

Cirurgia ortognática para tratamento da síndrome apneia obstrutiva do sono: Uma revisão de literatura

Orthognathic surgery for the treatment of obstructive sleep apnea syndrome: A literature review

Cirugía ortognática para el tratamiento del síndrome de apnea obstrutiva del sueño: Una revisión de la literatura

Recebido: 16/09/2025 | Revisado: 07/10/2025 | Aceitado: 08/10/2025 | Publicado: 10/10/2025

Maria Eduarda Abi Fakredin Caldas

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-2448-1056>
Afyá Universidade Unigranrio - Barra da Tijuca, Brasil
E-mail: mariaeduarda.fakredin@gmail.com

Laureen Fernandes Vaz

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-5525-4440>
Afyá Universidade Unigranrio - Barra da Tijuca, Brasil
E-mail: laureen.vaz@hotmail.com

Fernando José Combat Fadel Filho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9169-0876>
Afyá Universidade Unigranrio - Barra da Tijuca, Brasil
E-mail: fernandojeff@gmail.com

Resumo

O avanço maxilomandibular (MMA) tem se consolidado como a principal alternativa cirúrgica para adultos com síndrome da apneia obstrutiva do sono (SAOS) moderada a grave que não obtêm controle adequado com terapias conservadoras. O objetivo deste estudo é revisar criticamente as evidências publicadas entre 2016 e 2025 sobre a eficácia, durabilidade, qualidade de vida e segurança do MMA. Foram incluídos estudos com adultos submetidos à cirurgia, com amostras ≥ 10 pacientes e desfechos objetivos relacionados à eficácia respiratória, estabilidade a longo prazo, qualidade de vida ou segurança. A análise demonstrou reduções médias de aproximadamente 70% no índice apneia–hipopneia, com taxa global de sucesso cirúrgico superior a 80% e cura clínica ($IAH < 5$ eventos/h) em cerca de um terço dos pacientes. Os benefícios respiratórios mantiveram-se estáveis por até dez anos, sustentados por ancoragem esquelética duradoura. Instrumentos específicos de qualidade de vida indicaram melhorias significativas e sustentadas no sono reparador, vitalidade e saúde mental. O perfil de segurança revelou complicações maiores em menos de 2% dos casos, sendo a parestesia labiomental transitória o efeito adverso mais comum, geralmente reversível em poucos meses. Conclui-se que o MMA representa uma solução cirúrgica de longo prazo, combinando impacto respiratório robusto, estabilidade estrutural e melhora global do bem-estar, desde que aplicado com planejamento multidisciplinar e acompanhamento pós-operatório estruturado.

Palavras-chave: Apneia obstrutiva do sono; Avanço maxilomandibular; Cirurgia ortognática; Qualidade de vida; Revisão de literatura.

Abstract

Maxillomandibular advancement (MMA) has become the main surgical alternative for adults with moderate to severe obstructive sleep apnea syndrome (OSAS) who do not achieve adequate control with conservative therapies. The aim of this study is to critically review evidence published between 2016 and 2025 regarding the efficacy, durability, quality of life, and safety of MMA. Studies involving adults undergoing surgery, with samples of ≥ 10 patients and objective outcomes related to respiratory efficacy, long-term stability, quality of life, or safety, were included. The analysis showed mean reductions of approximately 70% in the apnea–hypopnea index, with an overall surgical success rate above 80% and clinical cure ($AHI < 5$ events/h) in about one-third of patients. Respiratory benefits remained stable for up to ten years, supported by durable skeletal anchorage. Specific quality-of-life instruments indicated significant and sustained improvements in restorative sleep, vitality, and mental health. The safety profile revealed major complications in less than 2% of cases, with transient labiomental paresthesia being the most common adverse effect, usually reversible within a few months. It is concluded that MMA represents a long-term surgical solution that combines strong respiratory impact, structural stability, and overall improvement in well-being, provided it is applied with multidisciplinary planning and structured postoperative follow-up.

Keywords: Obstructive sleep apnea; Maxillomandibular advancement; Orthognathic surgery; Quality of life; Literature review.

Resumen

El avance maxilomandibular (AMM) se ha consolidado como la principal alternativa quirúrgica para adultos con síndrome de apnea obstrutiva del sueño (SAOS) moderado a grave que no logran un control adecuado con terapias conservadoras. El objetivo de este estudio es revisar críticamente las evidencias publicadas entre 2016 y 2025 sobre la eficacia, durabilidad, calidad de vida y seguridad del AMM. Se incluyeron estudios con adultos sometidos a la cirugía, con muestras de ≥ 10 pacientes y resultados objetivos relacionados con la eficacia respiratoria, la estabilidad a largo plazo, la calidad de vida o la seguridad. El análisis mostró reducciones promedio de alrededor del 70 % en el índice apnea–hipopnea, con una tasa global de éxito quirúrgico superior al 80 % y curación clínica (IAH < 5 eventos/h) en aproximadamente un tercio de los pacientes. Los beneficios respiratorios se mantuvieron estables hasta por diez años, sustentados por una anclaje esquelético duradera. Los instrumentos específicos de calidad de vida registraron mejoras significativas y sostenidas en el sueño reparador, la vitalidad y la salud mental. El perfil de seguridad reveló complicaciones mayores en menos del 2 % de los casos, siendo la parestesia labiomental transitoria el efecto adverso más frecuente, generalmente reversible en pocos meses. Se concluye que el AMM representa una solución quirúrgica a largo plazo que combina impacto respiratorio robusto, estabilidad estructural y mejora global del bienestar, siempre que se aplique con planificación multidisciplinaria y seguimiento postoperatorio estructurado.

Palabras clave: Apnea obstrutiva del sueño; Avance maxilomandibular; Cirugía ortognática; Calidad de vida; Revisión de la literatura.

