos segmentos osteotomizados. Foi creditado a esta observação o fato de que no sistema reabsorvível não ser possível realizar o torque final com segurança para não fraturar o parafuso e também a falta de rotina em se trabalhar com este novo sistema.

Estudos de HARADA *et al.*, 1997; KALLELA *et al.*, 1998; EDWARDS *et al.*, 2001a, utilizando sistemas reabsorvíveis para fixação dos segmentos *in vivo*, após a realização da OSRM, não relataram complicações pós-operatórias que contra-indicassem a utilização dos mesmos, apesar de utilizarem parafusos de 2.7 mm de diâmetro.

Acredito que seja apenas uma questão de tempo e experiência para que os sistemas reabsorvíveis de 2.0 mm passem a ser rotina na prática cirúrgica.

Estudos como de PAULUS & STEINHAUSER, em 1982, THOMAS *et al.*, em 1986; ELLIS III *et al.*, em 1988; CASKEY *et al.*, em 1989 demonstraram que o sistema 2.0 mm promove resistência biomecânica suficiente para ser indicado como meio de fixação em osteotomia sagital do ramo mandibular.

Com relação às complicações, tais como alterar a posição condilar e promover menor compressão ao feixe vâsculo-nervoso alveolar inferior, a técnica posicional apresenta menores índices de complicações quando comparada à técnica compressiva (SOUYRIS, 1978; ELLIS III, 1992).

Foi padronizado o ponto de aplicação de carga na mesial do segundo molar, para que desta forma não variasse o braço de alavanca. É sabido, porém que neste aspecto nosso trabalho é limitado quando comparado com a complexidade de movimentos e forças de torção e cisalhamento que atuam na mandíbula.

Os picos de carga em algumas amostras foi superior à carga final o que demonstrou a falha na resistência de fixação antes de atingir o deslocamento final de 10 mm pré-estabelecido, em ambos os grupos.

Sessenta por cento das amostras apresentaram valores finais e os valores de picos iguais, em ambos os grupos demonstrando que mesmo com o deslocamento excessivo estipulado, os sistemas testados demonstraram ser eficientes. As diferenças notadas entre os grupos ao final do deslocamento foram que no grupo A, o parafuso reabsorvível sofreu alteração de forma, acompanhando o movimento de flexão e no grupo B, os parafusos mantiveram-se estáveis, ocorrendo como compensação, a fratura da mandíbula nas adjacências à área de fixação.

Na literatura, os sistemas mais utilizados são confeccionados de titânio puro, com diâmetro de 2.0 mm e comprimento variando de acordo com a espessura da área utilizada. Porém alguns trabalhos demonstram como desvantagens quando da utilização destes materiais: a corrosão, o estresse ao osso no local da fixação, a palpabilidade, a necessidade de remoção em alguns casos, o aumento do custo cirúrgico para o paciente, além da necessidade de nova internação hospitalar (KALLELA, *et al.*, 1999c).

Por isso, sempre se buscou um material considerado ideal, onde propriedades biomecânicas, biocompatíveis e biodegradáveis estivessem presentes (KALELLA *et al.*, 1999b).

Com o surgimento dos materiais reabsorvíveis constituídos de ácido polilático, ácido poliglicólico inicialmente com os fios de suturas (KULKARNY *et al.*, 1966) e a constante pesquisa na área, levou ao surgimento de sistemas de fixação reabsorvíveis, constituídos por placas e parafusos, semelhantes aos metálicos. Problemas iniciais com a resistência mecânica, tempo de reabsorção, necessidade de macheamento prévio, que persiste até hoje, aquecimento das placas para melhor adaptação no leito receptor e diâmetro mais largo dos parafusos, ao longo do tempo foram sendo sanados.

Na literatura consultada e apresentada durante a revisão, observamos que inicialmente os sistemas reabsorvíveis utilizados apresentavam diâmetros de 2.7 a 3.5 mm. Já a partir de 2000, foram observados estudos *in vivo* já se valendo de placas e parafusos com diâmetro de 2.0 mm sendo utilizados para fixação de fraturas *LE FORT I* (EDWARDS *et al.*, 2001a) e fraturas induzidas em ângulo mandibular de cães, (QUERESHY *et al.*, 2000) Em nosso trabalho foi utilizado sistema 2.0 mm, para podermos comparar com menor distorção a resistência entre parafusos metálicos e reabsorvíveis, já que usualmente no sistema controle, este é o diâmetro mais utilizado.

Nossos resultados não demonstraram diferenças estatisticamente significantes entre os grupos, porém ainda não aconselhamos a utilização dos materiais reabsorvíveis em OSRM com diâmetro de 2.0 mm sem antes a realização de mais estudos com outras metodologias para podermos esgotar o assunto e aí sim utilizarmos sistemas compatíveis com os metálicos atuais, pois algumas questões continuam em aberto, como tempo de degradação, reação de corpo estranho (SUURONEN *et al.*, 1998) e principalmente custo do sistema que atualmente chega a custar quase quatro vezes mais que os sistemas metálicos. .

