



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
Faculdade de Odontologia de Araçatuba

**ARTHUR NASCIMENTO GONÇALVES**

**Análise in vitro de três tipos de fixação em osteotomia  
sagital do ramo mandibular: Estudo biomecânico**

**Araçatuba – SP**

**2024**



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
Faculdade de Odontologia de Araçatuba

**ARTHUR NASCIMENTO GONÇALVES**

**Análise in vitro de três tipos de fixação em osteotomia  
sagital do ramo mandibular: Estudo biomecânico**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Faculdade de  
Odontologia de Araçatuba da  
Universidade Estadual Paulista “Júlio  
de Mesquita Filho” – UNESP, como  
parte dos requisitos para a obtenção  
do título de Bacharel em Odontologia.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Ass. Dr<sup>a</sup>. Osvaldo Magro Filho

**Araçatuba – SP**

**2024**

*A Railda Porcino do Nascimento,  
minha mãe, ao José Gonçalves, meu  
pai, aos meus irmãos e as pessoas que  
sempre me deram apoio, para que  
meus sonhos fossem concretizados.  
Essa conquista não é exclusivamente  
minha, mas de vocês também.*

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, na pessoa do diretor da Faculdade de Odontologia de Araçatuba **Prof. Glauco Issamu Miyaharae** do vice-diretor **Prof. Alberto Carlos Botazzo Delbem**.

À **Faculdade de Odontologia de Araçatuba**, por me proporcionar vivenciar meu sonho com seu ensino de excelência, pelos professores e funcionários prestativos e excelentes, possuo muito apreço e orgulho de fazer parte dessa instituição, a qual foi minha casa durante os anos de graduação.

À **Deus**, por sempre me amparar e guiar meus passos, mostrando-me o correto caminho alinhado ao meu propósito de vida, me permitindo vencer as adversidades do cotiadiário.

Ao meu **Anjo da Guarda**, por estar comigo todos os dias, me dando discernimento e orientação e por cuidar de mim sempre.

Ao meu orientador, professor **Oswaldo Magro Filho**, ao conceder a oportunidade de fazer parte de seu grupo de pesquisa, ao qual meu interesse pela área cirúrgica aflorou ainda mais, mostrando que é possível unir pesquisa e ciência à prática cotidiana do consultório, ao senhor sou muito grato pela oportunidade e orientação.

À doutoranda **Luana F. Oliveira**, que foi a primeira a reconhecer o meu brilho no olhar pela cirurgia, tornando-se assim minha orientadora mostrando como a pesquisa pode ser incrível, e que desde então me auxiliou e orientou, durante a pesquisa, sempre estando aberta à ensinar e tirar minhas dúvidas me proporcionando aprendizado em clínica e no meio científico, a ti minha gratidão

A professora **Ana Paula Farnezi Bassi**, gostaria de agradecer por todo auxílio em clínica durante a graduação fazer parte da sua ala foi transformador, o seu amor pela docência é nítido e se propaga desde as suas aulas excepcionais até mesmo a forma como lida com os pacientes e alunos, te admiro demais como profissional. Agradeço-te imensamente por todo ensinamento e por fazer a diferença para o meu crescimento pessoal e profissional.

Aos meus pais, **Railda Porcino do Nascimento**, e **José Gonçalves**, por me incitar a estudar e me aprimorar sempre, pelos conselhos e orientação “filho estude e estude muito, pois a sua inteligência e conhecimento será sua maior arma e jamais será tomada de ti” frase essa que me marcou, desde então e está gravada em meu ser e tem me permitido viver grandes coisas, melhores até mesmo do que um dia eu sonhei. Meus idosinhos como carinhosamente costumo chama-los, muito obrigado por abdicar de tantas coisas, até mesmo renunciar a si próprios, para tornar meu grande sonho realidade, sou

eternamente grato a vocês e espero poder honrar o comprometimento de vocês por todos esses anos com a minha pessoa, portanto dedico a vocês todas as minhas conquistas, tudo isso só foi possível graças a vocês, que são meus maiores exemplos de vida.

Aos meus amigos **Beatriz Machado, Higor Henrique, Isabela dos Santos** que, compartilharam comigo boas lembranças e que estiveram presente em toda a minha jornada acadêmica, poder enfrentar os momentos de adversidades da graduação e vida, ao lado de vocês, tornaram esse árduo caminho mais leve. Obrigado por poder compartilhar a vida como ela é, dividindo as conquistas e superações, amo vocês!

