

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS

ANDRÉ LUIS PEREIRA VIEIRA

**AVALIAÇÃO DA CARGA HIPÓXICA EM PACIENTES COM APNEIA
OBSTRUTIVA DO SONO SUBMETIDOS À FARINGOPLASTIA LATERAL**

Campinas

2026

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS
ESCOLA DE CIÊNCIAS DA VIDA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM CIÊNCIAS DA SAÚDE**

ANDRÉ LUIS PEREIRA VIEIRA

**AVALIAÇÃO DA CARGA HIPÓXICA EM PACIENTES COM APNEIA
OBSTRUTIVA DO SONO SUBMETIDOS À FARINGOPLASTIA LATERAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* de Mestrado em Ciências da Saúde da Escola de Ciências da Vida, da Pontifícia Universidade Católica de Campinas como exigência para a obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde.

Orientador: Prof. Dr. José Luís Braga de Aquino
Coorientadora: Profa. Dra. Vânia Aparecida Leandro-Merhi.

Campinas

2026

Sistema de Bibliotecas e Informação - SBI
Gerador de fichas catalográficas da Universidade PUC-Campinas
Dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Pereira Vieira, André Luis

V657a

AVALIAÇÃO DA CARGA HIPÓXICA EM PACIENTES COM APNEIA
OBSTRUTIVA DO SONO SUBMETIDOS À FARINGOPLASTIA LATERAL /
André Luis Pereira Vieira. - CAMPINAS: PUC-Campinas, 2026.

60 f.

Orientador: José Luís Braga de Aquino. Coorientador: Vânia Aparecida
Leandro Merhi

Dissertação (Mestrado Ciências da Saúde) - PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE
CATÓLICA DE CAMPINAS , Escola de Ciências da Vida, Pontifícia Universidade
Católica de Campinas, CAMPINAS, 2026.

Inclui bibliografia.

1. Apneia obstrutiva do sono. 2. Faringoplastia lateral. 3. Carga hipóxica.
I. Braga de Aquino, José Luís. II. Aparecida Leandro Merhi, Vânia III. Pontifícia
Universidade Católica de Campinas. Escola de Ciências da Vida. PONTIFÍCIA
UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS. IV. Título.

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS
ESCOLA DE CIÊNCIAS DA VIDA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM CIÊNCIAS DA SAÚDE
ANDRÉ LUIS PEREIRA VIEIRA

**AVALIAÇÃO DA CARGA HIPÓXICA EM PACIENTES COM APNEIA
OBSTRUTIVA DO SONO SUBMETIDOS À FARINGOPLASTIA LATERAL**

Dissertação defendida e aprovada no dia 23 de junho
de 2026 pela comissão examinadora:



DR JOSÉ LUIS BRAGA DE AQUINO

Orientador e presidente da comissão examinadora
Pontifícia Universidade Católica de Campinas



DR(A) GLÓRIA MARIA DE ALMEIDA SOUZA TEDRUS
Pontifícia Universidade Católica de Campinas



DR(A) EDILSON ZANCANELLA
Universidade Estadual de Campinas

Campinas

2026

DEDICO essa dissertação de Mestrado primeiramente a Deus, por toda graça e misericórdia concedida a mim. Que eu possa corresponder ao Vosso amor. Toda honra e toda Glória dedico ao Senhor.

À minha esposa e companheira, Bruna Zaccara Vieira, por todo amor, carinho e suporte à nossa família e por acreditar e me incentivar em cada fase.

Aos meus filhos Gabriel Zaccara Vieira e Rafael Zaccara Vieira por terem despertado em mim esse amor e por terem trazido ainda mais significado para as nossas vidas.

A toda minha família, em especial aos meus pais Wanderlino Vieira Filho e Irlane Pereira Vieira e a minha irmã Andressa Vieira de Melo por todo amor, conselhos, orientações e carinho. Graças ao que vocês plantaram no passado, cheguei até aqui.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, o sustento da minha vida em todos os momentos.

A minha esposa Bruna Zaccara Vieira, por todo apoio nos bastidores suportando nossos filhos na minha ausência enquanto eu me dedicava às atividades do mestrado.

Ao Prof. Dr. Bruno Bernardo Duarte, meu coordenador da Residência de Otorrinolaringologia, por ter acreditado e apoiado a minha ideia de fazer o mestrado simultaneamente à residência médica. Também por todo o suporte teórico com sua expertise na temática desta dissertação.

Ao Prof. Dr. José Luis Braga de Aquino, meu orientador da dissertação por toda paciência, dedicação e orientações fundamentais para a realização deste trabalho.

Ao Dr. Aurélio Rochael Almeida, pneumologista com larga experiência em laudos de polissonografia, pela disponibilidade para realizar e laudar as polissonografias em seu laboratório do sono, além de ter viabilizado o cálculo da carga hipóxica através do software Sleepware. Sua participação foi essencial para a execução desta pesquisa.

Aos demais supervisores da residência de Otorrinolaringologia, Prof. Dr. Mário Edvin Greters e Dra. Katia Cristina Costa pelo suporte e discussões que facilitaram de alguma forma a execução desta tese.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

“Tarde te amei! Tarde Te amei, ó Beleza tão antiga e tão nova! Tarde demais eu Te amei! Eis que estavas dentro, e eu, fora - e fora Te buscava, e me lançava, disforme e nada belo, perante a beleza de tudo e de todos que criaste. Estavas comigo, e eu não estava Contigo... Seguravam-me longe de Ti as coisas que não existiriam senão em Ti. Chamaste, clamaste por mim e rompestes a minha surdez. Brilhaste, resplandeceste, e a Tua Luz afugentou minha cegueira. Exalaste o Teu Perfume e, respirando-o, suspirei por Ti, Te desejei. Eu Te provei, Te saboreei e, agora, tenho fome e sede de Ti. Tocaste-me e agora ardo em desejos por Tua Paz!”