7 – CONCLUSÕES

De acordo com os dados obtidos neste experimento e respeitando suas limitações, podemos concluir que:

- 1- Não havendo diferença estatisticamente significativa entre os grupos testados, o sistema reabsorvível demonstrou ser uma alternativa viável na fixação em OSRM, quando movimentos de avanço são realizados.
- 2- Em razão de termos estudado somente movimentos de flexão, outros estudos deverão ser realizados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

1. ALPERT, B.; SELIGSON, D. Removal of asymptomatic bone plates used for orthognathic surgery and facial fractures. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.54, n.5, p.618-621, May 1996.
2. ARAUJO, M.M.; WAITE, P.D.; LEMONS, J.E. Strength analysis of Le Fort I osteotomy fixation: titanium versus resorbable plates. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.59, n.9, p.1034-1039, Sept. 2001.
3. ARDARY, W.C. *et al.* Comparative evaluation of screw configuration on the stability of the sagittal split osteotomy. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.68, n.2, p.125-129, Aug, 1989.
4. ASSAELL, L.A.; PREIN, J. Stable internal fixation of osteotomies of the facial skeleton. *In*: PREIN, J. *et al.* **Manual of internal fixation in the cranio-facial skeleton**. Basel: Springer-Verlag, 1998. p.185-198.

* Baseada na NBR-6023 de ago. de 2000, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).
Abreviatura dos títulos dos periódicos em conformidade com o MEDLINE.

5. BAHR, W. The effects of pre-tapping on the miniscrew-bone interface in the midface. **J Craniomaxillofac Surg**, Edinburgh, v.17, n.8, p.337-339, Nov. 1989.
6. BAHR, W. Pretapped and self-tapping screws in the human midface. Torque measurements and bone screw interface. **Int J Oral Maxillofac Surg**, Copenhagen, v.19, n.1, p.51-53, Feb. 1990.
7. BELL, W.H.; SCHENDEL, S.A. Biologic basis for modification of the sagittal ramus split operation. **J Oral Surg**, Chicago, v.35, n.5, p.362-369, May 1977.
8. BERGSMA, E.J. *et al.* Foreign body reactions to resorbable poly(L-lactide) bone plates and screws used for the fixation of unstable zygomatic fractures. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.51, n.6, p.666-670, June 1993.
9. BESSHO, K.; IIZUKA, T.; MURAKAMI, K.I. A bioabsorbable poly-L-lactide miniplate and screw system for osteosynthesis in oral and maxillofacial surgery. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.55, n.9, p.941-946, Sept. 1997.
10. BLOMQVIST, J.E.; ISAKSSON, S. Skeletal stability after mandibular advancement: a comparison of two rigid internal fixation techniques. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.52, n.11, p.1133-1137, Nov. 1994.

11. BOS, R.R.M. *et al.* Bio-absorbable plates and screws for internal fixation of mandibular fractures. A study in six dogs. **Int J Oral Maxillofac Surg**, Copenhagen, v.18, n.6, p.365-369, Dec. 1989.
12. BOUWMAN, J.P.B.; TUINZING, D.B. Biodegradable osteosynthesis in mandibular advancement: a pilot study. **Br J Oral Maxillofac Surg**, Edinburgh, v.37, n.1, p.6-10, Feb. 1999.
13. CARTER, T.B. *et al.* Cortical thickness in human mandibles: clinical relevance to the sagittal split ramus osteotomy. **Int J Adult Orthodon Orthognath Surg**, Chicago, v.6, n.4, p.257-260, 1991.
14. CASKEY, R.T.; TURPIN, D.L.; BLOOMQUIST, D.S. Stability of mandibular lengthening using bicortical screw fixation. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, Saint Louis, v.96, n.4, p.320-326, Oct. 1989.
15. CUTRIGHT, D.E.; HUNSUCK, E.E.; BEASLEY, J.D. Fracture reduction using a biodegradable material, polylactic acid. **J Oral Surg**, Chicago, v.29, n.6, p.393-397, June 1971.
16. DAL PONT, G. Retromolar osteotomy for correction of prognathism. **J Oral Surg Anesth Hosp Dent Serv**, v.19, p.42-47, Jan. 1961.