À toda minha **família**, que me apoiaram nessa longa jornada, muito obrigado.

**“EDUCAÇÃO NÃO TRANSFORMA O MUNDO.  
EDUCAÇÃO MUDAS AS PESSOAS.  
PESSOAS MUDAM O MUNDO.”**

**PAULO FREIRE**

## RESUMO

Gonçalves, AN. **Análise in vitro de três tipos de fixação em osteotomia sagital do ramo mandibular: Estudo Biomecânico**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Odontologia) - Faculdade de Odontologia de Araçatuba, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba 2024.

Um dos maiores desafios em cirurgia ortognática após realizar os movimentos necessários para a correção das vias aéreas superiores é a estabilidade em longo prazo, e como manter esse avanço mandibular resistindo às recidivas e forças musculares. O objetivo geral do estudo foi analisar através de um ensaio mecânico o comportamento de três sistemas de fixação em avanço mandibular na osteotomia sagital do ramo mandibular. Utilizou-se 15 modelos hemimandibulares de poliuretano com características semelhantes ao osso humano, submetidos à osteotomia sagital do ramo mandibular e avançados 15mm anteriormente e divididos em: 1 – Controle (GI): fixadas por placas do sistema 2.0mm; 2- Uma placa (GII): fixadas por uma placa do sistema 2.0mm com parafusos monocorticais. 3-Técnica híbrida (GIII): fixadas por parafuso bicortical e placa do sistema 2.0mm fixadas com parafusos monocorticais. Estes foram submetidos a uma força compressiva sobre o segundo molar, gerada por uma máquina universal de testes mecânicos (EMIC-DL, Instron® -USA), simulando as forças de oclusão e mastigação, programada a uma velocidade de deslocamento de 1 mm/min até atingir 5 mm de deslocamento, sendo analisada a força e a energia máxima absorvidas até 3mm. Os valores obtidos em kN referentes às forças compressivas exercidas para o deslocamento nos 3 grupos foram tabulados e a Análise da Variância foi aplicada com os dados transformados em raiz quadrada, a fim de verificar a normalidade da amostra. Para a comparação múltipla foi utilizado o Teste de Tukey ( $P < 0,05$ ), não demonstrando diferença estatística entre os sistemas de fixação, se mostrando ambos efetivos.

**Palavras-chaves:** Cirurgia Ortognática; Avanço Mandibular; Osteotomia Mandibular.

## ABSTRACT

Gonçalves, AN. **In vitro analysis of three types of fixation in sagittal osteotomy of the mandibular ramus: Biomechanical Study.** 2024. Course Completion Work (Bachelor of Dentistry) - Faculty of Dentistry of Araçatuba, São Paulo State University, Araçatuba 2024.

One of the biggest challenges in orthognathic surgery after performing the movements necessary to correct the upper airways is long-term stability, and how to maintain this mandibular advancement resisting recurrences and muscular forces. The general objective of the study was to analyze, through a mechanical test, the behavior of three fixation systems in mandibular advancement in sagittal osteotomy of the mandibular ramus. We used 15 polyurethane hemimandibular models with characteristics similar to human bone, submitted to sagittal osteotomy of the mandibular ramus and advanced 15mm anteriorly and divided into: 1 – Control (GI): fixed by 2.0mm system plates; 2- One plate (GII): fixed by a 2.0mm system plate with monocortical screws. 3-Hybrid technique (GIII): fixed by bicortical screw and 2.0mm system plate fixed with monocortical screws. These were subjected to a compressive force on the second molar, generated by a universal mechanical testing machine (EMIC-DL, Instron® -USA), simulating occlusion and chewing forces, programmed at a displacement speed of 1 mm/min until reaching 5 mm of displacement, analyzing the force and maximum energy absorbed up to 3 mm. The values obtained in kN referring to the compressive forces exerted for displacement in the 3 groups were tabulated and the Analysis of Variance was applied with the data transformed into square root, in order to verify the normality of the sample. For multiple comparisons, the Tukey test ( $P < 0.05$ ) was used, demonstrating no statistical difference between the fixation systems, both proving to be effective.

