

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)
autor(a), o texto completo desta tese
será disponibilizado somente a partir
de 9/08/2027



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Campus de Araçatuba

MATEUS DIEGO PAVELSKI

**Avaliação de dois sistemas de osteossíntese para grandes
avanços mandibulares em cirurgia ortognática**

Araçatuba – SP
2026



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Campus de Araçatuba

MATEUS DIEGO PAVELSKI

**Avaliação de dois sistemas de osteossíntese para grandes
avanços mandibulares em cirurgia ortognática**

Tese apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Odontologia de Araçatuba, para obtenção do título de Doutor em Odontologia.

Área de concentração: Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Facial

Orientador: Prof. Dr. Francisley Ávila de Souza.

Araçatuba – SP
2026

Catálogo na Publicação (CIP)
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação – FOA / UNESP

P337a Pavelski, Mateus Diego.
Avaliação de dois sistemas de osteossíntese para
grandes avanços mandibulares em cirurgia ortogná-
tica / Mateus Diego Pavelski. - Araçatuba, 2025
35 f. : il. ; tab.

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista
(UNESP), Faculdade de Odontologia, Araçatuba
Orientador: Prof. Francisley Ávila de Souza

1. Cirurgia ortognática 2. Osteotomia mandibular
3. Placas ósseas I. T.

Black D7
CDD 617.64

Dedico este trabalho a todos aqueles que participaram desta etapa. Meus amigos, colegas, professores e minha família.

Primeiramente agradeço **a Deus**, por me ouvir, amparar e confortar-me em todos os momentos e desafios.

À Ingrid Zanuto de Freitas: eu companheirismo, paciência, amor e apoio foram fundamentais para esta conquista. Obrigado por ser uma mãe extraordinária para nosso filho **Samuel**, pela compreensão constante e por ser meu suporte ao longo de todo este percurso.

À Minha Mãe Ceni Giani Farias Pavelski: dedico-lhe mais esta vitória. Se hoje chego até aqui, é porque sempre estive ao meu lado — incentivando, orientando, torcendo e dividindo comigo cada passo. Com seu amor incondicional e suas verdades necessárias, muitas vezes abdicou das próprias vontades para que eu pudesse avançar. Muito obrigado!

Ao meu Pai Ademir Pavelski: esta conquista também é sua. Mesmo conhecendo a trajetória, sei que não posso dimensionar todas as batalhas que enfrentou. Sua dedicação, disciplina e determinação são referências para mim. Você é o espelho de perseverança, de profissionalismo e de paternidade que desejo seguir.

Ao meu irmão Maicon Douglas Pavelski: Obrigado por toda amizade, companheirismo e conselhos, você trilhou esse caminho cirúrgico primeiro, desde a graduação e me mostrou que é possível, e é uma inspiração profissional. Muito obrigado!

À Aline Alves Luciano: Obrigado por toda a ajuda durante esses anos, mesmo não diretamente sempre fez parte de tudo isso e sempre me apoiou.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Hoje se concretiza um sonho. Após a residência em cirurgia, este foi o objetivo mais ambicionado e cuidadosamente planejado. Há inúmeras experiências e batalhas que poderiam ser mencionadas, mas que não cabem neste momento. Encerra-se aqui um percurso longo e exigente, que, ao mesmo tempo, inaugura uma nova etapa. Algo concebido há nove anos e construído desde então, com percalços internos e externos que demonstraram que a execução nem sempre acompanha o planejamento inicial, mas que, ainda assim, foi realizada com a excelência possível em cada circunstância. É motivo de grande satisfação perceber que, apesar das adversidades, o planejamento se cumpriu — parte de um processo contínuo de aprendizado que levarei para toda a vida.

Ao meu professor e orientador, Prof. Dr. Osvaldo Magro Filho agradeço profundamente por aceitar novamente a missão de orientar, oferecer suporte e ensinar em mais um degrau da vida acadêmica. Seus hábitos de excelência, exercidos diariamente, são uma referência admirável. Foi o seu exemplo que me motivou a buscar esta Pós-Graduação.