17. DOLCE, C. *et al.* Skeletal stability after mandibular advancement with rigid versus wire fixation. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.58, n.11, p.1219-1228, Nov. 2000.
18. DOUMA, E.; KUFTINEC, M.M.; MOSHIRI, F. A comparative study of stability after mandibular advancement surgery. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, Saint Louis, v.100, n.2, p.141-155, Aug, 1991.
19. EDWARDS, R.C.; KIELY, K.D.; EPPLEY, B.L. The fate of resorbable poly-L-lactic/polyglycolic acid (LactoSorb) bone fixation devices in orthognatic surgery. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.59, n.1, p.19-25, Jan. 2001a.
20. EDWARDS, R.C.; KIELY, K.D.; EPPLEY, B.L. Fixation of bimaxillary osteotomies with resorbable plates and screws experience in 20 consecutive cases. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.59, n.3, p.271-276, Mar. 2001b.
21. EDWARDS, R.C.; KIELY, K.D.; EPPLEY, B.L. Resorbable fixation techniques for genioplasty. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.58, n.3, p.269-272, Mar. 2000.

22. ELLIS III, E. Condylar positioning devices for orthognatic surgery: are they necessary? **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.52, n.6, p.536-552, June 1994.
23. ELLIS III, E.; DECHOW, P.C.; CARLSON, D.S. A comparison of stimulated bite force after mandibular advancement using rigid or nonrigid fixation. **J Oral Maxillofac Surg**. Philadelphia, v.46, n. 1, p. 26-32, Jan. 1988.
24. ELLIS III, E. Rigid fixation in orthognathic surgery. **Select Read Oral Maxillofac Surg**, Dallas, v.2, n.6, p.1-17, 1992.
25. ELLIS III, E.; CARLSON, D.S. The effects of mandibular immobilization on the masticatory system: a review. **Clin Plast Surg**, Philadelphia, v.16, n.1, p.133-146, Jan. 1989.
26. ELLIS III, E.; CARLSON, D.S. Stability two years after mandibular advancement with and without supra-hyoid myotomy: an experimental study. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.41, n.7, p.426-437, July 1983.
27. ELLIS III, E.; SINN, D.P. Connective tissue forces from mandibular advancement. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.52, n.11, p.1160-1163, Nov. 1994.

28. EPKER, B.N. Modifications in the sagittal osteotomy of the mandible. **J Oral Surg**, Chicago, v.35, n.2, p.157-159, Feb. 1977.
29. EPKER, B.N.; WESSBERG, G.A. Mechanisms of early skeletal release following surgical advancement of the mandible. **Br J Oral Surg**, Edinburgh, v.20, n.3, p.175-182, Sept. 1982.
30. FISH, L.C.; EPKER, B.N.; SULLIVAN, C.R. Orthognathic surgery: the correction of dentofacial deformities. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v. 51, n.1(Suppl. 1), p.28-41, Jan, 1993.
31. FOLEY, W.L. *et al.* Internal screw fixation: comparison of placement pattern and rigidity. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.47, n.7, p.720-723, July 1989.
32. FROST, D.E.; KOUTNIK, A.W. Alternative stabilization of the maxilla during simultaneous jaw-mobilization procedures. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.56, n.2, p.125-127, Aug. 1983.
33. GALLO, W.J. *et al.* Modification of the sagittal ramus split osteotomy for retrognathia. **J Oral Surg**, Chicago, v. 34, n.2, p.178-179, Feb. 1976.

34. HARADA, K.; ENOMOTO, S. Stability after surgical correction of mandibular prognathism using the sagittal split ramus osteotomy and fixation with poly-L-lactic acid (PLLA) screws. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.55, n.5, p.464-469, May 1997.
35. HARADA, K. *et al.* Postoperative stability after sagittal split ramus osteotomy with condylar-positioning appliance and screw fixation: asymmetric versus symmetric cases. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, Saint Louis, v. 83, n.5, p.532-536, May 1997.
36. HAUG, R.H.; BARBER, J.E.; PUNJABI, A.P. An *in vitro* comparison of the effect of number and pattern of positional screws on load resistance. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.57, n.3, p.300-308, Mar. 1999.
37. HUNSUCK, E.E. A modified intraoral sagittal splitting technic for correction of mandibular prognathism. **J Oral Surg**, Chicago, v.26, n.4, p.249-252, Apr. 1968.
38. ILG, J.P. **Resistência da fixação interna em duas técnicas de osteotomia para avanço mandibular: estudo biomecânico em mandíbula de carneiro.** Piracicaba, 1998. 124p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas.