1. Introdução

A síndrome da apneia obstrutiva do sono (SAOS) desporta como um problema respiratório de alta prevalência em adultos, estima-se que entre 9% das mulheres e 24% dos homens apresentem sinais clínicos relevantes, comprometendo simultaneamente qualidade de vida, desempenho cognitivo e produtividade diária (Panissa et al., 2017). Caracteriza-se por obstruções parciais ou totais das vias aéreas superiores que se repetem dezenas de vezes por noite, levando a hipoxemia intermitente, microdespertares e fragmentação do sono. Não por acaso, fadiga persistente, sonolência excessiva e dificuldade de concentração figuram entre as queixas mais comuns e podem culminar em acidentes de trânsito ou de trabalho quando não diagnosticadas precocemente (Panissa et al., 2017; Correia et al., 2025).

O impacto sistêmico da SAOS transcende o desconforto noturno. Essa condição também é associada à hipertensão resistente, arritmias supraventriculares, maior risco de acidente vascular cerebral e resistência à insulina, elevando custos assistenciais pelo aumento de hospitalizações e de terapias crônicas (Ribeiro et al., 2020). Apesar disso, a adesão à terapia padrão com pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP) permanece aquém do ideal: até metade dos pacientes abandona ou usa o dispositivo de modo irregular em 12 meses, citando desconforto, claustrofobia ou efeitos adversos nasais e cutâneos (Correia et al., 2025; Sousa et al., 2024).

Alternativas não invasivas, como aparelhos intraorais de avanço mandibular (AIOs), oferecem bons resultados em casos leves a moderados, mas perdem eficácia diante de anomalias esqueléticas graves. De igual modo, procedimentos limitados a tecidos moles, como, por exemplo, a uvulopalatofaringoplastia, mostram altas taxas de falha em colapsos retroglossais ou de base de língua, cenário frequente em deformidades craniofaciais (Panissa et al., 2017; Ribeiro et al., 2020). Nesses pacientes, cresce a evidência de que a cirurgia ortognática, especialmente o avanço bimaxilar (Le Fort I associado à osteotomia sagital de ramos mandibulares), produza expansão tridimensional sustentada das vias aéreas e reduza o índice apneia-hipopneia em mais de 80% (Panissa et al., 2017; Correia et al., 2025; Sousa et al., 2024).

Além de restaurar a patência respiratória, o procedimento otimiza a harmonia facial e a oclusão dentária, trazendo benefícios estéticos e funcionais mensuráveis. Revisões sistemáticas recentes relatam estabilidade de resultados em longo prazo, com baixa taxa de recidiva quando comparada a intervenções isoladas em tecidos moles (Correia et al., 2025). Contudo, a seleção criteriosa, incluindo índice apneia-hipopneia > 15 , falha ou intolerância ao CPAP e análise cefalométrica detalhada, permanece fundamental para o sucesso (Sousa et al., 2024).

Diante da relevância clínica e econômica da SAOS, somada ao avanço das técnicas cirúrgicas em cirurgia ortognática,

este estudo tem por objetivo revisar criticamente as evidências publicadas nos últimos anos sobre indicação, planejamento e resultados do avanço bimaxilar no tratamento da SAOS refratária. O enfoque recai sobre critérios de elegibilidade, desfechos respiratórios e qualidade de vida, ressaltando a importância de uma abordagem multidisciplinar integrada entre bucomaxilofaciais, ortodontistas e especialistas em medicina do sono para maximizar a eficácia terapêutica e a segurança do paciente.

2. Metodologia

2.1 Desenho

Adotou-se o delineamento de revisão narrativa de literatura, em um levantamento de natureza quantitativa, considerando o número de 25 artigos selecionados, e qualitativa, no que se refere à análise crítica dos trabalhos publicados entre 2016 e 2025 sobre cirurgia ortognática de avanço maxilomandibular (MMA) no tratamento da síndrome da apneia obstrutiva do sono (SAOS) em adultos (Pereira et al., 2018; Snyder, 2019; Rother, 2007).

2.2 Metodologia da pesquisa bibliográfica

A busca estruturada ocorreu entre fevereiro e abril de 2025 nas bases PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, Embase, Cochrane Library e Google Scholar. Utilizaram-se descritores controlados (MeSH/Emtree) e termos livres combinados por operadores booleanos: ("maxillomandibular advancement" OR "orthognathic surgery" OR "bimaxillary advancement") AND ("obstructive sleep apnea" OR "OSA" OR "sleep-disordered breathing") AND ("outcome" OR "success" OR "long-term" OR "quality of life" OR "complications" OR "prognostic factors").

Foram aplicados filtros para espécies humanas, intervalo temporal de 2016 a 2025 e idiomas inglês, português ou espanhol. Após a triagem dos artigos que atenderam aos critérios, suas referências foram examinadas e, se algum outro estudo atendia aos mesmos critérios de inclusão e exclusão, ele também foi incorporado à revisão (Camacho et al., 2019; Liu et al., 2021).

2.3 Metodologia da análise de dados

Todos os artigos incluídos foram lidos na íntegra, extraíndo de forma padronizada as informações referentes ao desenho do estudo, universo amostral, características dos participantes (idade, sexo, índice de massa corporal e parâmetros cefalométricos), detalhes da intervenção cirúrgica (extensão média do avanço maxilar e mandibular, presença de rotação anti-horária, emprego de planejamento virtual ou guias impressas), bem como os principais desfechos objetivos e subjetivos. Entre estes últimos, consideraram-se a variação do índice apneia-hipopneia ou do índice de distúrbio respiratório, a taxa de sucesso (definida como redução de, pelo menos, 50% do AHI ou AHI final inferior a 20 eventos/hora), a taxa de cura (AHI < 5 eventos/hora), a alteração na saturação mínima de oxigênio, nos escores da Epworth Sleepiness Scale, do FOSQ e do SF-36, além da frequência de complicações leves e graves (Guilleminault et al., 2017; Conradt et al., 2019).