Ao Prof. Dr. Francisley Ávila Sousa, minha eterna gratidão pela convivência, pela orientação ao longo deste doutorado, e pela paciência e dedicação com seus alunos, mesmo diante da difícil tarefa de equilibrar demandas de graduação, pós-graduação, departamento e pesquisa. Não há palavras suficientes para agradecer a ajuda nos momentos mais críticos.

Ao Prof. Dr. Idelmo Rangel Garcia Júnior, pela orientação constante, pelo apoio e pela presença sempre oportuna. Seu exemplo de cirurgião e profissional permanece como referência do que almejo me tornar.

A Profa. Dra. Roberta Okamoto, pelo cuidado, pela atenção e pela dedicação às pesquisas e à universidade. Sempre disponível a todos os pós-graduandos, com generosidade incomparável. Meu agradecimento especial por tudo.

Ao Prof. Dr. Ricardo Augusto Conci, agradeço pela honra de aceitar o convite para compor a banca avaliadora. Sua amizade e paixão pela profissão sempre foram, e continuam sendo, norteadoras de meu caminho. Seu apoio e incentivo desde a graduação, passando pela residência e pelo mestrado, foram fundamentais. É uma imensa honra tê-lo na banca.

Ao professor Dr. Valthierre Nunes de Lima agradeço pelos conselhos e conversas durante as cirurgias, orientação no início do mestrado e também por ter aceito participar desta banca.

Aos demais professores da Disciplina da Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Facial, Profa. Dra. Daniela Ponzoni, Profa. Dra. Alessandra Marcondes Aranega, Profa. Dra. Ana Paula Farnezi Bassi, Prof. Dr. Leonardo Perez Faverani, agradeço pelos ensinamentos transmitidos durante o mestrado e o doutorado. Recebam minha admiração e respeito.

Ao Prof. Dr. André Luis Fabris, pela humildade, amizade e pela generosidade em compartilhar conhecimento e conselhos além da universidade. Muito obrigado.

Ao amigo da pós-graduação, Cléber Davi Del Rei agradeço pela amizade e compartilhamento técnico cotidiano, que por si só se tornou uma segunda pós-graduação além da UNESP.

Aos amigos da pós-graduação, Paulo Matheus Honda Tavares, Maisa Pereira, Camila Cerantula Moura, Luana Oliveira Ferreira, Harrison Mamani Valeriano, Melissa Koto Murai e Juliana Mazzini agradeço pelo apoio diário e pela amizade construída ao longo do doutorado.

A todos os colegas da pós-graduação agradeço por toda amizade e compartilhamento de experiências nesta pós-graduação.

A família Caserta/Vicente – Dra. Elisangela Caserta Vicente, Sr. Orides, Dr. Patrick Vicente e Dra. Maryelisa Vicente — agradeço por serem minha segunda família no estado de São Paulo.

A Delphos Implants® na pessoa do **Sr. Flávio Dourado** agradeço pela gentileza em disponibilizar os materiais de fixação necessários à realização desta pesquisa, tornando este projeto possível.

A Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Código de Financiamento 001, pela concessão da Bolsa de Doutorado durante alguns meses. Meus sinceros agradecimentos por fomentar parte da realização deste doutorado.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP, na pessoa do Sr. Diretor **Professor Titular Alberto Carlos Botazzo Delbem** e do Sr. Vice-Diretor **Professor Associado Luciano Ângelo Tavares Cintra**, pela oportunidade da realização do curso de Doutorado. Admiro muito esta Instituição que está voltada para o ensino, pesquisa e extensão universitária sempre buscando uma educação de excelência para todos.

À Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Odontologia, da Faculdade de Odontologia de Araçatuba, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, **Professora Titular Roberta Okamoto**, mais uma vez, pela competência e afinco na condução da nossa pós-graduação.

Aos Servidores Técnico-administrativos da Pós-graduação da Faculdade de Odontologia de Araçatuba - UNESP **pela disponibilidade em todas as etapas do Doutorado.**

Aos funcionários da Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP pela prontidão em nos atender e pelo carinho.

Aos funcionários da Santa Casa de Saúde de Araçatuba – pelos serviços prestados a nossa equipe e aos pacientes que fizeram parte dessa jornada.

É preciso três meses
para aprender a fazer uma
cirurgia, três anos para
saber quando é preciso
fazê-la e 30 anos para
saber quando não se deve
fazê-la.