39. JETER, T.S.; VAN SICKELS, J.E.; DOLWICK, M.F. Modified techniques for internal fixation of sagittal ramus osteotomies. **Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.42, n.4, p.270-272, Apr. 1984.
40. KALLELA, I. **Rigid internal fixation of the mandible using biodegradable polylactide screws and metal screws: a clinical and experimental study.** Helsinki, 1999. Dissertation - Medical Faculty Of The University Of Helsinki.
41. KALLELA, I. *et al.* Lag-Screw Fixation Of Anterior Mandibular Fractures Using Biodegradable Polylactide Screws: A Preliminar Report. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v. 57, n. 2, p. 113-118, Feb, 1999a.
42. KALLELA, I. *et al.* Osteotomy site healing following mandibular sagittal split osteotomy and rigid fixation with polylactide biodegradable screws. **Int J Oral Maxillofac Surg**, Copenhagen, v.28, n.3, p.166-170, June 1999b.
43. KALLELA, I. *et al.* Skeletal Stability Following Mandibular Advancement And Rigid Fixation With Polylactide Biodegradable Screws. **Int J Oral Maxillofac Surg**, Copenhagen, v. 27, n. 1, p. 3-8, Feb, 1998.

44. KIM, H.C.; ESSAKI, S.; KAMEYAMA, T. Comparison of screw placement patterns on the rigidity of the sagittal split ramus osteotomy: technical note. **J Craniomaxillofac Surg**, Edinburg, v.23, n.1, p.54-56, Feb. 1995.
45. KOHN, D.H. *et al.* In vitro comparison of parameters affecting the fixation strenght of sagittal split osteotomies. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.53, n.12, p.1374-1383, Dec. 1995.
46. KORANYI, E. *et al.* Holding power of orthopedic screws in bone. **Clin Orthop**, Philadelphia, v.72, p.283-286, Sept./Oct. 1970.
47. KULKARNI, R.K. *et al.* Polylactid acid for surgical implants. **Arch Surg**, Chicago, v.93, n.5, p.839-843, Nov. 1966.
48. LAKE, S.L. *et al.* Surgical mandibular advancement: a cephalometric analysis of treatment response. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** Saint Louis, v.80, n.4, p.376-394, Oct. 1981.
49. LEONARD, M.S. *et al.* The sagittal split osteotomy of the mandible. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.60, n.5, p.459-466, Nov. 1985.

50. LINDQVIST, C.; SODERHOLM, A.L. A simple method for establishing the position of the condylar segment in sagittal split osteotomy of the mandible. **Plast Reconstr Surg**, Philadelphia, v.82, n.4, p.707-709, Oct. 1987.

51. LUHR, H.G. *et al.* Formveränderung des unterkiefers durch kieferorthopadisch-chirurgische mabnahmen mit stabiler fixation der segmente. **Fortschr Kieferorthop**, Leipzig, v.47, n.1, p.39-47, Jan. 1986. *Apud* ELLIS III, E. *Op. Cit.* Ref. 25.

52. MAZZONETTO, R.; GOLLEHON, S.G.; SPAGNOLI, D.B. A retrospective evaluation of rigid fixation in orthognatic surgery using a biodegradable self-reinforced (70I:30dl) polylactide. **Oral Surg Oral Med Oral Phatol Oral Radiol Endo**, 2001 (No Prelo).

53. McMANNERS, J.; MOOS, K.F.; EL-ATTAR, A. The use of biodegradable fixation in sagittal split and vertical subsigmoid osteotomy of the mandible: a preliminary report. **Br J Oral Maxillofac Surg**, Edinburgh, v. 35, n.6, p. 401-405, Dec 1997.

54. MEBRA, P. *et al.* Complications of the mandibular sagittal split ramus osteotomy associated with the presence or absence of third molars. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.59, n.8, p.854-858, Aug. 2001.

55. 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, June 1973. *Apud* ELLIS III, E. *Op. Cit.* Ref. 25.
56. NIEDERDELLMANN, H.; SHEETY, V. Technical improvements in the sagittal split ramus osteotomy. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.67, n.1, p.25-30, Jan. 1989.
57. PAULUS, G.W.; STEINHAUSER, E.W. A comparative study of wire osteosynthesis versus bone screws in the treatment of mandibular prognathism. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.54, n.1 p.2-6 July 1982.
58. PERROT, D.H. *et al.* Stability of sagittal split osteotomies. A comparasion of three stabilization techniques. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.78, n.6, p.696-704, Dec. 1994.
59. PHILLIPS, J.H.; RAHN, B.A. Comparison of compression and torque measurements of self-tapping and pretapped screws. **Plast Reconstr Surg**, Philadelphia, v.83, n.3, p.447-458, Mar. 1989.
60. PHILLIPS, R.M.; BELL, W.H. Atrophy of mandibular condyles after sagittal ramus split osteotomy: report of case. **J Oral Surg**, Chicago, v.36, n.1, p.45-49, Jan. 1978.