Santo Agostinho, Confissões 10, 27-29.

RESUMO

Introdução: A apneia obstrutiva do sono é caracterizada pelo colapso da via aérea superior durante o sono, podendo levar a alterações intermitentes dos gases sanguíneos, como hipoxemia e hipercapnia. O Índice de Apneia e Hipopneia, derivado da polissonografia, ainda é o principal parâmetro de classificação da gravidade. Entretanto, suas limitações motivaram a investigação de métricas alternativas. A carga hipóxica tem se mostrado marcador relevante de risco cardiovascular. A faringoplastia lateral é técnica cirúrgica utilizada no tratamento da apneia obstrutiva do sono, tradicionalmente avaliada pela redução do Índice de Apneia e Hipopneia. Contudo, até o momento, não foram identificados estudos que avaliem a carga hipóxica após faringoplastia lateral. **Métodos:** Trata-se de estudo observacional, analítico, longitudinal, com desenho misto retrospectivo e prospectivo, realizado em pacientes adultos submetidos à faringoplastia lateral entre 2016 e 2025. Foram incluídos 27 pacientes com dados polissonográficos completos no pré e pós-operatório para cálculo adequado da carga hipóxica por software validado. A análise estatística incluiu testes não paramétricos para comparações intra e intergrupos. **Resultados:** Observou-se redução estatisticamente significativa da carga hipóxica em todas as suas variantes, incluindo tempo total de sono, cuja mediana reduziu de 97,1 para 35,0 %min/h ($p<0,0001$), sono REM, sono NREM, posição supina e não supina, além de redução significativa do Índice de Apneia e Hipopneia, cuja mediana reduziu de 33,8 para 12,3 eventos/hora ($p<0,0001$). Notavelmente, mesmo no grupo classificado como insucesso cirúrgico pelo critério de Sher, houve redução significativa da carga hipóxica de 102,5 para 67,3 %min/h ($p=0,0107$), sugerindo melhora fisiopatológica não capturada pelo Índice de Apneia e Hipopneia isoladamente. **Conclusão:** Os achados indicam que a carga hipóxica é uma métrica potencialmente mais sensível para avaliar a resposta terapêutica, pois incorpora múltiplas dimensões da hipoxemia noturna, superando limitações do Índice de Apneia e Hipopneia como marcador isolado. A faringoplastia lateral promoveu redução consistente da carga hipóxica, inclusive em pacientes classificados como insucesso cirúrgico, sugerindo que essa métrica representa marcador complementar relevante para avaliação da resposta terapêutica e potencial para estratificação de risco cardiovascular na apneia obstrutiva do sono.

Palavras-chave: Apneia obstrutiva do sono. Carga hipóxica. Polissonografia. Faringoplastia lateral. Índice de apneia e hipopneia.

ABSTRACT

Introduction: Obstructive sleep apnea is characterized by collapse of the upper airway during sleep, potentially leading to intermittent blood gas disturbances such as hypoxemia and hypercapnia. The Apnea and Hypopnea Index, derived from polysomnography, remains the main parameter for severity classification. However, its limitations have motivated the investigation of alternative metrics. Hypoxic burden has emerged as a relevant marker of cardiovascular risk. Lateral pharyngoplasty is a surgical technique used in the treatment of obstructive sleep apnea, traditionally evaluated by reduction of the Apnea and Hypopnea Index. However, to date, no studies have evaluated hypoxic burden after lateral pharyngoplasty. **Methods:** This was an observational, analytical, longitudinal study with a mixed retrospective and prospective design conducted in adult patients who underwent lateral pharyngoplasty between 2016 and 2025. Twenty-seven patients with complete preoperative and postoperative polysomnographic data were included for adequate calculation of hypoxic burden using validated software. Statistical analysis included nonparametric tests for intra- and intergroup comparisons. **Results:** A statistically significant reduction in hypoxic burden was observed in all evaluated domains, including total sleep time, REM sleep, NREM sleep, supine position, and non-supine position. Median hypoxic burden during total sleep time decreased from 97.1 to 35.0 %min/h ($p < 0.0001$). In addition, median Apnea and Hypopnea Index decreased from 33.8 to 12.3 events/h ($p < 0.0001$). Notably, even in the group classified as surgical non-response according to Sher criteria, postoperative hypoxic burden significantly decreased from 102.5 to 67.3 %min/h ($p = 0.0107$), suggesting physiological improvement not captured by the Apnea and Hypopnea Index alone. **Conclusion:** The findings suggest that hypoxic burden is a potentially more sensitive metric for assessing therapeutic response, as it incorporates multiple dimensions of nocturnal hypoxemia, overcoming limitations of the apnea-hypopnea index as an isolated marker. Lateral pharyngoplasty promoted a consistent reduction in hypoxic burden, including in patients classified as surgical failures, suggesting that this metric may represent a relevant complementary marker for therapeutic response assessment and may have potential for cardiovascular risk stratification in obstructive sleep apnea.