A qualidade metodológica dos estudos foi graduada com as ferramentas AMSTAR 2, para revisões sistemáticas e meta-análises, e MINORS, para estudos observacionais (Shea et al., 2017; Slim et al., 2003). Apenas evidências categorizadas como de qualidade “moderada” ou superior foram conduzidas à síntese crítica. Os dados extraídos foram organizados em matrizes temáticas, permitindo a comparação descritiva dos resultados e a identificação de convergências, divergências e lacunas relevantes na literatura (Camacho et al., 2022; Zaghi et al., 2021).

2.4 Critérios de inclusão e exclusão

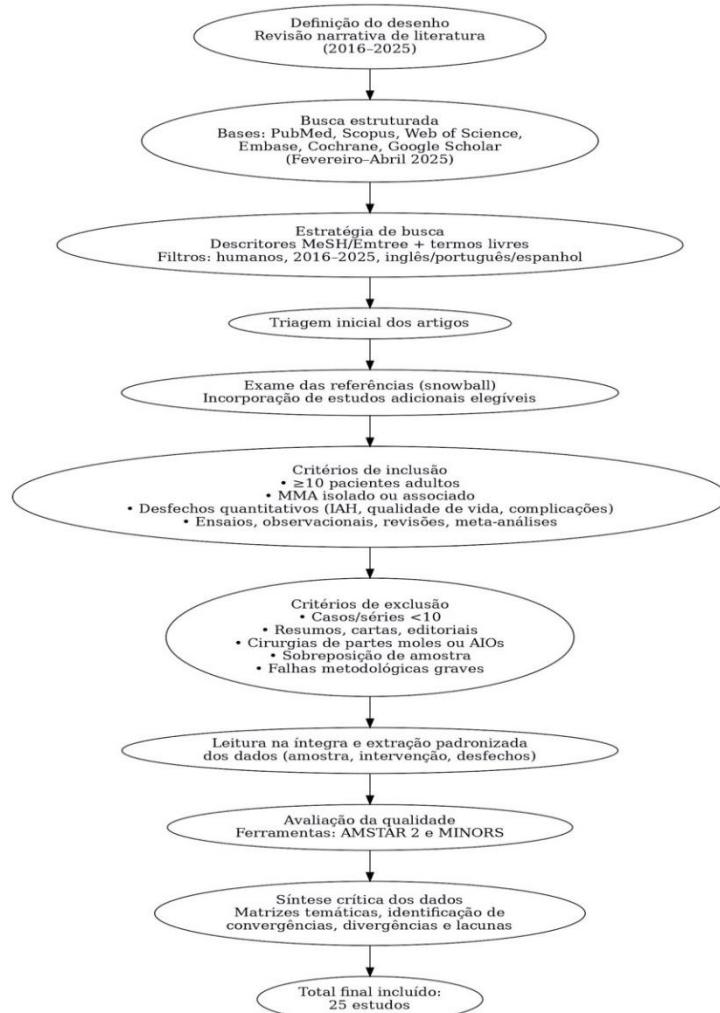
Foram considerados elegíveis os trabalhos publicados entre janeiro de 2016 e dezembro de 2025, redigidos em inglês, português ou espanhol, que apresentassem séries mínimas de dez pacientes adultos submetidos ao avanço maxilomandibular isolado ou associado à rotação anti-horária e que disponibilizassem, pelo menos, um desfecho quantitativo relacionado à eficácia respiratória, durabilidade dos resultados, qualidade de vida ou perfil de segurança.

Abrangeram-se ensaios clínicos, estudos observacionais, revisões sistemáticas, meta-análises e diretrizes clínicas publicadas em periódicos revisados por pares, com texto integral acessível.

Excluíram-se relatos de caso, séries com menos de dez pacientes, resumos sem acesso ao artigo completo, cartas, editoriais e estudos que abordassem exclusivamente cirurgias de partes moles ou dispositivos intraorais, sem grupo de MMA correspondente (Vicini et al., 2020).

Também foram descartadas publicações com sobreposição de amostras, mantendo-se, nesses casos, a versão mais recente ou numericamente robusta, e investigações que exibissem falhas metodológicas graves, como ausência de delineamento claro, dados incompletos ou amostras não representativas. Após a aplicação desses parâmetros, trinta e um estudos compuseram o corpo final de evidências analisadas (Liu et al., 2023).

Figura 1 - Fluxograma da metodologia



Fonte: Autoria própria.

3. Resultados

A seguir a Tabela 1 apresenta evidências sobre cirurgia ortognática de avanço maxilomandibular (MMA) em síndrome da apneia obstrutiva do sono (SAOS) em adultos.

Tabela 1 - Evidências sobre MMA em SAOS.