61. PIHLAJAMAKI, H.; KINNUNEN, J.; BOSTMAN, O. *In vivo* monitoring of the degradation process of bioresorbable polymeric implants using magnetic resonance imaging. **Biomaterials**, Oxford, v.18, n.19, p.1311-1315, Oct. 1997.
62. POLIDO, W.D. Osteotomia sagital do ramo mandibular. *In*: ARAÚJO, A. **Cirurgia ortognática**. São Paulo: Santos, 1999. p.113-130.
63. PROFFIT, W.R.; TURVEY, T.A.; PHILLIPS, C. Orthognathic surgery: a hierarchy of stability. **Int J Adult Orthod Orthognath Surg**, Chicago, v.11, n.3, p.191-204, Sept. 1996.
64. PUTNAM, G.D.; BOUWMAN, J.P.B.; TUINZING, D.B. Stability of the osteotomy site following bilateral sagittal split osteotomy: screw fixation v IMF. **Br J Oral Maxillofac Surg**, Edinburgh, v.31, n.4, p.213-216, Aug. 1993.
65. QUERESHY, F.A. *et al.* The efficacy of bioresorbable fixation in the repair of mandibular fractures: an animal study. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.58, n.11, p.1263-1269, Nov. 2000.
66. RALDI, F.V.; ARAÚJO, A.; NICCOLI FILHO, W.D. Estudo da estabilidade da cirurgia do tipo sagital em mandíbulas com vista a correção de deformidades faciais. **Odontol Ens Pesqui**, Cruzeiro, v.3, p.4-7, 1998.

67. RITTERSMA, J. *et al.* Stable fragment fixation in orthognatic surgery: review of 30 cases. **J Oral Surg**, Philadelphia, v.39, n.9, p.671-675, Sept. 1981.
68. ROZEMA, F.R. *et al.* Influence of resorbable poly(L-lactide) bone plates and screws on the dose distributions of radiotherapy beams. **Int J Oral Maxillofac Surg**, Copenhagen, v.19, n.6, p.374-376, Dec. 1990.
69. RUBENS, B.C.; STOELINGA, P.J.W.; BLIJNDORP, P.A. Skeletal stability following sagittal split osteotomy using monocortical miniplate internal fixation. **Int J Oral Maxillofac Surg**, Copenhagen, v.17, n.6, p.371-376, Dec. 1988.
70. SMITH, B.R. *et al.* Mandibular anatomy as it relates to rigid fixation of the sagittal ramus split osteotomy. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.49, n.3, p.222-226, Mar. 1991.
71. SOUYRIS, F. Sagittal splitting and bicortical screw fixation of the ascending ramus. **J Maxillofac Surg**, Stuttgart, v.6, n.3, p.198-203, Aug. 1978. *Apud* ELLIS III, E. *Op. Cit.* Ref. 25.
72. SPIESSL, B. Ostéosynthèses bei sagittaler osteotomie nach Obwegeser-Dal Pont. **Fortschr Kiefer Gesichtschir**, Stuttgart, v.18, p.145-148, 1974. *Apud* ELLIS III, E. *Op. Cit.* Ref. 25.

73. SUURONEN, R. Biodegradable fracture-fixation devices in maxillofacial surgery. **Int J Oral Maxillofac Surg**, Copenhagen, v.22, n.1, p.50-57, Feb. 1993.
74. SUURONEN, R. Comparison of absorbable self-reinforced poly-L-lactide screws and metallic screws in the fixation of mandibular condyle osteotomies: an experimental study in sheep. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.49, n.9, p.989-995, Sept. 1991.
75. SUURONEN, R. *et al.* A 5-year in vitro and in vivo study of the biodegradation of polylactide plates. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.56, n.5, p.604-614, May 1998.
76. SUURONEN, R. *et al.* Comparison of absorbable self-reinforced multilayer poly-L-lactide and metallic plates for the fixation of mandibular body osteotomies: an experimental study in sheep. **J Oral Maxillofac Surg**, v.50, n.3, p.255-262, Mar. 1992a.
77. SUURONEN, R. *et al.* Sagittal ramus osteotomies fixed with biodegradable screws: a preliminary report. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.52, n.7, p.715-720, July 1994.
78. SUURONEN, R. *et al.* Sagittal split osteotomy fixed with biodegradable, self-reinforced poly-L-lactide screws. A pilot study in sheep. **Int J Oral Maxillofac Surg**, Copenhagen, v.21, n.5, p.303-308, Oct. 1992b.

79. TAMS, J. *et al.* A computer study of fracture mobility and strain on biobegradable plates used for fixation of mandibular fractures. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.57, n.8, p.973-982, Aug. 1999.
80. TAMS, J. *et al.* Poly (L-lactide) bone plates and screws for internal fixation of mandibular swing osteotomies. **Int J Oral Maxillofac Surg**, Copenhagen, v. 25, n. 1, p. 20-24, Feb, 1996.
81. THARANON, W. Comparison between the rigidity of bicortical screws and a miniplate for fixation of a mandibular setback after a simulated bilateral sagittal split osteotomy. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.56, n.9, p.1055-1058, Sept. 1998.
82. THOMAS, P.M. *et al.* Early skeletal and dental changes following mandibular advancement and rigid internal fixation. **Int J Adult Orthodon Orthognath Surg**, Chicago, v.1, n.3, p.171-173, Summer 1986.
83. TORMALA, P. Biodegradable self-reinforced composite materials; manufacturing structure and mechanical properties. **Clin Mater**, London, v.10, n.1-2, p.29-34, 1992. *Apud* Kallela, I. *Op. Cit.* Ref. 43. Academic Dissertation - Medical Faculty Of The University Of Helsinki.