**Keywords:** Orthognathic surgery; Mandibular Advancement; Mandibular Osteotomy.

## LISTA DE FIGURAS

Figura1. Osteossíntese com duas miniplacas de quatro furos regular com espaço, com dois parafusos monocorticais de 2.0 x 6.0mm por placa de cada lado da osteotomia. Uma miniplaca junto à borda superior da osteotomia e outra acima da linha basal

Figura 2 . Osteossíntese com dois parafusos em cada lado da osteotomia utilizando uma miniplaca Locking com espaço e parafusos monocorticais Locking de 2.0 x 6.0 mm, e um parafuso regular de 2.0 x 15mm atingindo ambas corticais 3 mm da distal do segundo molar abaixo da borda alveolar superior.

Figura 3. Dois parafusos em cada lado da osteotomia utilizando uma miniplaca “locking” com espaço e parafusos monocorticais “Locking” de 2.0 x 6.0 mm.

Figura 4. Modelos posicionados no guia de acrílico para apoiar as mandíbulas e simular as forças posteriores exercidas.

Figura 5. Modelo de teste colocado sobre a base de sustentação, *Ponto A* - Resistência do proporcionada pelo côndilo mandibular, *Ponto B* - Resistência proporcionada pelo bolo alimentar, *Ponto C* - Resultante das forças musculares da mastigação. \* Cavidades realizadas junto à base dos segmentos ósseos e o compasso cirúrgico utilizado para quantificar o deslocamento.

Figura 6. Dados em kilonewton verificados com a aplicação da força de compressão junto aos diferentes métodos de osteossínteses aplicados para estabilização da osteotomia sagital da mandíbula.

## Sumário

|                                                   |    |
|---------------------------------------------------|----|
| 1. INTRODUÇÃO .....                               | 5  |
| 2. OBJETIVOS .....                                | 7  |
| Hipóteses .....                                   | 7  |
| 3. MATERIAIS E MÉTODOS .....                      | 8  |
| 2.1 Divisão dos Grupos e Fixação das Placas ..... | 8  |
| 3.2 Teste biomecânico .....                       | 10 |
| 4. RESULTADOS .....                               | 12 |
| 5. DISCUSSÃO .....                                | 13 |
| 6. CONCLUSÃO .....                                | 15 |
| REFERÊNCIAS .....                                 | 16 |

## 1. INTRODUÇÃO

A Síndrome da Apneia e Hipoapneia Obstrutiva do Sono (SAHOS) ou também referida por Síndrome da Apneia Obstrutiva do Sono (SAOS) é uma condição clínica crônica multifatorial, caracterizada por acarretar recorrentes obstruções parciais e ou até mesmo, o colapso completo das vias aéreas superiores, por um período de 10 ou mais segundos durante o sono.<sup>1</sup> Dessa forma, conseqüentemente haverá oscilações no nível de oxigênio no sangue, ocasionando despertares noturnos por sensação asfíxica, como resultado leva ao fracionamento do sono ocasionando uma qualidade de sono deficitária, diminuindo a qualidade de vida e das capacidades cognitivas<sup>2</sup>.

O processo por trás desse colapso das vias aéreas superiores não é inteiramente conhecido, por ser multifatorial inclui a obesidade, alterações na função muscular das vias aéreas superiores, como também por alterações maxilofaciais.<sup>3</sup> Para o tratamento da SAOS, há variadas opções, sendo determinada pelas características individuais de cada caso e grau. Nos casos graves de SAOS há a opção de tratamento por pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP), porém é dependente da adesão e adaptabilidade do paciente, desse modo o principal tratamento a ser elencado, em caso de inadaptação ao CPAP é a cirurgia ortognática. O avanço de estruturas ósseas e de tecidos moles de sustentação, com intuito de aumentar as vias aéreas superiores em nível nasal, oral e hipofaríngeo de modo definitivo, proporcionado pela cirurgia de avanço maxilomandibular.<sup>4,5</sup>

A ampliação funcional considerável, do espaço aéreo das vias superiores viabilizada pela cirurgia de avanço maxilomandibular, ocorre tanto no sentido antero-posterior quanto látero-medial, sendo assim, promove aumento volumétrico do fluxo de ar permanentemente. Além disso, o aumento proporcionado corrige alterações estéticas e malformações maxilofaciais, onde o avanço maxilomandibular pode ser designado como um tratamento cirúrgico inicial.<sup>6</sup> Portanto, a SAOS quando não tratada, além de estar interferindo negativamente na qualidade de vida, também constitui uma possibilidade de mortalidade.<sup>7,8</sup>

Um dos questionamentos na cirurgia ortognática, após realizar os movimentos necessários para a correção das vias aéreas superiores é a

estabilidade em longo prazo, e como manter esse avanço mandibular resistindo às recidivas e forças musculares.<sup>9</sup> Estudos de análise de elementos finitos apresentam um índice maior de tensão no gap entre os segmentos, na ponte entre a placa e no primeiro elo do segmento proximal<sup>10,11</sup>. Além disso, a grande maioria dos estudos biomecânicos descritos na literatura variam de 4 a 5 mm de avanço mandibular sendo esse volume insuficiente para o tratamento da SAOS<sup>12</sup>.