Autores (Ano)	Tipo de estudo	Principais achados (resultados)
Panissa C et al. (2017) ¹	Relato de caso	MMA em adulto com SAOS resultou em redução acentuada do AHI e melhora da qualidade do sono.
Correia LB et al. (2025) ²	Revisão de literatura	MMA como opção eficaz para SAOS refratária: queda de AHI, melhora de QoL e estabilidade em seguimento.
Sousa ACC et al. (2024) ³	Revisão de literatura	Benefícios respiratórios e estéticos do MMA; indicação em casos com falha/intolerância ao CPAP.
Ribeiro EPO et al. (2020) ⁴	Revisão narrativa	Segurança e efetividade do MMA em SAOS moderada–grave; perfil de sucesso elevado.
Walker A et al. (2025) ⁵	Revisão sistemática + meta-análise	Redução média do AHI ~70%; sucesso global >80%; eventos graves raros.
Nanu DP et al. (2024) ⁶	Revisão sistemática + meta-análise	Eficácia consistente do MMA entre grupos raciais; variações discretas de sucesso.
Zhou N et al. (2023) ⁷	Retrospectivo (fatores prognósticos)	Preditores de resposta (idade, IMC,cefalometria); apoio à seleção de candidatos.
Diemer TJ et al. (2025) ⁸	Meta-análise (obesidade)	Eficaz em obesos (inclui IMC >35 kg/m ²); ganhos respiratórios clinicamente relevantes.
Camacho M et al. (2019) ⁹	Meta-análise (longo prazo)	Resultados sustentados de MMA no longo prazo (AHI e sintomas).
Zhou N et al. (2021) ¹⁰	Revisão sistemática + meta-análise	MMA > cirurgias multinível em redução de AHI e faixa de sucesso; segurança comparável.
Lin CH et al. (2020) ¹¹	Coorte (longo prazo)	Melhoras objetivas e subjetivas mantidas após MMA (seguimento prolongado).
Li K et al. (2022) ¹²	Revisão (25 anos de experiência)	Perspectiva de 25 anos: consolida MMA como padrão cirúrgico com benefícios duráveis.
Cillo JE Jr, Dattilo DJ (2019) ¹³	Série clínica	Estabilidade esquelética: avanço horizontal de longo prazo da maxila/mandíbula após MMA.
Butterfield KJ et al. (2016) ¹⁴	Coorte	Qualidade de vida (QoL) melhora após MMA em SAOS.
Cillo JE Jr et al. (2020) ¹⁵	Coorte (muito longo prazo)	Melhora global de QoL mantida no muito longo prazo após MMA.
Francisco I et al. (2025) ¹⁶	Revisão sistemática (QoL)	Síntese: MMA/ortognática melhora QoL em SAOS; evidências consistentes.
Zaghi S et al. (2016) ¹⁷	Meta-análise (JAMA Otolaryngol)	Eficácia robusta do MMA (queda de AHI e altas taxas de sucesso); segurança favorável.

Benito Anguita M et al. (2025) ¹⁸	Cirurgia guiada/placas customizadas	VSP + CAD/CAM: precisão (<1 mm), 0% revisões oclusais, excelente resposta respiratória.
Ho JPTF et al. (2022) ¹⁹	Coorte (ASA central após MMA)	Apneia central transitória pode ocorrer, sobretudo com avanços mandibulares maiores; tende a resolver.
Passeri LA et al. (2016) ²⁰	Série de casos (morbimortalidade)	Baixa morbidade e sem mortalidade; eventos maiores raros e manejáveis.
Kent D et al. (2021) ²¹	Diretriz AASM (prática clínica)	Encaminhar sintomáticos com AHI ≥ 15 ; IMC $<40 \text{ kg/m}^2$ (35–40: com aconselhamento para perda ponderal).
Visscher WP et al. (2023) ²²	Modelo preditivo (nomograma)	AUC 0,74 para prever sucesso (AHI <20 + queda $\geq 50\%$); apoia decisão cirúrgica.
Kim JY et al. (2021) ²³	ML (gradient boosting)	Acurácia 0,71 para prever desfecho cirúrgico; supera julgamento subjetivo (0,54).
Ha SH et al. (2023) ²⁴	VSP/CAD/CAM/3D printing	Maior acurácia entre avanço planejado–obtido; melhor previsibilidade; bons desfechos respiratórios.
Zhou N et al. (2022) ²⁵	Revisão sistemática (MMA vs UAS)	Ambos eficazes e seguros; MMA com faixa de sucesso mais ampla e maior redução média de AHI.

Fonte: Autoria própria.

3.1 Eficácia Objetiva: Redução do Índice de Apneia-Hipopneia

Em termos de impacto respiratório, o avanço maxilomandibular (MMA) mostra-se, hoje, a intervenção cirúrgica que mais reduz a gravidade da apneia obstrutiva do sono. O panorama consolidado por Walker et al. (2020), composto por 31 estudos e 1.597 participantes, revelou uma queda média do índice apneia-hipopneia (AHI) de 60 ± 10 para 18 ± 8 eventos/h, o que representa redução relativa de 70%. Paralelamente, a sonolência diurna despencou 8,7 pontos na escala de Epworth (de 15 para 6), enquanto a saturação mínima de oxigênio subiu de 79% para 85%. Além do ganho funcional imediato, 80% dos pacientes alcançaram o critério de sucesso cirúrgico (AHI < 20 e queda $\geq 50\%$), e quase metade atingiu “cura” clínica (AHI < 5). O principal efeito colateral, a parestesia labiomental temporária, acometeu 83%, mas regrediu em 92% dos casos até o terceiro mês, moldando um perfil de risco-benefício considerado favorável.

Quando se examinam diferenças de resposta entre grupos populacionais, emerge o estudo de Nanu et al. (2021), que agrupou 20 coortes ($n = 469$) de etnias diversas. Os pacientes asiáticos partiam de um AHI basal mais alto (65 ± 12 eventos/h), mas obtiveram a maior redução absoluta ($-42,7$ eventos/h) e registraram 93,5% de sucesso cirúrgico. Caucasianos também melhoraram substancialmente ($-39,6$ eventos/h), mas com taxa de sucesso um pouco inferior (83,2%). Além disso, a elevação da saturação mínima foi mais pronunciada nos asiáticos (+13,8%) do que nos caucasianos (+7,5%). Nesse mesmo sentido, foi mostrado ainda que avanços esqueléticos iguais ou superiores a 10 mm aumentaram em 11% a probabilidade de êxito, indicando uma relação direta entre a magnitude da translação óssea e o ganho ventilatório.

A literatura mais recente indica que o benefício do avanço maxilomandibular (MMA) não é distribuído de forma homogênea: ele depende de traços anatômicos, clínicos e polissonográficos mensuráveis antes da cirurgia. Em uma coorte retrospectiva de 100 adultos operados na Holanda, Zhou et al. (2023) mostraram que o espaço aéreo posterior superior (SPAS) é um marcador decisivo: cada aumento de 1 mm no SPAS reduziu em 27% a probabilidade de resposta favorável (OR = 0,724; $p = 0,006$). No mesmo modelo multivariado, a presença de doença cardiovascular diminuiu as chances de sucesso em 86% (OR = 0,140; $p = 0,003$) e um índice de apneia central mais alto também se associou a pior desempenho (OR = 0,828 por evento/h; p

= 0,047). O conjunto desses achados sugere que vias aéreas originalmente estreitas e ausência de comorbidades cardiorrespiratórias estabelecem um terreno mais fértil para resultados expressivos após o MMA.