Professor Henry Marsh
Neurocirurgião
Royal Free Hospital
Oxford University



RESUMO

Pavelski MD. Avaliação de dois sistemas de osteossíntese para grandes avanços mandibulares em cirurgia ortognática [tese]. Araçatuba: Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Odontologia; 2026.

A ampliação dos limites de avanço mandibular tem se tornado relevante na cirurgia bucomaxilofacial, sobretudo em protocolos para correção da apneia obstrutiva do sono e em procedimentos de otimização estética. Embora avanços de 7–10 mm sejam amplamente documentados, persistem lacunas quanto ao comportamento mecânico de deslocamentos maiores. Este estudo avaliou comparativamente o desempenho estrutural de dois sistemas de osteossíntese em avanços mandibulares de grande magnitude: um sistema convencional (Azul) e um sistema com placas de novo design, com reforço estrutural (Prata). Para tal, foram utilizadas dez hemimandíbulas de poliuretano, impressas em 3D com a osteotomia sagital do ramo e fixadas com cada sistema, simulando avanço linear de 15 mm, sem rotação do plano oclusal. Cargas verticais foram aplicadas na fossa central do primeiro molar, mensurando-se força máxima, energia absorvida e rigidez nos deslocamentos de 1, 3, 5, 10 e 15 mm. O sistema Prata apresentou valores superiores de resistência à carga e de energia absorvida em 15 mm ($p = 0,003$ para ambas), enquanto a rigidez não diferiu entre os sistemas em nenhum ponto avaliado. Embora a significância estatística tenha sido observada apenas no deslocamento máximo, o novo design com reforço estrutural demonstrou melhor desempenho sob condições de estresse mecânico elevado, sugerindo maior robustez para grandes avanços mandibulares.

Palavras-chave: cirurgia ortognática; osteotomia mandibulares; placas ósseas.

ABSTRACT

Pavelski MD. Evaluation of two osteosynthesis systems for large mandibular advancements in orthognathic surgery [tese]. Araçatuba: Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Odontologia; 2026.

The expansion of mandibular advancement limits has become increasingly relevant in oral and maxillofacial surgery, particularly in protocols addressing obstructive sleep apnea and facial aesthetic optimization. Although advancements of 7–10 mm are well documented, data on the mechanical behavior of substantially larger displacements remain limited. This study comparatively evaluated the structural performance of two osteosynthesis systems in large-magnitude mandibular advancements: a conventional system (Blue) and a newly designed plating system (Silver). For this, were employed ten polyurethane hemi-mandibles, previously subjected to sagittal split ramus osteotomy, were fixed with each system to simulate a 15-mm linear advancement without occlusal plane rotation. Vertical loads were applied to the central fossa of the first molar, and maximum force, absorbed energy, and stiffness were measured at displacements of 1, 3, 5, 10, and 15 mm. The Silver system exhibited higher load resistance and greater energy absorption at 15 mm ($p = 0.003$ for both), while stiffness did not differ between systems at any measurement point. Although statistical significance was observed only at the maximum displacement, the new design with structural reinforcement demonstrated superior performance under high mechanical stress, indicating increased robustness for extensive mandibular advancements.

Keywords: orthognathic surgery; mandibular osteotomies; bone plates.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela da comparação entre os grupos nos dados de força

24

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo de hemi-mandíbula impressa em poliuretano	18
Figura 2 – Foto do guia de posicionamento em acrílico	19
Figura 3 - Foto dos dois sistemas de osteossíntese nos modelos	19
Figura 4 - Diferença estrutural entre as placas convencionais e reforçadas	20
Figura 5 - Biomodelos acoplados ao suporte metálico para teste mecânico linear	21
Figura 6 - Gráfico de Força em função do deslocamento	22
Figura 7 - Gráfico de médias de força e desvio padrão entre os grupos em cada deslocamento.	23
Figura 8 - Gráfico de energia absorvida por cada placa em seus respectivos grupos	25
Figura 9 - Gráfico das médias de energia	25
Figura 10 - Dados de rigidez das amostras	26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AOCMF	Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO Foundation)
CTBMF	Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial
EMIC	Máquina universal de ensaios mecânicos
mJ	MiliJoules.
mm	Milímetros
OSRM	Osteotomia Sagital do Ramo Mandibular
SAOS	Síndrome da Apneia Obstrutiva do Sono
UNESP	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 PROPOSIÇÃO	17
3 MATERIAIS E MÉTODO	18
3.1 DESENHO DO ESTUDO	18
4 RESULTADOS	22
5 DISCUSSÃO	27
6 CONCLUSÃO	30
REFERÊNCIAS	31
ANEXOS	31