Keywords: Obstructive sleep apnea. Hypoxic burden. Polysomnography. Lateral pharyngoplasty. Apnea-hypopnea index.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Caracterização descritiva da amostra estudada: características clínicas, antropométricas, respiratórias polissonográficas	35
Tabela 2	– Caracterização descritiva da amostra estudada: Distribuição por gênero, comorbidades e sucesso cirúrgico (critério de Sher)	36
Tabela 3	– Comparação das variáveis respiratórias polissonográficas entre os momentos pré e pós-operatório	36
Tabela 4	– Comparação das variáveis polissonográficas e antropométrica entre os pacientes com sucesso e insucesso cirúrgico, segundo o critério de Sher	39
Tabela 5	– Comparação da carga hipóxica pré e pós-operatório no subgrupo de insucesso cirúrgico pelo critério de Sher	42
Tabela 6	– Análise da CH TST pós-operatório no grupo total de pacientes com CH TST pré e pós (N=27)	43
Tabela 7	– Análise da CH TST pós-operatório no grupo de insucesso cirúrgico (N=14)	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Janela de pesquisa da carga hipóxica	17
Figura 2	Seleção da amostra	26
Figura 3	- Curvas do fluxo de ar e da saturação de oxigênio	29
Figura 4	- Faringoplastia lateral: exposição após a remoção do tecido supratonsilar esquerdo	30
Figura 5	- Faringoplastia lateral: elevação do constritor superior da fáscia bucofaríngea (seta). (A) músculo palatofaríngeo	31
Figura 6	- Faringoplastia lateral: separação entre os músculos palatofaríngeo e constritor superior da faringe. A tesoura está entre os dois músculos. Seta: retalho palatofaríngeo	31
Figura 7	- Faringoplastia lateral: sutura do retalho palatofaríngeo na parede lateral da faringe. Seta: úvula	32
Figura 8	- Faringoplastia lateral: miotomia do retalho palatofaríngeo. Seta: retalho palatofaríngeo	32
Figura 9	- Faringoplastia lateral: incisão vertical de alívio, junto ao retalho palatofaríngeo. Seta: área da incisão	33
Figura 10	- Faringoplastia lateral: aspecto final. Setas: retalhos palatofaríngeos. A úvula, preservada, está dobrada anteriormente	33

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	– Boxplot com pontos de dispersão: redução do IAH nos grupos geral e insucesso pelo critério de Sher	37
Gráfico 2	– Boxplot com pontos de dispersão: redução da CH TST nos grupos Geral e Insucesso pelo critério de Sher	38
Gráfico 3	– Boxplot com pontos de dispersão comparação entre a redução percentual do IAH e da CH TST nos grupos Geral, Sucesso e Insucesso pelo critério de Sher	41
Gráfico 4	– Correlação com regressão entre Δ IAH (%) e Δ CH TST (%) com pontos de dispersão no grupo de insucesso pelo critério de Sher	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AASM	–	American Academy of Sleep Medicine
AHI	–	Apnea-Hypopnea Index
AHIREM	–	Índice de Apneia-Hipopneia durante o sono REM
AOS	–	Apneia Obstrutiva do Sono
CAAE	–	Certificado de Apresentação de Apreciação Ética
CH	–	Carga Hipóxica
CH NREM	–	Carga Hipóxica durante o sono não REM
CH REM	–	Carga Hipóxica durante o sono REM
CH supina	–	Carga Hipóxica na posição supina
CH não supina	–	Carga Hipóxica na posição não supina
CH TST	–	Carga Hipóxica durante o Tempo Total de Sono
CPAP	–	Continuous Positive Airway Pressure
DCC	–	Doença Cerebrovascular
DCV	–	Doença Cardiovascular
DP	–	Desvio-padrão
ESS	–	Epworth Sleepiness Scale
FL	–	Faringoplastia Lateral
HB	–	Hypoxic Burden
IA	–	Índice de Apneia
IAH	–	Índice de Apneia-Hipopneia
IC	–	Intervalo de Confiança
IDO	–	Índice de Dessaturação de Oxigênio
IDR	–	Índice de Distúrbio Respiratório
IMC	–	Índice de Massa Corporal
ISAACC	–	International Study of Comparative Health Effectiveness with Medical and Invasive Approaches
MACE	–	Major Adverse Cardiovascular Events
MrOS	–	Osteoporotic Fractures in Men Study
N1	–	Estágio N1 do sono
N2	–	Estágio N2 do sono

N3	–	Estágio N3 do sono
ODI	–	Oxygen Desaturation Index
OpenEpi	–	Open Source Epidemiologic Statistics for Public Health
PAM	–	Pressão Arterial Média
PAP	–	Pressão Positiva nas Vias Aéreas
PhenOSA	–	Phenotyping Mechanistic Pathways for Adverse Health Outcomes in Sleep Apnea
PSG	–	Polissonografia
Q4	–	Quarto quartil
Q5	–	Quinto quartil
REM	–	Rapid Eye Movement
RDI	–	Respiratory Disturbance Index
RCV	–	Risco Cardiovascular
SHHS	–	Sleep Heart Health Study
SpO ₂	–	Saturação Periférica de Oxigênio
T90	–	Percentual do tempo total de sono com saturação de oxigênio inferior a 90%
TCLE	–	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TSat90	–	Tempo de saturação abaixo de 90%
UPFP	–	Uvulopalatofaringoplastia
VAS	–	Via Aérea Superior