84. TORMALA, P. *et al.* U.S. Patent N.4743267, **Material For Osteosynthesis Devices**, 1988. *Apud* Kallela, I. *Op. Cit.* Ref. 43.
85. TRAUNER, R.; OBWEGESER, H. The surgical correction of mandibular prognathism and retrognathia with consideration of genioplasty. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.10, n.7, p.677-689, July 1957.
86. TUCKER, M.R. Management of severe mandibular retrognathia in the adult patient using traditional orthognathic surgery. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.60, n.11, p.1334-1340, Nov. 2002.
87. TURVEY, T.A. Intraoperative complications of sagittal osteotomy of the mandibular ramus: incidence and management. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.43, n.7, p.504-509, July 1985.
88. TULASNE, J.F.; SCHENDEL, S.A. Transoral placement of rigid fixation following sagittal ramus split osteotomy. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.47, n.6, p.651-652, June 1989.
89. UCKAN, S. *et al.* Effect of the Angle of the screw on the stability of the mandibular sagittal split ramus osteotomy: a study in sheep mandibles. **Br J Oral Maxillofac Surg**, Edinburgh, v.39, n.4, p.266-268, Aug. 2001.

90. VAN MERKESTENY, J.P.R. *et al.* Intra-operative complications in sagittal and vertical ramus osteotomies. **Int J Oral Maxillofac Surg**, Copenhagen, v.16, n.6, p.665-670, Dec. 1987.
91. WITTENBERG, J.M.; WITTENBERG, R.H.; HIPPEL, J.A. Biomechanical properties of resorbable poly-L-lactide plates and screws: a comparison with traditional systems. **J Oral Maxillofac Surg**, Copenhagen, v.49, n.5, p.512-516, May 1991.
92. WOLFE, S.A.; BERKOWITZ, S. The mandible. *In*: WOLFE, S.A. **Plastic surgery of the facial skeleton**. Boston: Little, 1989. p.154-156. *Apud* LUHR, H.G. *Op. Cit* Ref. 54.
93. WOLFORD, L.M. The sagittal split ramus osteotomy as the preferred treatment for mandibular prognathism. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.58, n.3, p.310-312, Mar. 2000.
94. WOLFORD, L.M.; DAVIS JR, W.M. The mandibular inferior border split: a modification in the sagittal split osteotomy. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.48, n.1, p.92-94, Jan. 1990.
95. WOLFORD, L.M.; BENNETT, M.A.; RAFFERTY, C.G. Modification of the mandibular ramus sagittal split osteotomy. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, Saint Louis, v.64, n.2, p.146-155, Aug. 1987.

96. WYATT, W.M. Sagittal ramus split osteotomy: literature review and suggested modification of technique. **Br J Oral Maxillofac Surg**, Edinburgh, v.35, n.2, p.137-141, Apr. 1997.
97. YOSHIDA, K. *et al.* Minimizing displacement of the proximal segment after bilateral sagittal split ramus osteotomy in asymmetric cases. **J Oral Maxillofac Surg**, Philadelphia, v.59, n.1, p.15-18, Jan. 2001.

ANEXO 1

Valores de carga ao final do deslocamento de 10 mm, dos grupos A e B

HEMIMANDÍBULAS Grupo A	DESLOCAMENTO (mm)	CARGA (Kgf)
1	10.0	4.29
2	10.0	11.68
3	10.0	12.67
4	10.0	6.18
5	10.0	7.24
6	10.0	6.78
7	10.0	4.04
8	10.0	3.41
9	10.0	6.24
10	10.0	16.62

HEMIMANDÍBULAS Grupo B	DESLOCAMENTO (mm)	CARGA (Kgf)
11	10.0	8.62
12	10.0	5.65
13	10.0	11.61
14	10.0	5.05
15	10.0	9.78
16	10.0	10.71
17	10.0	4.32
18	10.0	21.46
19	10.0	11.16
20	10.0	6.66

ANEXO 2

Tabela 5

Teste t – Deslocamento de Pico

DADOS	GRUPO A	GRUPO B
MÉDIA	7.731429	8.231667
DESVIO PADRÃO	1.809525	1.181447
P(T<=t)bi-caudal	0.574949	

Tabela 6

Teste t – Carga de Pico.