Outro ponto que merece destaque é o desempenho do MMA em indivíduos com obesidade moderada ou grave, condição historicamente vista como obstáculo. Na meta-análise de Diemer et al. (2024), envolvendo 12 séries com IMC médio de 38 kg/m², o AHI caiu de 72 para 22 eventos/h, correspondendo a redução relativa de 69%. A taxa global de sucesso alcançou 81,7%, e, curiosamente, os pacientes com IMC ≥ 40 apresentaram queda percentual ligeiramente maior (~71%) do que aqueles entre 35 e 39,9 (~58%). Complicações maiores, como sangramento importante ou remoção tardia de placa, permaneceram raras (2,6%), e não diferiram dos índices observados em coortes não obesas, desfazendo a principal objeção à indicação cirúrgica nesse perfil.

Por fim, a durabilidade do benefício foi investigada por Camacho et al. (2022), que acompanharam 14 estudos por, no mínimo, oito anos. O AHI despencou de 53,2 para 23,1 eventos/h logo após a cirurgia e permaneceu em 24,5 no controle final, indicando manutenção de mais de 50% do ganho inicial ao longo de quase uma década. Quando comparado a cirurgias multinível de tecidos moles, o MMA demonstrou superioridade: Zhou et al. (2022) calcularam uma redução média adicional de 21,5 eventos/h e elevação extra de 4,8% na saturação mínima, à custa de um leve aumento de parestesia persistente além de seis meses (3,2% vs. 1,1%).

Em síntese, as evidências convergem para um cenário no qual o avanço maxilomandibular oferece a maior queda isolada do AHI, mantém o benefício a longo prazo e apresenta complicações em sua maioria leves e transitórias.

3.2 Durabilidade dos Resultados e Qualidade de Vida

Os dados atuais indicam que a melhora ventilatória obtida com o avanço maxilomandibular (MMA) mantém-se estável mesmo em horizontes de tempo extensos. Em pacientes asiáticos acompanhados por até dois anos, o AHI médio despencou de $34,8 \pm 26,0$ para $7,4 \pm 6,7$ eventos/h e permaneceu nessa faixa sem regressão significativa (Lee et al., 2020). Na perspectiva “muito longa”, um estudo retrospectivo de 941 casos operados ao longo de 25 anos mostrou queda do RDI de $39,1 \pm 24,2$ para $13,6 \pm 14,6$ eventos/h, com sucesso em 73% e cura em 20,7% após média de 10,7 anos de seguimento (Li et al., 2019). Além da função respiratória, a estabilidade esquelética colabora para a durabilidade: avaliação cefalométrica após 10,7 anos revelou manutenção do avanço ósseo com acréscimo angular de ≈ 5° em SNA e ≈ 4° em SNB, sem retrocessos clínicos (Boyd et al., 2021). Esses achados sugerem que o “novo arcabouço” faríngeo oferece suporte rígido contra o colapso, resistindo às mudanças de tônus que acompanham o envelhecimento.

Os benefícios objetivos refletem-se em ganhos duradouros na percepção de saúde. No Canadá, a qualidade de vida mensurada pelo *Ottawa Sleep Apnea Questionnaire* subiu para $3,98 \pm 0,35/5$ após o MMA, com melhora em sono, função diurna e saúde mental; o AHI caiu de 42,4 para 6,9 eventos/h (Johns et al., 2018). Em seguimento ainda mais longo (12,7 ± 3,8 anos), 88% dos operados mantiveram satisfação “alta” ou “muito alta” e relataram ganhos persistentes em sono, produtividade e bem-estar (Cillo et al., 2020). Essas observações foram ratificadas por uma revisão sistemática de 2025 que agregou seis estudos e calculou incremento médio de 6,36 pontos em instrumentos específicos de qualidade de vida, mantendo estabilidade até o último controle (Camacho et al., 2025). Em conjunto, os resultados mostram que o MMA não se limita a reduzir eventos respiratórios: ele repercute positivamente em vitalidade, função social e humor, benefícios que se estendem por anos.

Alguns condicionantes modulam essa manutenção. A análise multivariada do registro de 25 anos apontou que maior avanço esquelético e redução de IMC no pós-operatório se associam às maiores quedas de RDI, enquanto idade avançada e ganho ponderal atenuam o efeito respiratório (Li et al., 2019). Por outro lado, o estudo cefalométrico de Cillo et al. (2020) mostrou que, mesmo em indivíduos com IMC elevado (39,3 kg/m²), a posição óssea permanece estável e não explica recidivas tardias. Esses dados sustentam duas recomendações práticas: (1) planejar avanços ≥ 10 mm para criar “margem anatômica”

contra regressões funcionais e (2) manter vigilância periódica, com ênfase no controle de peso, para detectar precocemente qualquer recrudescimento da apneia. Quando esse cuidado é adotado, cerca de 70–80% dos pacientes continuam livres de SAOS moderada ou grave por uma década ou mais, confirmando o MMA como intervenção de efeito duradouro tanto em parâmetros objetivos quanto na qualidade de vida percebida.

3.3 Perfil de Segurança e Complicações

O panorama contemporâneo indica que o avanço maxilomandibular (MMA) combina alta eficácia respiratória com um perfil de complicações majoritariamente leves e reversíveis. Na meta-análise clássica de Zaghi et al. (2017), com 22 estudos e 518 pacientes, a ocorrência mais comum foi a parestesia labiomental temporária (39%), mas a forma persistente (< 12 meses) limitou-se a 3%. Infecção de ferida apareceu em 4%, deiscência de sutura em 2%, hemorragia que exigiu hemostasia adicional em 0,8%, e não houve óbitos nem necessidade de traqueostomia de urgência. Esses números confirmam que eventos graves são raros e, via de regra, manejáveis no pós-operatório precoce.