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	24
2.1	Objetivo primário	24
2.2	Objetivos secundários	24
3	MÉTODOS.....	25
3.1	Delineamento do Estudo	25
3.2	Local da pesquisa	25
3.3	População	25
3.3.1	CrITÉRIOS de inclusão	26
3.3.2	CrITÉRIOS de exclusão	27
3.4	Levantamento de dados.....	27
3.5	Cálculo da Carga Hipóxica.....	28
3.6	Técnica cirúrgica da faringoplastia lateral versão 6	29
3.7	Análise estatística	34
4	RESULTADOS	35
5	DISCUSSÃO	45
6	LIMITAÇÕES	51
7	CONCLUSÃO.....	52
	REFERÊNCIAS.....	53
	ANEXOS	58
	ANEXO 1 – Parecer consubstanciado do CEP	58
	ANEXO 2 – Recibo Turnitin	60

1 INTRODUÇÃO

A Apneia Obstrutiva do Sono (AOS) é uma doença caracterizada pelo colapso intermitente da Via Aérea Superior (VAS), causando uma interrupção/redução do fluxo de ar para a via aérea inferior, podendo resultar em fragmentação do sono, desordem intermitente dos gases sanguíneos (hipoxemia e hipercapnia) e frequentes despertares durante o sono (Martinez-Garcia et al., 2023; Zancanella et al., 2014).

Estudos epidemiológicos mostram alta prevalência de AOS. Tufik et al. (2010) conduziram um estudo epidemiológico para avaliar a prevalência de AOS na população geral de São Paulo, Brasil. Foram submetidos 1.101 indivíduos da cidade à Polissonografia (PSG) de noite inteira, e encontrou-se uma prevalência de 38,2%, considerando Índice de Apneia-Hipopneia (IAH) maior que 5 eventos por hora de sono (Tufik et al., 2010). O *HypnoLaus Study*, um estudo com objetivo de encontrar a prevalência de AOS em Lausanne, Suíça, encontrou uma prevalência de 83,8% em homens e 60,8% em mulheres, também considerando IAH >5 eventos/hora (Heinzer et al., 2015).

A fisiopatologia da AOS ainda não está completamente esclarecida, mas sabe-se que a etiologia é multifatorial e a topografia dos colapsos ocorre na região da faringe. Além disso, estudos mostram que a maioria dos colapsos ocorre na parede lateral da faringe (Huon et al., 2016; Schwab et al., 1995). Dentre os diversos fatores da etiopatogenia da doença, destaca-se a anatomia desfavorável da VAS, o baixo limiar para despertar, a instabilidade do controle ventilatório, a redução do volume pulmonar, os fatores genéticos, os mecanismos fisiológicos subjacentes (obesidade, sexo masculino, idade avançada), o fator neuromuscular e o fator muscular. A partir disso, surgiram os principais fenótipos fisiopatológicos estudados atualmente, que incluem: alterações anatômicas, baixo limiar para despertar, resposta muscular inadequada e instabilidade do controle ventilatório (Eckert, 2018). O surgimento dos fenótipos fisiopatológicos foi de grande importância para a individualização do tratamento, corroborando com a tendência atual da medicina de precisão.

O quadro clínico dos pacientes com AOS é caracterizado por sintomas noturnos como roncos, pausas respiratórias presenciadas, sensação de sufocamento

e noctúria, além de sintomas diurnos, incluindo sonolência excessiva diurna, fadiga, sensação de sono não reparador, cefaleia matinal e disfunção sexual. Essas manifestações desencadeiam diversas alterações orgânicas, como ativação simpática, alteração metabólica, disfunção endotelial, inflamação e estresse oxidativo. Estudos indicam que pacientes com AOS possuem maior risco cardiovascular e maior propensão a desfechos cardiovasculares graves, em razão da exposição crônica a essa cascata de alterações orgânicas (Campos-Rodriguez *et al.*, 2005).

O diagnóstico da AOS é realizado com base na avaliação dos sinais e sintomas clínicos do paciente, associados a dados objetivos obtidos por meio da monitorização do sono. O exame padrão-ouro para o diagnóstico da AOS é a polissonografia do tipo I (de noite inteira), devido à sua alta sensibilidade e especificidade (Javaheri *et al.*, 2017). O exame em adultos utiliza o IAH como parâmetro único para definir a presença ou ausência da doença, bem como para classificá-la em graus de gravidade: IAH <5: normal; 5 ≤ IAH <15: leve; 15 ≤ IAH <30: moderada; IAH ≥30: grave (Baiardi; Cirignotta, 2017; Faber; Faber; Faber, 2019).

Inicialmente, a polissonografia considerava apenas as apneias, sendo o índice denominado Índice de Apneia (IA), que é definida com redução de 90% do fluxo respiratório medido pelo termistor com duração de no mínimo 10 segundos, classificada como obstrutiva na presença de movimento toracoabdominal. Posteriormente, as hipopneias passaram a ser contabilizadas, originando o IAH. A hipopneia, avaliada pela cânula nasal, é definida como uma redução de 30% na amplitude do fluxo respiratório, com duração maior ou igual a 10 segundos, associada a um despertar e dessaturação maior ou igual a 3% (Iber *et al.*, 2007). Um método alternativo de registro da hipopneia seria a redução do fluxo respiratório ≥30% acompanhada por queda de saturação maior ou igual a 4%, sem necessidade de microdespertar (Pevernagie *et al.*, 2020).