1 INTRODUÇÃO

As deformidades dentofaciais constituem alterações estruturais que comprometem a relação tridimensional entre maxila, mandíbula e tecidos adjacentes, afetando simultaneamente os domínios funcional, estético e psicossocial. Essas condições acometem uma parcela expressiva da população e podem ter origem genética, ambiental ou traumática, manifestando-se tanto no período pré-natal quanto ser adquiridas após o nascimento (Cenzato, et al., 2021). Ou seja, são distúrbios multifatoriais cuja expressão clínica resulta da interação entre fatores hereditários e modulações do crescimento facial. Hábitos deletérios, como respiração bucal, postura inadequada da língua e dos lábios, bem como traumas adquiridos, podem intensificar a assimetria ou alterar o padrão de desenvolvimento maxilomandibular, agravando o quadro clínico (Hupp *et al.*, 2009; Miloro *et al.*, 2004).

A hipoplasia mandibular ou, inversamente, a hiperplasia mandibular gera más oclusões que frequentemente não podem ser corrigidas por meio ortodôntico (Bell, 2018; Hupp *et al.*, 2009; Miloro *et al.*, 2004). Nesses cenários, torna-se indispensável uma abordagem multidisciplinar para diagnóstico e intervenção cirúrgica adequadas. O tratamento cirúrgico constitui elemento fundamental para restabelecer a harmonia do sistema estomatognático, permitindo o equilíbrio entre as bases ósseas, melhora a função bucal e a estética facial. As discrepâncias mandibulares afetam não apenas a mastigação, mas, em casos específicos, podem causar a síndrome da apneia obstrutiva do sono (SAOS), alterações respiratórias, distúrbios articulatorios na pronúncia de fonemas e comprometimento estético — fatores que repercutem diretamente no bem-estar social e psicológico do indivíduo (Gil, Claus, 2009).

Historicamente, a cirurgia ortognática mandibular representa uma das áreas mais antigas e progressivamente refinadas da cirurgia bucomaxilofacial. Seu marco inicial remonta a 1850, quando Hullihen descreveu o primeiro procedimento com vistas à correção de uma deformidade mandibular causada por queimadura ocorrida 15 anos antes, propondo uma cirurgia de recuo dos incisivos inferiores para corrigir uma mordida aberta anterior (Bell, 2018; Hullihen, 1849).

A partir dessa referência, inaugurou-se uma trajetória evolutiva caracterizada por avanços técnicos destinados a aumentar a precisão anatômica, ampliar a

segurança operatória e reduzir a morbidade pós-operatória. Após uma série de intervenções que apresentaram índices de complicações superiores a 50%, Obwegeser e Trauner desenvolveram, em meados do século XX, a osteotomia sagital do ramo mandibular, revolucionando a cirurgia ortognática, ao permitir ampla liberdade tridimensional de movimentos, maior contato ósseo entre os segmentos e menor risco de lesão do nervo alveolar inferior (Obwegeser; Trauner, 1955). Tal técnica consolidou-se como base da cirurgia ortognática moderna, recebendo adaptações contínuas voltadas à otimização da estabilidade e da previsibilidade dos resultados (Bell, 2018; Hanna *et al.*, 2024).

A introdução dos sistemas de fixação interna rígida, especialmente por meio de mini placas e parafusos, representou um dos marcos mais relevantes na história da cirurgia ortognática. O primeiro estudo experimental envolvendo mini placas e parafusos foi publicado em 1992, a partir de investigações biomecânicas *in vitro* iniciadas em 1989. Esses avanços permitiram o planejamento mais seguro de cirurgias de maior magnitude e complexidade, contribuindo significativamente para o progresso da medicina e para a ampliação das possibilidades terapêuticas no manejo das deformidades dentofaciais e na síndrome da apneia obstrutiva do sono (Altuncu, Kazan, Özden, 2023; Hanna *et al.*, 2024; He *et al.*, 2022; Klein *et al.*, 2017; Ozden *et al.*, 2006).