O método de fixação interna rígida tem sido amplamente utilizado por cirurgiões tanto em traumas maxilofaciais quanto em cirurgias ortognáticas devido às inúmeras vantagens em comparação à osteossíntese com fio de aço. Dentre elas a ausência do bloqueio maxilomandibular no período pós-operatório, o que contribui para o conforto do paciente e não permite o deslocamento dos fragmentos ósseos, resultando na estabilidade do tratamento em longo prazo<sup>13</sup>.

Desde a descrição da técnica híbrida em 1996, diversos estudos foram desenvolvidos para testar a efetividade da técnica quanto à resistência mecânica e à estabilidade.<sup>14</sup> Diferentes metodologias são utilizadas nos estudos *in vitro* das diferentes técnicas de fixação, são eles: ensaios mecânicos, ensaios fotoelásticos e análises de elementos finitos.<sup>15</sup> Em 1996 pesquisadores atestaram que o uso de uma miniplaca com parafusos monocorticais em conjunto com um parafuso bicortical posicional inserido na região retromolar oferece vantagens técnicas e aumenta a estabilidade da fixação quando comparado ao uso isolado tanto das miniplacas quanto dos parafusos bicorticais<sup>14,16</sup>

Nota-se uma carência na literatura quanto a estudos biomecânicos em grandes avanços maxilomandibulares. Portanto, visando contribuir com o tema, este estudo é voltado ao tratamento da SAOS, tendo como objetivo avaliar e comparar biomecanicamente três sistemas de fixação para avanço mandibular de 15mm.

## 2. OBJETIVOS

O presente estudo teve por objetivo avaliar e comparar a resistência mecânica linear de três tipos de fixação mandibular, sendo a do sistema de fixação de titânio do sistema 2.0mm convencional com duas placas, em comparação com o sistema de fixação da técnica híbrida e do sistema de fixação com uma placa de titânio reforçada do sistema 2.0mm, simulando o avanço mandibular de 15 mm, considerada um grande avanço mandibular.

### Hipóteses

**H0:** O sistema de fixação convencional não apresentará nenhuma diferença na estabilidade comparada com a utilização de uma placa de titânio reforçada do sistema 2.0mm em osteotomia sagital do ramo mandibular.

**H1:** O sistema de fixação da técnica híbrida em avanços mandibulares de 15mm será significativamente mais estável na fixação da osteotomia sagital do ramo mandibular.

**H2:** O sistema de fixação convencional não apresentará nenhuma diferença na estabilidade da osteotomia sagital do ramo mandibular comparativamente com os outros sistemas.

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

Foram utilizadas 15 réplicas de hemimandíbulas osteotomizadas (padronizadas pelo fabricante) confeccionadas com poliuretano (Nacional Ossos) e igualmente reposicionadas, sendo o seguimento distal reposicionado 15mm anteriormente (avanço mandibular) e padronizado com auxílio de um guia de posicionamento de acrílico.

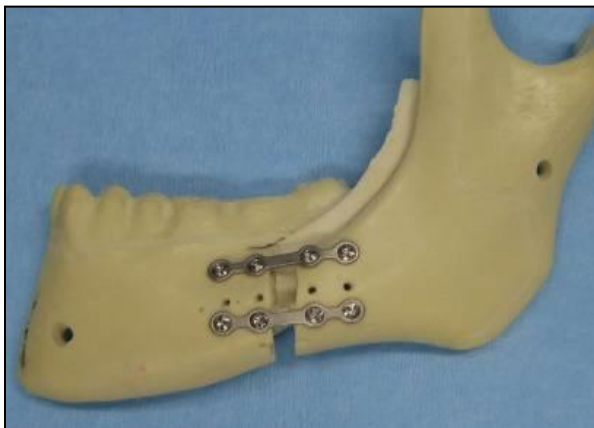
#### **2.1 Divisão dos Grupos e Fixação das Placas**

Os grupos foram divididos de acordo com o sistema de fixação utilizados.