A avaliação do IAH vem demonstrando inconsistências, uma vez que seu cálculo sofreu modificações, por consequência das mudanças quanto à definição dos eventos respiratórios e da gravidade. Isso motivou a realização de alguns estudos de revisão que avaliaram o IAH de diferentes anos, e constataram a impossibilidade de comparação de estudos, pois o cálculo sofreu variação ao longo do tempo. Existe mais de uma definição de IAH, sendo os principais o IAH Chicago, estabelecido em 1999, depois o IAH Recomendado pela AASM em 2007 e depois o IAH Alternativo, também

definido pela AASM. Um estudo comparou IAH (Chicago), IAH (Recomendado) e IAH (Alternativo) nos mesmos pacientes e constatou uma diferença de duas a três vezes na gravidade da AOS quando comparado. O estudo ainda observou que 40% dos pacientes previamente classificados como positivos para AOS usando IAH (Chicago) foram negativos pelo IAH (Rec) e 25% negativo pelo IAH (Alt) (Ruehland *et al.*, 2009).

Entre as críticas ao IAH em relação à capacidade de diagnóstico da doença e de classificação da gravidade, foi constatado que a gravidade dos sintomas (sonolência e roncos) não era uniformemente proporcional a gravidade do IAH. Além disso, a gravidade dos desfechos cardiovasculares ou a mortalidade também não eram proporcionais ao IAH. Dessa forma, como o IAH é apenas um índice que contabiliza a frequência de eventos respiratórios, questiona-se por que ele vem sendo utilizado como único parâmetro para dar o diagnóstico, categorizar a gravidade e orientar a terapêutica, o que parece ser uma abordagem muito simplificada e ineficaz para prever risco de desfechos cardiovasculares (Martinez-Garcia *et al.*, 2023).

Infere-se que os riscos cardiovasculares da apneia obstrutiva do sono são diretamente relacionados aos episódios de dessaturação, reoxigenação e hipercapnia, evidenciando que mais importante do que quantificar a frequência de eventos obstrutivos seria quantificar a exposição e intensidade das dessaturações em cada evento como, por exemplo, o cálculo de um parâmetro novo denominado Carga Hipóxica (CH).

Com o objetivo de aprimorar a estratificação de risco da AOS, utilizando uma métrica que possa avaliar os riscos de desfechos graves, ao longo dos anos foram sendo propostas outras métricas como o T90 (tempo de saturação da oxiemoglobina abaixo de 90% do tempo total de sono), Saturação média de oxiemoglobina, Índice de Dessaturação de Oxigênio (IDO) e Carga Hipóxica (CH) (Martinez-Garcia *et al.*, 2023). A T90 é uma variável do tempo, a saturação média de oxiemoglobina no tempo total de sono leva em consideração a gravidade da dessaturação e o IDO é um índice que contabiliza a frequência de eventos. A CH, por sua vez, leva em consideração o tempo, a gravidade da dessaturação e a frequência de eventos, conseguindo, portanto, avaliar o fenômeno da hipoxemia na sua totalidade, tanto qualitativamente quanto quantitativamente (Martinez-Garcia *et al.*, 2023; Pinilla *et al.*, 2023).

O cálculo da CH é definido como a área sob a curva de saturação de oxigênio a partir de uma dessaturação basal de oxigênio pré-evento de apneia obstrutiva.

Depois de definir os eventos das apneias e hipopneias na polissonografia, considera-se como o “tempo zero” o final de cada evento e a partir desse ponto é criada uma janela de pesquisa para quantificar a área sob a curva de dessaturação para cada evento. O início da janela de pesquisa é definido como o ponto de saturação máxima pré-evento e o final da janela é o ponto de saturação máxima posterior ao “tempo zero” (Figura 1) (Martinez-Garcia *et al.*, 2023).

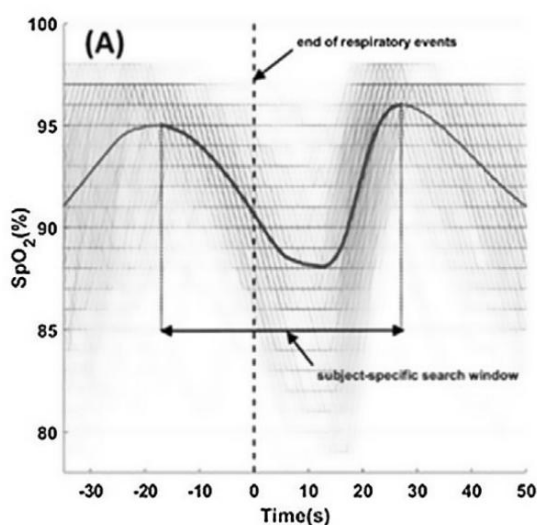


Figura 1– Janela de pesquisa da carga hipóxica.

Fonte: Martinez-Garcia *et al.* (2023).

Ao comparar duas métricas que ajudam a compor o cálculo da carga hipóxica, o tempo de saturação abaixo de 90% e a saturação média de oxigênio, com o IDO, índice que, assim como o IAH, leva em consideração apenas a frequência de eventos, foi visto que o IDO elevado não está associado aos desfechos graves como morte ou reinternação por insuficiência cardíaca. Esse achado sugere que os índices que levam em consideração apenas a frequência de eventos aparentemente não são capazes de avaliar a gravidade da doença (Huang *et al.*, 2023).