A estabilidade dos segmentos ósseos é elemento central para o sucesso cirúrgico, pois possibilita reparo ósseo adequado e minimiza o risco de complicações como falhas de fixação e má união. O salto qualitativo proporcionado pelos sistemas de fixação interna rígida, com o uso de mini placas e parafusos, reduziu substancialmente tais complicações e sustentou a expansão das indicações cirúrgicas. Estudos biomecânicos contemporâneos reforçam que a estabilidade inicial é determinante para o desfecho favorável, sobretudo em avanços mandibulares maiores, nos quais a demanda mecânica sobre as fixações é ainda maior (Hanna *et al.*, 2024; He *et al.*, 2022; Oguz *et al.*, 2009).

Nesse contexto, a SAOS destaca-se como uma das principais indicações para grandes avanços mandibulares. Trata-se de uma condição de elevada prevalência e impacto em saúde pública, com incidência crescente na população global, acometendo grande parte dos adolescentes (39 a 93%) (Cenzato *et al.*, 2021; Peuranheimo, 2025). A Organização Mundial da Saúde já a reconhece como uma

das principais preocupações em saúde bucal, dada sua associação com alterações craniofaciais e repercussões sistêmicas. Do ponto de vista terapêutico, estudos demonstram que avanços mandibulares de pelo menos 10 mm podem proporcionar aumento das vias aéreas superiores, permitindo um ganho aproximado de 40% no fluxo aéreo, evidenciando a efetividade da cirurgia ortognática no tratamento da SAOS moderada a grave (De Souza Carvalho, 2012). Contudo, a magnitude desses deslocamentos impõe maior exigência mecânica aos sistemas de fixação, tornando a estabilidade inicial fator decisivo para a manutenção dos resultados estruturais e funcionais.

Nesse contexto, distintas propostas de estudos *in vitro* foram descritas. A literatura apresenta, predominantemente, estudos em modelos mandibulares sintéticos de hemi-arcadas, seguidos por modelos sintéticos de mandíbulas completas. Um número menor de estudos emprega modelos animais, exclusivamente de mandíbulas ovinas. Contudo, a principal limitação dos estudos *in vitro* é a dificuldade de reproduzir a biomecânica humana da mastigação, devido à complexidade das estruturas mastigatórias e pelas movimentações não lineares da mandíbula (Kuik, et al. 2019).

Dentre as configurações descritas na literatura, o modelo com dois pontos de apoio, em cantilever no segmento condilar é o mais utilizado, por proporcionar estabilidade estrutural adequada e reprodutibilidade experimental na simulação de cargas mastigatórias (Brasileiro, et al 2009; Sato et al 2010; Sato et al 2012; Pereira Filho et al, 2013; Oliveira et al, 2016; Kuik et al, 2021). Essa configuração permite análise consistente da distribuição de tensões e do comportamento mecânico dos dispositivos de fixação sob condições controladas (Kuik et al., 2019). Outro modelo propõe três pontos de suporte: região condilar, região submentoniana — sob justificativa de simular a ação dos músculos infra hioideos — e uma área superior aos dentes, onde seria aplicada a carga mastigatória; por fim, há um modelo de seis pontos, que combina o suporte condilar com uma estrutura interna para estabilização lateral e tracionamento por meio de fio elástico posicionado anteriormente ao ângulo mandibular (simulando os músculos mandibulares) (Kuik et al., 2019).