Foram confeccionados guias de reposicionamento mandibular e de posicionamento do sistema de fixação em acrílico, para padronizar a localização das duas placas e parafusos utilizados nos três grupos.

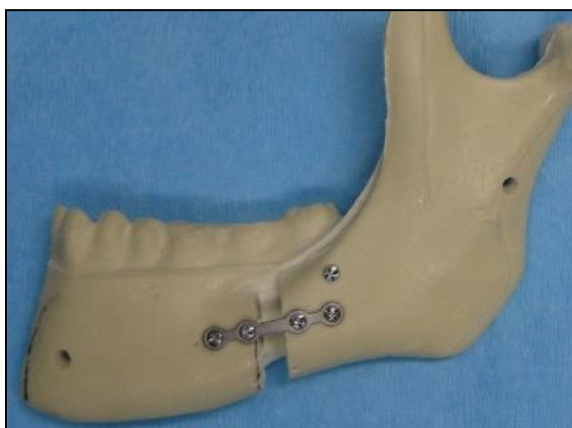
O Grupo 1 – Controle (GI): onde as hemimandíbulas foram submetidas ao avanço de 15 mm e fixadas por duas placas de quatro furos do sistema 2.0mm convencional com parafusos monocorticais (Figura 1); Grupo 2- Técnica híbrida + avanço de 15mm (GII): onde as hemimandíbulas foram submetidas ao avanço de 15mm, fixadas por parafuso bicortical e placa de quatro furos do sistema 2.0mm fixadas com parafusos monocorticais (Figura 2); Grupo 3 – Uma placa (GIII): onde as hemimandíbulas foram submetidas ao avanço de 15mm e fixadas com uma placa de titânio do sistema 2.0mm e parafusos monocorticais (Figura 3).

**Figura 1. Osteossíntese com duas miniplacas de quatro furos regular com espaço, com dois parafusos monocorticais de 2.0 x 6.0mm por placa de cada lado da osteotomia. Uma miniplaca junto à borda superior da osteotomia e outra acima da linha basal.**



Fonte: Autor, 2024

**Figura 2.. Osteossíntese com dois parafusos em cada lado da osteotomia utilizando uma miniplaca Locking com espaço e parafusos monocorticais Locking de 2.0 x 6.0 mm, e um parafuso regular de 2.0 x 15mm atingindo ambas corticais 3 mm da distal do segundo molar abaixo da borda alveolar superior (Figura 1).**



Fonte: Autor, 2024

**Figura 3. Dois parafusos em cada lado da osteotomia utilizando uma miniplaca “locking” com espaço e parafusos monocorticais “Locking” de 2.0 x 6.0 mm.**



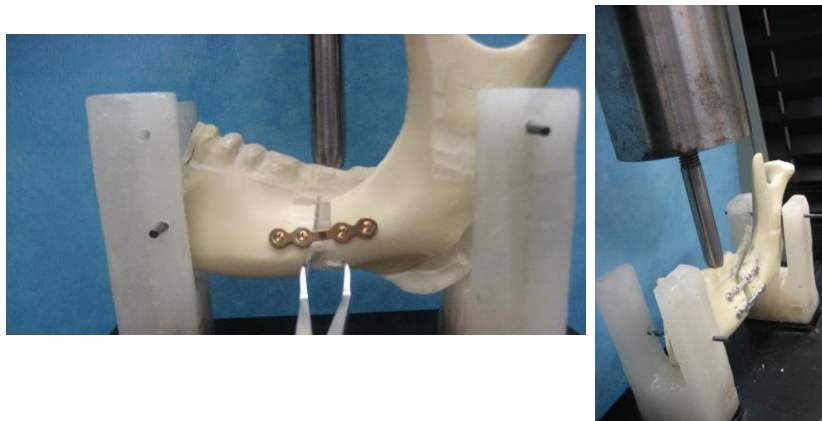
Fonte: Autor, 2024

### **3.2 Teste biomecânico**

Foram confeccionados guias de reposicionamento mandibular e de posicionamento do sistema de fixação em acrílico, para padronizar a localização das duas placas e parafusos utilizados nos dois grupos. Os modelos foram posicionados e estabilizados sobre uma base de resina acrílica desenvolvida especificamente para este fim (Figura 4). Com a adaptação da mandíbula à base foi passado para o modelo de prova a resistência proporcionada pelo côndilo mandibular junto à região posterior da mandíbula durante a mastigação (Ponto A, Figura 5). A célula de carga adaptada junto à máquina para teste de ensaio simulou a resistência proporcionada pelo bolo alimentar durante a mastigação (Ponto B, Figura 5). E a haste anterior da base de sustentação da mandíbula simulava a resultante das forças verificadas durante a mastigação (Ponto C, Figura 5). Desta forma as resultantes das forças dos músculos masseter, pterigóideo medial, pterigóideo lateral e temporal foram conseguidas a partir da compressão realizada sobre a região oclusal do segundo molar.