DADOS	GRUPO A	GRUPO B
MÉDIA	8.368571	7.636667
DESVIO PADRÃO	3.262598	1.632528
P(T<=t)bi-caudal	0.629239	

Tabela 7

Teste t – Carga Final

DADOS	GRUPO A	GRUPO B
MÉDIA	7.915	9.502
DESVIO PADRÃO	4.327859	4.967552
P(T<=t)bi-caudal	0.45609	

ANEXO 3

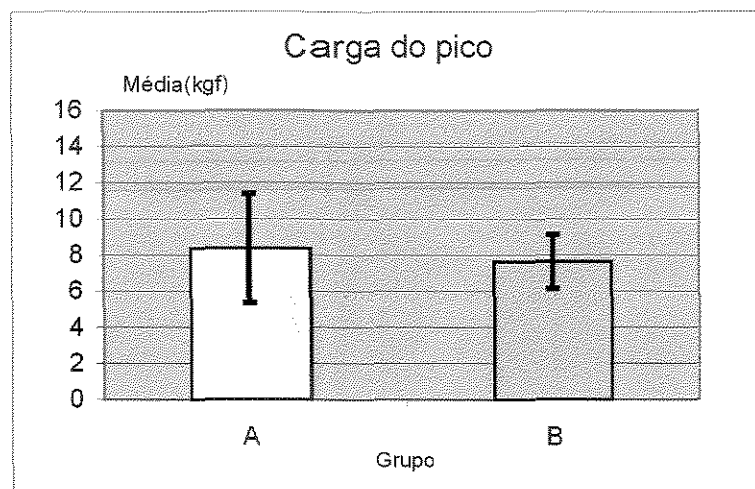


Gráfico 1: Valores do deslocamento do pico para os grupos A e B.

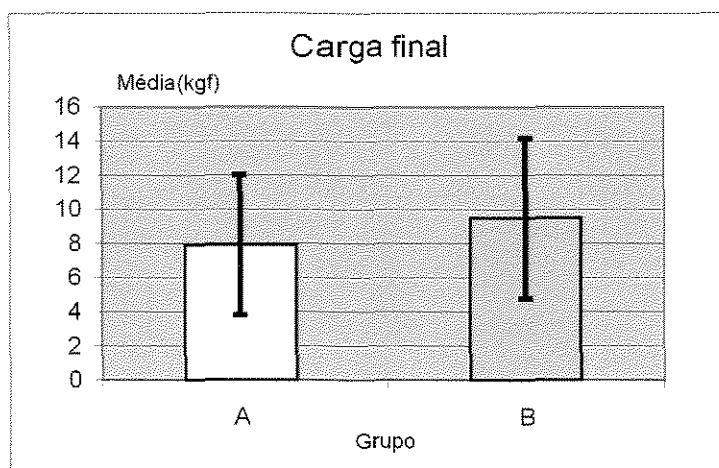


Gráfico 2: Valores da carga final para os Grupos A e B.

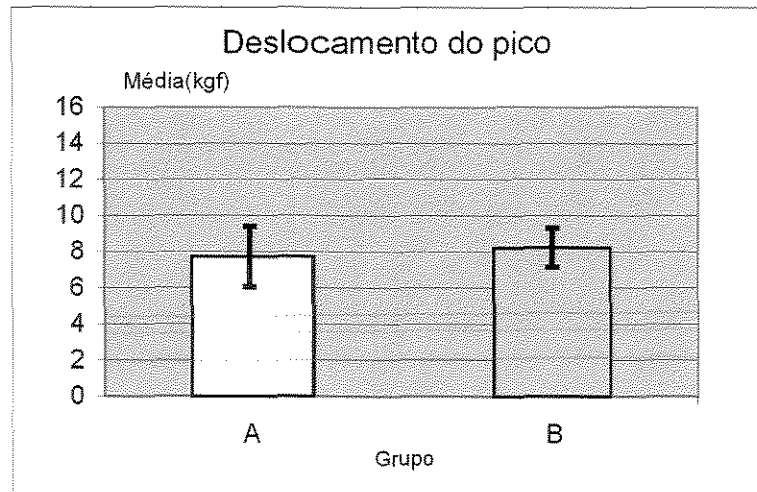


Gráfico 3: Valores de carga final para os Grupos A e B.

ANEXO 4

Análise de Correlação de Pearson.