Sabe-se que AOS não tratada está associada a complicações cardiovasculares mais graves. Dentre os tratamentos preconizados, o aparelho de pressão positiva (PAP) segue sendo o tratamento padrão-ouro. O PAP tem impacto comprovado em relação a hipertensão, inflamação, disfunção endotelial e aterosclerose (De Paula Soares; Cavichio; Cahali, 2014; McEvoy *et al.*, 2016). No entanto, um dos desafios do

tratamento com o PAP é em relação à adesão dos pacientes, pois alguns pacientes não toleram a pressão positiva. Alguns estudos apontam que apenas 40 a 60% dos pacientes conseguem utilizar o aparelho a longo prazo (Rotenberg; Murariu; Pang, 2016).

Embora o PAP tenha efeito comprovado em vários fatores intermediários relacionados à cascata de alterações orgânicas, esse efeito em relação aos desfechos cardiovasculares permanecia controverso (Haba-Rubio *et al.*, 2019; Sánchez-de-la-Torre *et al.*, 2020). Estudos observacionais prospectivos demonstraram que o tratamento com PAP está associado a taxas de mortalidade menores (Peker *et al.*, 2016), porém os dados foram insuficientes para demonstrar um efeito positivo na prevenção cardiovascular secundária (Pinilla *et al.*, 2023).

Recentemente, um estudo de coorte avaliou participantes adultos inscritos no estudo contínuo *Phenotyping Mechanistic Pathways for Adverse Health Outcomes in Sleep Apnea* (PhenOSA). A AOS de alto risco foi recentemente classificada por uma resposta de frequência cardíaca alta ou alta carga hipóxica. O resultado foi que pacientes com AOS de alto risco tiveram ausência do descenso noturno da pressão arterial (Esmaeili *et al.*, 2025). Outra coorte igualmente recente, realizada com crianças com suspeita de AOS, teve o objetivo de avaliar as principais variáveis relacionadas a aumento de risco cardiovascular em crianças que é a Pressão Arterial Média (PAM) e a ausência de descenso noturno da pressão. Este estudo observou que crianças com CH >9,7%/min/h em crianças com AOS foram associados à ausência de descenso noturno e diminuição menor da PAM (Mediano *et al.*, 2025).

Além da estrita relação da CH com alterações de pressão, essa métrica vem sendo estudada como uma variável alternativa por ser um preditor de gravidade dos desfechos cardiovasculares (Azarbarzin *et al.*, 2020), e por ter a capacidade de estimar o risco de desenvolver Doença Cardiovascular (DCV) e estimar a mortalidade por todas as causas, sendo, provavelmente uma métrica mais fiel para estratificar os pacientes em relação à gravidade da AOS (Azarbarzin *et al.*, 2021).

Um estudo de coorte verificou que aumento da carga hipóxica estava relacionada ao aumento do risco de diversos desfechos. Neste estudo, um incremento de 1 desvio padrão na carga hipóxica esteve associado a um aumento significativo de 45% no risco de desenvolvimento de DCV grave incidente, de 33% no risco de qualquer evento cardiovascular, de 21% na mortalidade por todas as causas, de 47%

no risco de Doença Cerebrovascular (DCC) grave e de 42% no risco global de DCC (Labarca *et al.*, 2023).

Um trabalho recente avaliou duas coortes prospectivas, a primeira intitulada Osteoporotic Fractures in Men Study (MrOS) que estava fazendo estudo de Fraturas Osteoporóticas em Homens e a segunda chamada Estudo de Saúde do Sono e Coração (SHHS, Sleep Heart Health Study), um estudo de coorte prospectivo que examinou as consequências cardiovasculares dos distúrbios respiratórios do sono. Na primeira coorte, MrOs, foi observada uma associação significativa entre a carga hipóxica, aumento de mortalidade por DCV e aumento de mortalidade por todas as causas. Estes desfechos foram encontrados no quarto quintil (Q4) e quinto quintil (Q5), que era composto por pacientes com $CH \geq 53\% \text{min/h}$. No estudo SHHS, foi identificado aumento do risco apenas para mortalidade por DCV e não por todas as causas, porém no quinto quintil (Q5) com $CH \geq 88\% \text{min/h}$ (Azarbarzin *et al.*, 2019). Já o IAH por sua vez não foi associado a um aumento de mortalidade por DCV em nenhuma coorte (Azarbarzin *et al.*, 2019).

Outro estudo analisou os dados do ensaio International Study of Comparative Health Effectiveness with Medical and Invasive Approaches (ISAACC) que tinha como objetivo avaliar os benefícios do CPAP, inclusive na diminuição da mortalidade e benefícios cardiovasculares (Sánchez-de-la-Torre *et al.*, 2020), no seu *post hoc* observou que o grupo de pacientes com elevada carga hipóxica, ao utilizarem o CPAP, obtiveram diminuição de complicações cardiovasculares. Nos pacientes com carga hipóxica elevada (acima da mediana de $73\% \text{min/h}$), foi observado um aumento de mortalidade. Porém, ao estratificar o grupo em relação ao tempo de uso do subgrupo com uso de 4h ou mais do CPAP por noite não houve aumento de mortalidade. Outro ponto é que o grupo de pacientes com baixa carga hipóxica, por serem menos sintomáticos na maioria das vezes têm uma adesão mais baixa. Este estudo, no entanto, não encontrou nenhuma associação entre o tratamento com CPAP e a prevenção cardiovascular levando em consideração outras variáveis IAH ou outras métricas como o IDO ou o T90 (tempo de saturação de oxiemoglobina abaixo de 90) (Pinilla *et al.*, 2023). Outra crítica ao achado controverso é o fato de que no grupo com carga hipóxica baixa estão também os pacientes com carga hipóxica dentro da normalidade, que por consequência já não possuem risco aumentado pela carga hipóxica especificamente, então se houvesse uma estratificação em quartis talvez pudesse esclarecer melhor.