Os avanços tecnológicos desempenham papel essencial na modelagem e previsibilidade cirúrgica contemporâneas. O método de elementos finitos,

amplamente utilizado, permite a simulação de forças mastigatórias aplicadas a mandíbulas osteotomizadas, possibilitando avaliar a transmissão e dissipação de tensões tanto nos ossos quanto nos sistemas de fixação. Esse método evidencia graficamente as áreas de maior concentração de tensões — usualmente localizadas no primeiro parafuso de cada lado do gap ósseo — permitindo compreender os mecanismos de fadiga mecânica e potenciais pontos de falha (Altuncu, Kazan, Özden, 2023; He *et al.*, 2022; Tamura *et al.*, 2018; Stringhini *et al.*, 2016). Nos modelos de simulação digitais tornam-se visíveis as regiões de maior concentração de estresse mecânico, localizadas ao redor dos primeiros elos de fixação adjacentes ao espaço osteotomizado, particularmente no primeiro parafuso de cada lado (Altuncu, Kazan, Özden, 2023; He *et al.*, 2022; Tamura *et al.*, 2018; Stringhini *et al.*, 2016).

Em resposta a esse desafio, modificações estruturais e de design vêm sendo desenvolvidas pela indústria, buscando melhorar o desempenho biomecânico e otimizar a distribuição de tensões. O sistema de fixação avaliado nesta pesquisa apresenta alterações específicas nos elos iniciais da placa, com aumento do diâmetro estrutural com objetivo de promover dissipação mais uniforme das tensões e reduzir o risco de sobrecarga local ou ruptura.

Diante desse contexto, o objetivo da presente pesquisa foi analisar comparativamente a resistência mecânica de dois sistemas distintos de fixação mandibular, aplicados segundo a mesma técnica de fixação com duas placas paralelas, avaliando sua eficiência em avanços mandibulares puros de 15 milímetros.

6 CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo mostraram que o novo design de placas, com elos reforçados e ponte ampliada, apresentou desempenho biomecânico superior sob altas cargas, especialmente em grandes avanços mandibulares. As diferenças estatisticamente significativas indicaram maior capacidade de absorção e dissipação de energia, além de distribuição mais uniforme das forças no sistema de osteossíntese. Isso confirma que o aumento da área dos elos e da ponte proporcionou maior robustez estrutural e segurança clínica em procedimentos que exigem alta resistência da fixação.

REFERÊNCIAS

- ALTUNCU, F.; KAZAN, D.; ÖZDEN, B. Comparative evaluation of the current and new design miniplate fixation techniques of the advanced sagittal split ramus osteotomy using three-dimensional finite element analysis. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, v. 28, n. 6, p. e553–e561, 2023. DOI: 10.4317/medoral.25964.
- BELL, R. B. A history of orthognathic surgery in North America. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, v. 76, n. 12, p. 2466–2481, 2018. DOI: 10.1016/j.joms.2018.09.006.
- BRASILEIRO, B. F.; GREMPEL, R. G.; AMBROSANO, G. M.; PASSERI, L. A. An in vitro evaluation of rigid internal fixation techniques for sagittal split ramus osteotomies: advancement surgery. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, v. 67, n. 4, p. 809–817, 2009. DOI: 10.1016/j.joms.2008.11.009.
- CENZATO, N.; NOBILI, A.; MASPERO, C. Prevalence of dental malocclusions in different geographical areas: scoping review. *Dentistry Journal*, v. 9, n. 10, p. 117, 2021.
- DE SOUZA CARVALHO, A. C. G. et al. Cephalometric and three-dimensional assessment of superior posterior airway space after maxillomandibular advancement. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, v. 41, n. 9, p. 1102–1111, 2012.
- EHRENFELD, M.; MANSON, P. N.; PREIN, J. (ed.). *Principles of internal fixation of the craniomaxillofacial skeleton*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 2012.
- ERKMEN, E.; SIMŞEK, B.; YÜCEL, E.; KURT, A. Comparison of different fixation methods following sagittal split ramus osteotomies using three-dimensional finite elements analysis. Part 1: advancement surgery-posterior loading. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, v. 34, n. 5, p. 551–558, 2005. DOI: 10.1016/j.ijom.2004.10.009.
- GIL, J. N.; CLAUS, J. D. P. *Estética facial: a cirurgia ortognática: passo a passo para ortodontistas e cirurgiões*. São Paulo: Ed. Santos, 2009.
- HANNA, T.; BANSAL, K.; ILESAN, R. R.; BUCHBINDER, D. Hanna's Modified Sagittal Split Osteotomy (HSSO): an alternative to inverted L osteotomy—merging function and aesthetics for enhanced stability, attractiveness, and nerve protection. *Journal of Clinical Medicine*, v. 13, n. 12, p. 3438, 2024. DOI: 10.3390/jcm13123438.
- HE, Y. et al. Biomechanical evaluation of seven fixation methods for sagittal split ramus osteotomy with four advancement levels by finite element analysis. *Frontiers in Surgery*, v. 9, p. 891747, 2022. DOI: 10.3389/fsurg.2022.891747.
- HULLIHEN, S. P. Case of elongation of the under jaw and distortion of the face and neck, caused by a burn, successfully treated. *American Journal of Dental Science*, v. 9, n. 2, p. 157–