Grupo A

10, 2002 1 The SAS System 03:22 Monday, June

The CORR Procedure

2 Variables: CARGA PICO

Simple Statistics

Variable	N	Mean	Std Dev	Sum	Minimum
Maximum					
CARGA	7	7.86857	3.09490	55.08000	4.29000
12.67000					
PICO	7	8.36857	3.26260	58.58000	4.09000
13.62000					

Pearson Correlation Coefficients, N = 7
Prob > |r| under H0: Rho=0

	CARGA	PICO
CARGA	1.00000	0.22468
		0,6281
PICO	0.22468	1.00000
		0,6281

Grupo B

10, 2002 2 The SAS System 03:22 Monday, June

The CORR Procedure

2 Variables: CARGA PICO

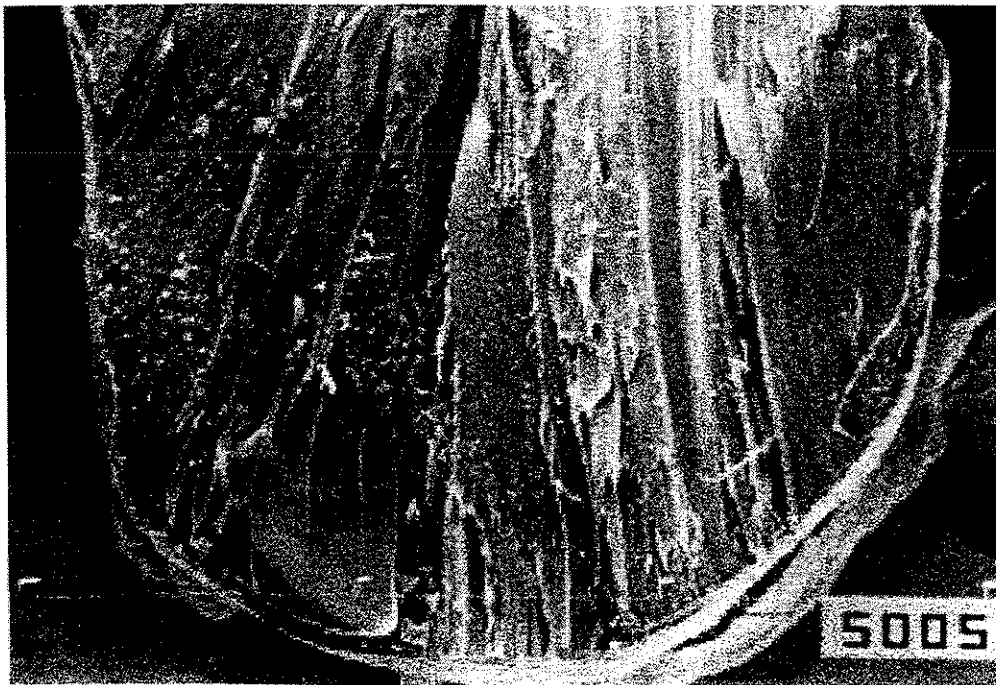
Simple Statistics

Variable	N	Mean	Std Dev	Sum	Minimum
Maximum					
CARGA	6	8.12500	2.80460	48.75000	5.05000
11.61000					
PICO	6	7.63667	1.63253	45.82000	5.67000
9.80000					

Pearson Correlation Coefficients, N = 6
Prob > |r| under H0: Rho=0

	CARGA	PICO
CARGA	1.00000	0.07537
		0,8872
PICO	0.07537	1.00000
		0,8872

APÊNDICE 1



Fotomicrografia de um sistema reabsorvível demonstrando o alinhamento das fibras durante o processo de manufatura. Foto retirada da dissertação acadêmica de Hilkka Peltoniemi, sob o título "Biocompatibility and fixation properties of absorbable miniplates and screws in growing calvarium: An experimental study in sheep", pág. 19, Helsinki, 2000.

APÊNDICE 2

Avaliação do Comitê de Ética.



INSTITUTO DE BIOLOGIA



CEEA-IB-UNICAMP

Campinas, 02/03/2007.

Prezado(a) Pesquisador(a) Prof. Dr. Renato MAZZINETTO.

A CEEA/IB da UNICAMP agradece a atenção que V.Sa. dispensou ao preencher o Protocolo Nº 285-1 para o uso de animais de experimentação em pesquisa.

Estando a CEEA autorizada a emitir pareceres restritos aos "Princípios Éticos em Experimentação Animal" a Comissão aprovou seu protocolo na reunião de 02/03/2007. Entretanto, como é dever desta Comissão, gostaríamos de recomendar vossa atenção em relação ao(s) seguinte(s) item(s):

1. Não há necessidade de se submetter
protocolos que utilizem animais mortos.
2. A CEEA apenas avalia os procedimentos
realizados com animais vivos.
3. _____

Enfatizamos que os demais itens apresentados foram esclarecedores e que sua atenção em relação ao(s) item(s) apontado(s) facilitará análises futuras.

Certos de contarmos com vossa colaboração, colocamo-nos ao vosso dispor para quaisquer esclarecimentos adicionais.

Atenciosamente,

Alba R.M. Souza Brito

Presidente da CEEA/IB/UNICAMP

Armando Ferreira Lima Filho

Secretário da CEEA/IB/UNICAMP