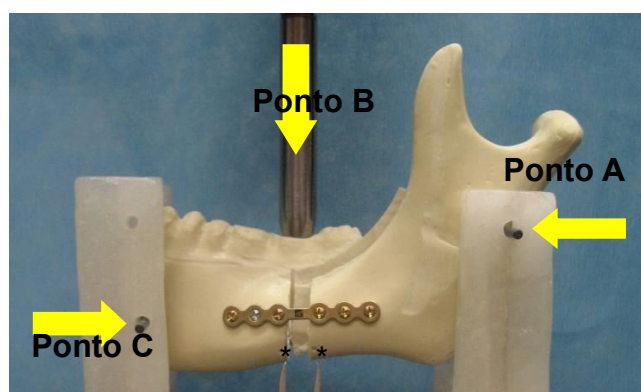
As amostras foram submetidas a um teste mecânico linear não cíclico usando uma máquina universal de testes mecânicos (EMIC-DL, Instron®, Norwood, MA – USA) programada a uma velocidade de deslocamento de 1 mm/min até atingir cinco mm de deslocamento. Foi analisada a força máxima absorvida até aos períodos de 1mm, 3mm e 5mm de deslocamento; a energia máxima absorvida até 3mm; e a rigidez máxima de cada grupo nas regiões da fossa central dos primeiros molares inferiores. Os dados da carga máxima serão obtidos em Newtons (N), os de energia em Milijoule (mJ) e os de rigidez em N/milímetros.

**Figura 4. Modelos posicionados no guia de acrílico para apoiar as mandíbulas e simular as forças posteriores exercidas.**



Fonte: Autor, 2024

**Figura 5. Modelo de teste colocado sobre a base de sustentação, *Ponto A* - Resistência do proporcionada pelo côndilo mandibular, *Ponto B* - Resistência proporcionada pelo bolo alimentar, *Ponto C* - Resultante das forças musculares da mastigação. \* Cavidades realizadas junto à base dos segmentos ósseos e o compasso cirúrgico utilizado para quantificar o deslocamento..**



Fonte: Autor, 2024

O programa TESC, EMIC gerou gráficos na forma de curva de força (N) com deslocamento (mm). Os resultados obtidos de cada medida foram analisados pelo teste de Shapiro-Wilk para avaliar sua normalidade, constatando homogeneidade dos dados dentro da curva de normalidade.

#### 4. RESULTADOS

O programa TESC, EMIC gerou gráficos na forma de curva de força (N) com deslocamento (mm). Os valores máximos de força mecânica suportada até atingir 5mm de deslocamento fornecidos pela máquina de ensaios foram tabulados e gerados as análises no software BioStat 5.3 (Instituto Mamirauá – Belém, Pará, Brasil) para avaliar sua normalidade, constatando homogeneidade dos dados dentro da curva de normalidade.

O Grupo 1 – Controle (GI) onde as hemimandíbulas foram submetidas ao avanço de 15 mm e fixadas por duas placas de quatro furos do sistema 2.0mm convencional com parafusos monocorticais apresentou como média o valor de .0492 (N) o Grupo 2- Técnica híbrida + avanço de 15mm (GII) onde as hemimandíbulas foram submetidas ao avanço de 15mm, fixadas por parafuso bicortical e placa de quatro furos do sistema 2.0mm fixadas com parafusos monocorticais apresentou .0552(N) e o Grupo 3 – Uma placa (GIII) onde as hemimandíbulas foram submetidas ao avanço de 15mm e fixadas com uma placa de titânio do sistema 2.0mm e parafusos monocorticais apresentou .1834 (N). Sendo assim, é possível observar que as médias da força por deformação (N) de ambos os grupos são muito próximas, não tendo uma diferença estatística significativa ( Figura 6).