165, 1849.

HUPP, J. R. et al. *Cirurgia oral e maxilofacial contemporânea*. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

KLEIN, G. B. G. et al. Biomechanical evaluation of different osteosynthesis methods after mandibular sagittal split osteotomy in major advancements. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, v. 46, n. 11, p. 1387–1393, 2017. DOI: 10.1016/j.ijom.2017.05.016.

KUIK, K. et al. Fixation methods in sagittal split ramus osteotomy: a systematic review on in vitro biomechanical assessments. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, v. 48, n. 1, p. 56–70, 2019. DOI: 10.1016/j.ijom.2018.06.013.

KUIK, K. et al. Stability of fixation methods in large mandibular advancements after sagittal split ramus osteotomy: an in vitro biomechanical study. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, v. 59, n. 4, p. 466–471, 2021. DOI: 10.1016/j.bjoms.2020.09.008.

MILORO, M. et al. *Peterson's principles of oral and maxillofacial surgery*. Hamilton: BC Decker, 2004.

OBWEGESER, H. L.; TRAUNER, R. Zur Operationstechnik bei der Progenie und anderer Unterkieferanomalien. *Deutsche Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde*, v. 23, p. 1–26, 1955.

OGUZ, Y. et al. Stability of locking and conventional 2.0-mm miniplate/screw systems after sagittal split ramus osteotomy: finite element analysis. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*, v. 108, n. 2, p. 174–177, 2009. DOI: 10.1016/j.tripleo.2009.03.051.

OLIVEIRA, L. B. et al. Mechanical evaluation of six techniques for stable fixation of the sagittal split osteotomy after counterclockwise mandibular advancement. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, v. 54, n. 5, p. 573–578, 2016. DOI: 10.1016/j.bjoms.2016.03.002.

OZDEN, B. et al. In vitro comparison of biomechanical characteristics of sagittal split osteotomy fixation techniques. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, v. 35, n. 9, p. 837–841, 2006. DOI: 10.1016/j.ijom.2006.03.001.

PEREIRA FILHO, V. A. et al. In vitro biomechanical evaluation of sagittal split osteotomy fixation with a specifically designed miniplate. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, v. 42, n. 3, p. 316–320, 2013. DOI: 10.1016/j.ijom.2012.07.008.

PEURANHEIMO, P. et al. Increasing incidence and burden of obstructive sleep apnoea in the Finnish population: a cohort study from 2005 to 2019. *Respiratory Medicine*, v. 244, p. 108155, 2025.

POZZER, L. et al. Influence of the design in sagittal split ramus osteotomy on the mechanical behavior. *International Journal of Clinical and Experimental Medicine*, v. 7, n. 5, p. 1284–1288, 2014.

SATO, F. R. et al. Comparison of five different fixation techniques of sagittal split ramus osteotomy using three-dimensional finite elements analysis. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, v. 41, n. 8, p. 934–941, 2012. DOI: 10.1016/j.ijom.2012.03.018.

STRINGHINI, D. J. et al. Resistance and stress finite element analysis of different types of fixation for mandibular orthognathic surgery. *Brazilian Dental Journal*, v. 27, n. 3, p. 284–291, 2016. DOI: 10.1590/0103-6440201600336.

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. *Bulletin of Tokyo Dental College*, v. 59, n. 2, p. 67–78, 2018. DOI: 10.2209/tdcpublish.2013-3000.

ANEXOS

ANEXO A – Publicação do artigo

Após a defesa o artigo será submetido na International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery - <http://www.ijoms.com/content/authorinfo>.