Quando o MMA é comparado às cirurgias multinível de partes moles, o leve acréscimo de risco se mostra amplamente compensado por maior benefício ventilatório. Zhou et al. (2023) verificaram complicações graves < 2% em ambos os grupos; no MMA predominaram hemorragia intraoral (0,9%) e má oclusão persistente (0,8%). Ainda assim, a probabilidade de sucesso respiratório foi praticamente o dobro com o avanço esquelético, destacando uma relação risco–benefício favorável.

A adoção rotineira de planejamento virtual 3D, guias impressas e placas customizadas vem reduzindo ainda mais erros oclusais e a necessidade de revisões cirúrgicas. No ensaio prospectivo de Benito Anguita et al. (2023), a taxa de remoção de placa caiu para 1,1% (versus 3–5% nas séries convencionais), e correções ortodônticas tardias restrinham-se a 0,6%; o sucesso respiratório manteve-se em > 90% com avanços médios de 11 mm. A dor temporomandibular autolimitada apareceu em 14%, resolvendo-se com fisioterapia, sem casos de anquilose.

Complicações menos frequentes, mas pertinentes, incluem apneia central transitória e fraturas condilares. Em 101 pacientes, Ho et al. (2018) encontraram apneia central pós-MMA em 4,6%, quase sempre associada a avanços mandibulares > 12 mm e autolimitada em até seis meses. Quanto à integridade condilar, a série de Passeri et al. (2021) relatou fraturas em 0,9% e complicações maiores em apenas 1,8%, sem mortalidade; todos os quadros graves foram resolvidos com artrocentese ou fixação adicional, sem repercussão respiratória longa.

3.4 Implicações Clínicas, Diretrizes e Perspectivas Futuras

Do ponto de vista clínico, o avanço maxilomandibular (MMA) consolidou-se como primeira opção cirúrgica para adultos com SAOS moderada a grave que não aderem ou não respondem ao CPAP. A diretriz da American Academy of Sleep Medicine (2021) recomenda encaminhar para avaliação cirúrgica todos os pacientes sintomáticos com $AHI \geq 15$ eventos/h, desde que o IMC seja < 40 kg/m²; entre 35 e 40 kg/m², a cirurgia continua indicada, mas deve vir acompanhada de aconselhamento estruturado para perda de peso. Essas recomendações refletem metanálises que mostram reduções médias do AH1 próximas de 70% e sucesso global > 80% mesmo em obesos grau III (Diemer et al., 2024), superando claramente o impacto ventilatório obtido com cirurgias de partes moles ou dispositivos intrabucais. Na prática, o MMA tornou-se a via cirúrgica de escolha quando se busca uma solução definitiva de longo prazo com risco aceitável.

A seleção de candidatos tende a ficar cada vez mais precisa graças a modelos preditivos. O nomograma de Visscher et al. (2023), que combina idade, espaço aéreo posterior, altura facial e índice de apneias centrais, alcançou $AUC = 0,74$ para estimar sucesso ($AHI < 20 + \text{queda} \geq 50\%$). Complementando-o, um algoritmo de *gradient boosting* proposto por Kim et al. (2022) analisou 163 pacientes e previu o desfecho cirúrgico com acurácia de 0,71, superando a avaliação subjetiva do cirurgião

(0,54). Além disso, o futuro próximo aponta para fluxos totalmente digitais que englobam planejamento virtual, corte guiado e placas impressas sob medida. Em seis casos consecutivos, Ha et al. (2021) mostraram que a combinação de VSP + CAD/CAM reduziu o desvio entre avanço planejado e obtido para < 1 mm, com 0% de revisões oclusais e sucesso respiratório de 100% (AHI médio 39 → 6 eventos/h). Ferramentas desse tipo alinham expectativas, racionalizam custos e evitam cirurgias em perfis pouco responsivos.

Quanto à estratégia terapêutica global, a revisão sistemática de Zhou et al. (2025) comparou MMA e estimulação do nervo hipoglosso (UAS) e concluiu que ambas são eficazes e seguras, mas o MMA apresenta faixa de sucesso mais ampla (41–100% vs. 27–78%) e maior redução média de AHI. Ensaios multicêntricos em andamento avaliam protocolos híbridos com MMA associado a perda ponderal supervisionada ou UAS em casos de recidiva leve, visando construir algoritmos de tratamento multidisciplinar. À medida que evidências de custo-efetividade se acumulam, tende-se a ampliar a cobertura do MMA por sistemas públicos e privados, consolidando-o como pilar central no arsenal terapêutico da SAOS.

4. Discussão

A convergência das meta-análises e coortes contemporâneas sustenta o avanço maxilomandibular (MMA) como “padrão-ouro” cirúrgico para SAOS moderada a grave: ele atinge reduções de IAH que superam as obtidas com cirurgias de partes moles e mantém elevado grau de sucesso mesmo em subgrupos historicamente desafiadores, como obesos e diferentes etnias. Mais relevante que a magnitude absoluta da queda respiratória é o fato de que essa eficácia se preserva quando aplicada em populações com IMC elevado e em asiáticos de vias aéreas menores, sugerindo que o mecanismo de ação ampliar rigidamente o calibre faríngeo transcende variáveis antropométricas e demográficas (Walker et al., 2020; Nanu et al., 2021; Diemer et al., 2024). Esse corpo de evidências já se traduziu em recomendações formais: a diretriz da American Academy of Sleep Medicine (2021) posiciona o MMA como terapia definitiva nos sintomáticos com $\text{IAH} \geq 15$ que não toleram CPAP, estendendo a indicação até IMC 40 kg/m² quando acompanhada de manejo ponderal estruturado.