**Figura 6: Dados em kilonewton verificados com a aplicação da força de compressão junto aos diferentes métodos de osteossínteses aplicados para estabilização da osteotomia sagital da mandíbula.**

| Mandíbulas       | Mandíbula 1<br>Carga máxima<br>(kN) | Mandíbula 2<br>Carga máxima<br>(kN) | Mandíbula 3<br>Carga máxima<br>(kN) | Mandíbula 4<br>Carga máxima<br>(kN) | Mandíbula 5<br>Carga máxima (kN) | Média | S.D. |
|------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|-------|------|
| <b>Grupo I</b>   | .049                                | .047                                | .048                                | .047                                | .055                             | .0492 | .012 |
| <b>Grupo II</b>  | .077                                | .050                                | .046                                | .044                                | .059                             | .0552 | .020 |
| <b>Grupo III</b> | .213                                | .128                                | .196                                | .172                                | .208                             | .1834 | .035 |

Fonte: Autor, 2024

Observou-se que, as médias da força por deformação (N) de ambos os grupos são muito próximas, não tendo uma diferença estatística significativa.

## 5. DISCUSSÃO

Um dos maiores desafios em cirurgia ortognática após realizar os movimentos necessários para a correção das vias aéreas superiores é a estabilidade em longo prazo, e como manter esse grande avanço mandibular resistindo às recidivas e forças musculares. Têm-se como princípio, a busca da manutenção dos fragmentos osteotomizados visando a integridade do reparo ósseo.<sup>13,14</sup> É necessário uma técnica eficaz de osteotomia especialmente para o tratamento de deficiências anteroposteriores de mandíbulas, que possua design versátil e proporcione melhor estabilidade nas fixações rígidas, sem a necessidade de acessos extraorais.<sup>15</sup>

As complicações advindas da falta de estabilidade óssea realizada pelos sistemas de fixação são as possíveis pseudoartroses e interposição de tecido conjuntivo.<sup>11,12,13</sup> Diante disso, é notório a necessidade de estudos comparativos para avaliar a estabilidade dos métodos de fixação em movimentos de avanço mandibulares extensos, a fim de verificar a resistência dos sistemas de fixação e da própria osteotomia utilizada. Os estudos in vitro representam o passo inicial para decisões clínicas futuras acerca dos sistemas de fixação, sendo essa a contribuição do presente estudo.<sup>12</sup>

Armstrong et al. 2001 em estudo in vitro submeteu os modelos de prova à força de compressão, dividindo em três pontos principais que simularam as forças exercidas pelo sistema estomatognático.<sup>16</sup> O nosso estudo segue o padrão do autor como parâmetro de teste a fim de, simular essas forças que são exercidas sob a osteotomia e o sistema de fixação, que pode aumentar significadamente as taxas de recidiva. Como resultados tivemos que ambos os sistemas de fixação apresentam energia absorvida semelhante.

A fixação híbrida mais comum consiste em uma miniplaca com quatro parafusos monocorticais associada a um parafuso bicortical posicionado posteriormente à placa e abaixo da borda mandibular superior, como neste estudo, o que aumenta significativamente a estabilidade em comparação à uma única miniplaca isolada. Além de sua estabilidade, a utilização do método híbrido é amparada pela possibilidade de acesso intraoral para a colocação de um parafuso bicortical na região retromolar. No presente teste foi possível

observar que na estabilização das osteotomias sagitais da mandíbula os sistemas de osteossínteses providos do parafuso bicortical mostraram pequena superioridade na resistência ao deslocamento apesar desta diferença não ter sido estatisticamente significativa.<sup>12,14</sup>

Devido ainda um método totalmente eficaz para a reprodução da função mandibular não ter sido reproduzido e a complexa interação entre a mandíbula e a função da musculatura adjacente, não esperamos que resultados biomecânicos como deste trabalho possam indicar absolutamente a mudança na aplicação dos métodos de osteossíntese. Porém, resultados oriundos deste trabalho devem fazer parte das reflexões sobre as atitudes clínicas. E assim a experiência do cirurgião associado a achados de pesquisas possa ser somada melhorando a forma de tratamento para os pacientes.

## **6. CONCLUSÃO**

O três grupos não apresentaram diferença estatística, sendo ambas efetivas em resistencia para o avanço mandibular de 15mm. São necessários mais estudos para intensificar a rigidez e melhorar a dissipação das forças nos sistemas de fixação da cirurgia ortognática.