Recente estudo avaliou o prognóstico e os desfechos cardiovasculares de pacientes com AOS levando em consideração a carga hipóxica e os sintomas como sonolência diurna. Os resultados demonstraram que a CH elevada foi associada a um aumento na mortalidade cardiovascular, independentemente dos subtipos de sintomas. Paralelamente, o subtipo "excessivamente sonolento" apresentou risco significativamente maior de desenvolvimento de eventos cardiovasculares maiores (MACE, Major Adverse Cardiovascular Events), também de forma independente da CH, embora os pacientes com graus mais leves de sonolência diurna não tivessem apresentado um aumento linear do risco acima descrito (Mazzotti *et al.*, 2025).

Ainda sobre a relação entre sintomatologia e carga hipóxica, um estudo de coorte publicado em 2025 avaliou pacientes com AOS tratados com CPAP a relação entre o prejuízo residual da vigilância objetiva e a carga hipóxica e também a relação da fragmentação do sono e sonolência residual subjetiva. A sonolência subjetiva foi definida por uma pontuação ESS ≥ 11 e alerta objetivamente prejudicado definido pela *American Academy of Sleep Medicine* como o limite de latência média do sono de 40 minutos. Este estudo observou que a Carga hipóxica elevada está associada à vigilância objetiva residual prejudicada e a fragmentação do sono está associada à sonolência subjetiva residual (Tankéré *et al.*, 2025).

Em relação às alternativas de tratamento para AOS para pacientes com baixa adesão aos PAPs, diversas técnicas cirúrgicas foram sendo desenvolvidas e aprimoradas, sendo uma das primeiras que revolucionou o cenário a Uvulopalatofaringoplastia (UPFP), chegando a se tornar a técnica mais utilizada no mundo (Fujita *et al.*, 1981; Rodenstein, 1992) Estudos mostravam que era uma técnica bem-sucedida apenas pacientes com tonsilas palatinas hipertróficas e mallampati modificado baixo (estadio de Friedman I), quando apresentava taxa de sucesso de 81%, porém esse grupo de pacientes representa apenas 10% do total de apneicos. Neste estudo de Friedman, observou-se sucesso cirúrgico de 38,1% em Friedman II e de 8,1% em Friedman III, elucidando os baixos índices de sucesso cirúrgico nos apneicos em geral (Friedman; Ibrahim; Bass, 2002).

Devido aos resultados desanimadores da UPFP para a maioria dos pacientes apneicos, estudos foram sendo desenvolvidos com objetivo de esclarecer com mais detalhes a topografia mais comum de colapso da via aérea superior, a fim de melhorar a técnica cirúrgica. Estudos investigaram a topografia do colapso e conseguiram

descrever mais detalhadamente o papel crucial da parede lateral da faringe no mecanismo de colapso da apneia obstrutiva (Dantas *et al.*, 2012; Huon *et al.*, 2016; Schwab *et al.*, 1993).

Para atuar sobre estes aspectos topográficos e fisiopatológicos da AOS, uma das propostas cirúrgicas é a FL (Cahali, 2003), que consiste na reconstrução da parede lateral da faringe pela miotomia de seus músculos constritores superiores da faringe e do músculo palatofaríngeo com sutura dos retalhos lateralmente pediculados ao músculo palatoglosso (Cahali *et al.*, 2004). Essa abordagem reduz significativamente a tensão constritora das paredes laterais da faringe, permitindo a sua expansão latero-lateral e anteroposterior, além do aumento da tração caudal da faringe pelo posicionamento dos retalhos (De Paula Soares; Cavichio; Cahali, 2014).

Estudos mais recentes publicados demonstraram uma taxa de sucesso de 70% com a FL, resultando em uma redução estatisticamente significativa do Índice de Apneia-Hipopneia (IAH), bem como aumento da saturação mínima e média de oxihemoglobina (SatO₂) (Elzayat *et al.*, 2020). Outro estudo que avaliou os resultados polissonográficos e os fenótipos após faringoplastia lateral também encontrou resultados semelhantes e ainda observaram que um IAH durante o sono REM (IAHrem) inferior a 20 eventos por hora no pré-operatório estava positivamente correlacionado com o sucesso cirúrgico (Mendes *et al.*, 2023).

Algumas características anatômicas ainda eram tema de discussão se poderiam interferir na eficácia e taxa de sucesso da cirurgia. Outros estudos, então, avaliaram as alterações craniofacial, tanto clinicamente quanto com Cefalometria, em pacientes submetidos à FL e constataram que embora não houvesse uma contraindicação ao procedimento e apesar de ser uma cirurgia de partes moles em que não há manipulação do esqueleto craniofacial, a retrusão maxilomandibular não aumentou o insucesso cirúrgico. Esses estudos também encontraram uma taxa de sucesso de aproximadamente 70% dos pacientes, independente dessas características anatômicas (Solcia-Filho *et al.*, 2023; Zanco *et al.*, 2024).

No entanto, todos estes estudos utilizaram como parâmetro de sucesso cirúrgico o critério de Sher que foi proposto em 1996 por um estudo pequeno sem caso-controle e que definiu que o sucesso cirúrgico seria alcançado caso o Índice de Apneia (IA) tivesse uma queda maior ou igual a 50% (Sher; Schechtman; Piccirillo, 1996).