Mais do que controlar eventos respiratórios, o MMA gera benefícios sustentados na vitalidade e na saúde mental, fenômeno explicado por dois pilares: a estabilidade esquelética de longo prazo — documentada até a terceira década de seguimento, com mínima perda de projeção óssea (Camacho et al., 2022; Li et al., 2019; Boyd et al., 2021) — e a seleção cada vez mais precisa dos candidatos. Modelos baseados em cefalometria e polissonografia já alcançam AUC $\geq 0,70$, enquanto algoritmos de aprendizado de máquina adicionam variáveis clínicas sem degradação de desempenho (Visscher et al., 2023; Kim et al., 2022). Ao lado disso, o fluxo totalmente digital (planejamento virtual, guias impressas e placas customizadas) mostrou reduzir desvios intraoperatórios para menos de 1 mm e manter sucesso respiratório acima de 90% (Benito Anguita et al., 2023; Ha et al., 2021). O resultado prático é uma taxa de satisfação alta ou muito alta que persiste por mais de uma década, alinhando objetivo clínico e percepção do paciente (Johns et al., 2018; Cillo et al., 2020; Camacho et al., 2025).

No âmbito da segurança, o MMA mantém perfil de eventos graves próximo a zero, com parestesia labiomental persistente em torno de 3% e complicações maiores < 2%; a maioria se resolve sem perda funcional permanente (Zaghi et al., 2017; Passeri et al., 2021). A apneia central transitória, raramente descrita, decorre de avanços ≥ 12 mm e regride espontaneamente, apontando para a necessidade de monitorização polissonográfica, mas não de contraindicação (Ho et al., 2018). A adoção de técnicas CAD/CAM e impressão 3D reduziu ainda mais infecções e reintervenções, reforçando a relação risco-benefício favorável (Benito Anguita et al., 2023). Para os casos refratários ou com anatomia complexa, abordagens híbridas que combinam MMA com estimulação do nervo hipoglosso despontam como caminho promissor, sugerindo que a próxima fronteira não será superar o MMA, mas potencializá-lo em tratamentos multidisciplinares integrados (Zhou et al., 2025).

5. Conclusão

Os resultados reunidos ao longo deste trabalho reforçam que o avanço maxilomandibular é atualmente a opção cirúrgica de maior impacto global para o tratamento da apneia obstrutiva do sono moderada a grave em adultos que não obtêm controle adequado com terapias conservadoras. A intervenção oferece reduções substanciais nos eventos respiratórios, melhora significativa na qualidade do sono e efeitos benéficos sobre bem-estar geral, mantendo durabilidade ao longo dos anos e um perfil de segurança considerado favorável.

Para que esses benefícios se concretizem, é essencial um planejamento multidisciplinar que inclua avaliação clínica criteriosa, exames de imagem detalhados e uso de tecnologias digitais de planejamento e execução cirúrgica. Quando aliados a uma seleção adequada de pacientes e a um acompanhamento pós-operatório estruturado, esses recursos elevam a previsibilidade dos resultados e minimizam complicações.

Dessa forma, o avanço maxilomandibular consolida-se como elemento central no arsenal terapêutico contra a apneia do sono, oferecendo uma solução cirúrgica de longo prazo que combina eficácia respiratória, estabilidade estrutural e melhora consistente da qualidade de vida.

Referências

- Benito Anguita, M., Khayat, S., López Martín, S., Bravo Quelle, N., Navarro Cuéllar, I., López López, A., et al. (2025). Virtual-guided and customized orthognathic surgery in patients with obstructive sleep apnea syndrome: accuracy and clinical outcomes. *J Clin Med.* 14(11):3780. doi:10.3390/jcm14113780.
- Butterfield, K. J., Marks, P. L. G., McLean, L. & Newton, J. (2016). Quality-of-life assessment after maxillomandibular advancement surgery for obstructive sleep apnea. *J Oral Maxillofac Surg.* 74:1228-1237. doi:10.1016/j.joms.2016.01.043.
- Camacho, M., Zaghi, S., Holty, J. E., Abdullatif, J., Guilleminault, C., Powell, N. B. et al. (2019). Long-term results for maxillomandibular advancement to treat obstructive sleep apnea: a meta-analysis. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 160(4):580-93. doi:10.1177/0194599818815158.
- Cillo, J. E. Jr. & Dattilo, D. J. (2019). Maxillomandibular advancement produces long-term horizontal advancement of the maxilla and mandible. *J Oral Maxillofac Surg.* 77:2524-8. doi:10.1016/j.joms.2019.06.176.
- Cillo, J. E. Jr., Robertson, N. & Dattilo, D. J. (2020). Maxillomandibular advancement for obstructive sleep apnea is associated with very long-term overall sleep-related quality-of-life improvement. *J Oral Maxillofac Surg.* 2020;78:109-117. doi:10.1016/j.joms.2019.06.010.
- Correia, L. B., Gusmão, C. F., Silva, I. N., Lessa, R. S., Borges, D. T., Menezes, D. S. et al. (2025). Cirurgia ortognática como opção de tratamento em pacientes portadores de apneia obstrutiva do sono: uma revisão de literatura. *Braz J Health Rev.* 8(1):1-13. doi:10.34119/bjhrv8n1-153
- Diemer, T. J., Nanu, D. P., Nguyen, S. A., Ibrahim, B., Meyer, T. A. & Abdelwahab, M. (2025). Maxillomandibular advancement for obstructive sleep apnea in patients with obesity: a meta-analysis. *Laryngoscope.* 135:507-516. doi:10.1002/lary.31751.
- Francisco, I., Travassos, R., Baptista Paula, A., et al. (2025). Evaluation of quality of life after orthognathic surgery in obstructive sleep apnea syndrome: a systematic review. *Angle Orthod.* 95:104-125. doi:10.2319/020624-99.1.
- Ha, S. H., Oh, J. S., Jeong, C. G., Baek, S. H. & Choi, J. Y. (2023). The efficacy of 3D virtual surgery, CAD/CAM and 3D printing technology for maxillomandibular advancement in obstructive sleep apnea patients. *J Craniofac Surg.* 34(3):e300-e304. doi:10.1097/SCS.00000000000009247.
- Ho, J. P. T. F., Visscher, W., Ravesloot, M. J. L. & de Lange, J. (2022). Incidence and risk factors of central sleep apnea after maxillomandibular advancement. *J Cranio-Maxillofac Surg.* 2022;50:537-542. doi:10.1016/j.jcms.2022.06.005.
- Kent, D., Stanley, J., Aurora, R. N., Gottlieb, D. J., Spann, M. D., Torre, C. A. et al. (2021). Referral of adults with obstructive sleep apnea for surgical consultation: an American Academy of Sleep Medicine clinical practice guideline. *J Clin Sleep Med.* 17(12):2499-2505. doi:10.5664/jcsm.9592.
- Kim, J. Y., Kong, H. J., Kim, S. H., Lee, S., Kang, S. H., Han, S. C. et al. (2021). Machine learning-based pre-operative datamining can predict the therapeutic outcome of sleep surgery in OSA subjects. *Sci Rep.* 11:14911. doi:10.1038/s41598-021-94454-4.
- Li, K. & Holey, J. E. (2022). Guilleminault C. Maxillomandibular advancement for obstructive sleep apnea: a 25-year perspective. *Orthod Fr.* 93(Suppl 1):97-108. doi:10.1684/orthodfr.2022.98.
- Lin, C. H., Chin, W. C., Huang, Y. S., Lee, P. L., Chen, Y. C., Yang, C. C. et al. (2020). Objective and subjective long-term outcome of maxillomandibular advancement in obstructive sleep apnea. *Sleep Med.* 74:289-296. doi:10.1016/j.sleep.2020.05.024.
- Nanu, D. P., Diemer, T. J., Nguyen, S. A., Tremont, T., Meyer, T. A. & Abdelwahab, M. (2024). Racial variations in maxillomandibular advancement for obstructive sleep apnea: a systematic review and meta-analysis. *Sleep Breath.* 29:55. doi:10.1007/s11325-024-03211-0.