## REFERÊNCIAS

1. Jordan AS., McSharry DG., Malhotra A. Adult obstructive sleep apnoea. *Lancet* 2014;**383**(9918):736–47. Doi: 10.1016/S0140-6736(13)60734-5.
2. Boyd SB. Management of Obstructive Sleep Apnea by Maxillomandibular Advancement. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am* 2009;**21**(4):447–57. Doi: 10.1016/j.coms.2009.09.001.
3. Hung J., Whitford EG., Hillman DR., Parsons RW. Association of sleep apnoea with myocardial infarction in men. *Lancet* 1990;**336**(8710):261–4. Doi: 10.1016/0140-6736(90)91799-G.
4. Cistulli PA., Grunstein RR. Medical devices for the diagnosis and treatment of obstructive sleep apnea. *Expert Rev Med Devices* 2005;**2**(6):749–63. Doi: 10.1586/17434440.2.6.749.
5. Prinsell JR. Maxillomandibular advancement surgery in a site-specific treatment approach for obstructive sleep apnea in 50 consecutive patients. *Chest* 1999;**116**(6):1519–29. Doi: 10.1378/chest.116.6.1519.
6. Butterfield KJ., Marks PLG., McLean L., Newton J. Linear and volumetric airway changes after maxillomandibular advancement for obstructive sleep apnea. *J Oral Maxillofac Surg* 2015;**73**(6):1133–42. Doi: 10.1016/j.joms.2014.11.020.
7. De Souza Carvalho ACG., Magro Filho O., Garcia IR., Araujo PM., Nogueira RLM. Cephalometric and three-dimensional assessment of superior posterior airway space after maxillomandibular advancement. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2012;**41**(9):1102–11. Doi: 10.1016/j.ijom.2012.05.009.
8. Tamura N., Takaki T., Takano N., Shibahara T. Three-dimensional Finite Element Analysis of Bone Fixation in Bilateral Sagittal Split Ramus Osteotomy Using Individual Models. *Bull Tokyo Dent Coll* 2018;**59**(2):67–78. Doi: 10.2209/tdcpublish.2013-3000.
9. Oguz Y., Uckan S., Ozden AU., Uckan E., Eser A. Stability of locking and conventional 2.0-mm miniplate/screw systems after sagittal split ramus osteotomy: finite element analysis. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology* 2009;**108**(2):174–7. Doi:

10.1016/j.tripleo.2009.03.051.

10. Sato FRL., Asprino L., Noritomi PY., Da Silva JVL., De Moraes M. Comparison of five different fixation techniques of sagittal split ramus osteotomy using three-dimensional finite elements analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2012;**41**(8):934–41. Doi: 10.1016/j.ijom.2012.03.018.
11. Pozzer L., Olate S., Cavalieri-Pereira L., de Moraes M., Albergaría-Barbosa JR. Influence of the design in sagittal split ramus osteotomy on the mechanical behavior. *Int J Clin Exp Med* 2014;**7**(5):1284–8.
12. Kuik K, De Ruiter MHT, De Lange J, Hoekema A. Fixation methods in sagittal split ramus osteotomy: a systematic review on in vitro biomechanical assessments. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2019 Jan;**48**(1):56-70. doi: 10.1016/j.ijom.2018.06.013.
13. Shetty V, Freymiller E, McBrearty D, Caputo AA. Experimental analysis of functional stability of sagittal split ramus osteotomies secured by miniplates and position screws. *J Oral Maxillofac Surg.* 1996 Nov;**54**(11):1317-24; discussion 1324-6. doi: 10.1016/s0278-2391(96)90490-5.
14. de Carvalho PHM, Oliveira SDS, Favaro M, Sverzut CE, Trivellato AE. Which type of method shows the best mechanical behavior for internal fixation of bilateral sagittal split osteotomy in major advancements with clockwise rotation? Comparison of four methods. *Oral Maxillofac Surg.* 2021 Mar;**25**(1):27-34. doi: 10.1007/s10006-020-00883-2.
15. Ergezen Ozasir E, Tosun E, Tuz HH. Evaluation of the effect of mandibular length and height on the sagittal split ramus osteotomy rigid internal fixation techniques: A finite element analysis. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg* [Internet]. 2020 Dec;**121**(6):652–7.
16. Armstrong JEA. Lapointe HJ. Hogg NJV. Kwok AD. Preliminary investigation of the biomechanics of internal fixation of sagittal split osteotomies with miniplates using a newly designed in vitro testing model. *J Oral Maxillofac Surg.*, 59: 191–195, 2001.