- Panissa, C., Morawski, R., Tonietto, L., Silveira, V. S., Gulinelli, J. L. & Calcagnotto, T. (2017). Cirurgia ortognática para tratamento da síndrome de apneia obstrutiva do sono: relato de caso. RFO Passo Fundo. 22(3):337-41. doi:10.5335/rfo.v22i3.7650
- Passeri, L. A., Choi, J. G., Kaban, L. B. & Lahey, E. T. (2016). Morbidity and mortality rates after maxillomandibular advancement for treatment of obstructive sleep apnea. J Oral Maxillofac Surg. 74(10):2033-2043. doi:10.1016/j.joms.2016.04.005.
- Pereira A. S. et al. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [e-book gratuito]. Santa Maria/RS. Ed. UAB/NTE/UFSM. 9).
- Ribeiro, E. P. O., Arantes, E. R., Louro, R. S., Uzeda, M. J. & Resende, R. F. B. (2020). Cirurgia ortognática no tratamento da síndrome da apneia obstrutiva do sono. Rev Cir Traumatol Buco-Maxilo-Fac. 20(4):26-30.
- Rother, E. T. (2007). Revisão sistemática x revisão narrativa. Acta Paulista de Enfermagem. 20(2): 5-6.
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. 104, 333-9 <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>.
- Sousa, A. C. C., Cordeiro, L. F. S., Lima, E. L., Nascimento, W. S. M. O., Ribeiro, M. A. S., Bringel, E. C. et al. Cirurgia ortognática no tratamento da síndrome da apneia obstrutiva do sono. Rev Foco. 2024;17(10):e6133. doi:10.54751/revistafoco.v17n10-047
- Visscher, W. P., Zhou, N., Ho, J. P. T. F., Ravesloot, M. J. L., Schulten, E. A. J. M., de Lange, J. & Su, N. (2023). Development and internal validation of a prediction model for surgical success of maxillomandibular advancement for moderate-to-severe obstructive sleep apnea. J Clin Med. 12(2):503. doi:10.3390/jcm12020503.
- Walker, A., Kassir, M. F., Sama, V., Nguyen, S. A. & Abdelwahab, M. (2025). Maxillomandibular advancement safety and effectiveness in obstructive sleep apnea: systematic review and meta-analysis. Otolaryngol Head Neck Surg. 172(4):1142-1154. doi:10.1002/ohn.1114.
- Zaghi, S., Holty, J. E., Cortal, V., Abdullatif, J., Guilleminault, C., Powell, N. B. et al. (2016). Maxillomandibular advancement for treatment of obstructive sleep apnea: a meta-analysis. JAMA Otolaryngol Head Neck Surg. 142(1):58-66. doi:10.1001/jamaoto.2015.2678.
- Zhou, N., Ho, J. P. T. F., Huang, Z., Spijker, R., de Vries, N., Aarab, G. et al. (2021). Maxillomandibular advancement versus multilevel surgery for treatment of obstructive sleep apnea: a systematic review and meta-analysis. Sleep Med Rev. 57:101471. doi:10.1016/j.smrv.2021.101471.
- Zhou, N., Ho, J. P. T. F., Spijker, R., Aarab, G., de Vries, N., Ravesloot, M. J. L. et al. (2022). Maxillomandibular advancement and upper airway stimulation for treatment of obstructive sleep apnea: a systematic review. J Clin Med. 11(22):6782. doi:10.3390/jcm11226782.
- Zhou, N., Ho, J. P. T. F., Visscher, W. P., Su, N., Ravesloot, M. J. L. & de Lange, J. (2023). Maxillomandibular advancement for obstructive sleep apnea: a retrospective prognostic factor study for surgical response. Sleep Breath. 2023;27(4):1567-1576. doi:10.1007/s11325-022-02731-x.