Recentemente foi publicado um estudo com objetivo de avaliar a eficácia dos

aparelhos intraorais de avanço mandibular em relação a sua capacidade de diminuição da carga hipóxica. O ponto de corte da CH utilizado foi de 60%min/h. A média basal da CH foi avaliada nos pacientes com AOS leve, moderada e grave e visto que o percentual de pacientes em cada grupo com valores acima do corte de 60%min/h era, respectivamente 0%, 19% e 94%. No resultado, esses valores foram reduzidos para 0%, 0% e 15%, respectivamente. Para toda a população, a eficácia terapêutica foi de 78% usando o índice de apneia-hipopneia <10 eventos/h como critério de resposta e 95% usando *Sleep Apnea-Specific Hypoxic Burden* (SASHB) <60%min/h como critério (Mosca; Grosse; Remmers, 2025).

Como dito anteriormente, o IA deu lugar ao IAH que incluiu a hipopneia. O critério de Sher então foi adaptado. Agora para definir sucesso cirúrgico o IAH deveria, além de sofrer uma queda de 50% ser grau leve, que na época era caracterizado por um IAH menor que 20, antiga classificação de gravidade da AOS. Hoje a classificação de leve é menor que 15, porém o critério de Sher permanece inalterado. Além disso, o estudo original de Sher foi feito com pacientes submetidos a UPFP e não com a FL (Ruehland *et al.*, 2009).

Esses estudos sugerem que o IAH parece não ser capaz de avaliar o prognóstico em relação a gravidade nem estratificar o risco de eventos cardiovasculares graves, a carga hipóxica vem sendo uma alternativa, pois tem se mostrado ser uma métrica mais eficaz para prever morbidade e mortalidade (Blanchard *et al.*, 2020).

Diante do exposto, uma hipótese lógica e razoável é que a CH pode trazer informações importantes sobre prognóstico e o real benefício da FL. Ainda não há estudos sobre qual a melhor métrica ou parâmetro a ser utilizado especificamente para definir sucesso cirúrgico da FL em relação à redução de risco de desfechos graves.

Após fazer uma revisão da literatura, não foi encontrado nenhum estudo que faça uma avaliação da carga hipóxica nos pacientes apneicos submetidos a cirurgia de FL para o tratamento da AOS. Não há dados na literatura que expliquem a razão de pacientes classificados como insucesso cirúrgico (critério de Sher) também podem ter melhora sintomática importante, como por exemplo com redução da sonolência excessiva diurna.

Diante da importância que a carga hipóxica vem tomando nos últimos anos, entendemos haver uma necessidade de investigar o comportamento da carga hipóxica em paciente com AOS submetidos à FL e verificar se este perfil de pacientes com melhora sintomática e com uma diminuição pequena do IAH, apresenta diminuição da frequência dos eventos com uma queda mais significativa do tempo de duração de cada evento e da intensidade de dessaturação, repercutindo numa queda considerável da carga hipóxica.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo primário

Analisar a evolução da carga hipóxica dos pacientes com apneia obstrutiva do sono submetidos à faringoplastia lateral.

2.2 Objetivos secundários

- Comparar o comportamento da carga hipóxica entre os grupos com sucesso e insucesso cirúrgico, segundo o critério de Sher.
- Comparar os parâmetros polissonográficos pré e pós-operatório.
- Explorar a relação entre a carga hipóxica e o índice de apneia e hipopneia como marcadores de resposta cirúrgica.

3 MÉTODOS

3.1 Delineamento do Estudo

O presente estudo consistiu em uma pesquisa observacional, analítica, longitudinal, com desenho misto retrospectivo e prospectivo. O objetivo foi analisar a evolução da carga hipóxica em pacientes adultos com Apneia Obstrutiva do Sono (AOS) submetidos à cirurgia de faringoplastia lateral, por meio da comparação dos dados polissonográficos obtidos no período pré e pós-operatório.

3.2 Local da pesquisa

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica de Campinas, sob o número CAAE 83167724.7.0000.5481 (Anexo 1), e foi conduzida no Hospital PUC-Campinas, especificamente no Ambulatório de Otorrinolaringologia, junto ao serviço de Medicina do Sono.

3.3 População

A população do estudo foi composta por pacientes adultos (≥ 18 anos), diagnosticados com AOS, definidos por índice de apneia-hipopneia (IAH) ≥ 5 eventos/hora, que foram submetidos à faringoplastia lateral versão 6, executada e/ou supervisionada pelo mesmo otorrinolaringologista, especialista em medicina do sono, e com experiência em cirurgia da AOS, chefe do serviço de Medicina do Sono da Otorrinolaringologia, entre os anos de 2016 e 2025.

Considerando o caráter inédito da avaliação da carga hipóxica após faringoplastia lateral e a ausência de estudos prévios que permitissem estimar adequadamente o tamanho do efeito esperado, não foi realizado cálculo amostral prévio. A amostragem foi obtida por conveniência, incluindo todos os pacientes que preencheram os critérios de elegibilidade estabelecidos, especialmente com dados polissonográficos completos para o adequado cálculo da carga hipóxica e que consentiram em participar da pesquisa.

Os pacientes que receberam a indicação cirúrgica foram os pacientes com falha na adesão ao PAP, com Índice de Massa Corporal (IMC) <35 , não amigdalectomizados e que não possuíam contraindicação clínica ou risco cirúrgico aumentado (Figura 2).

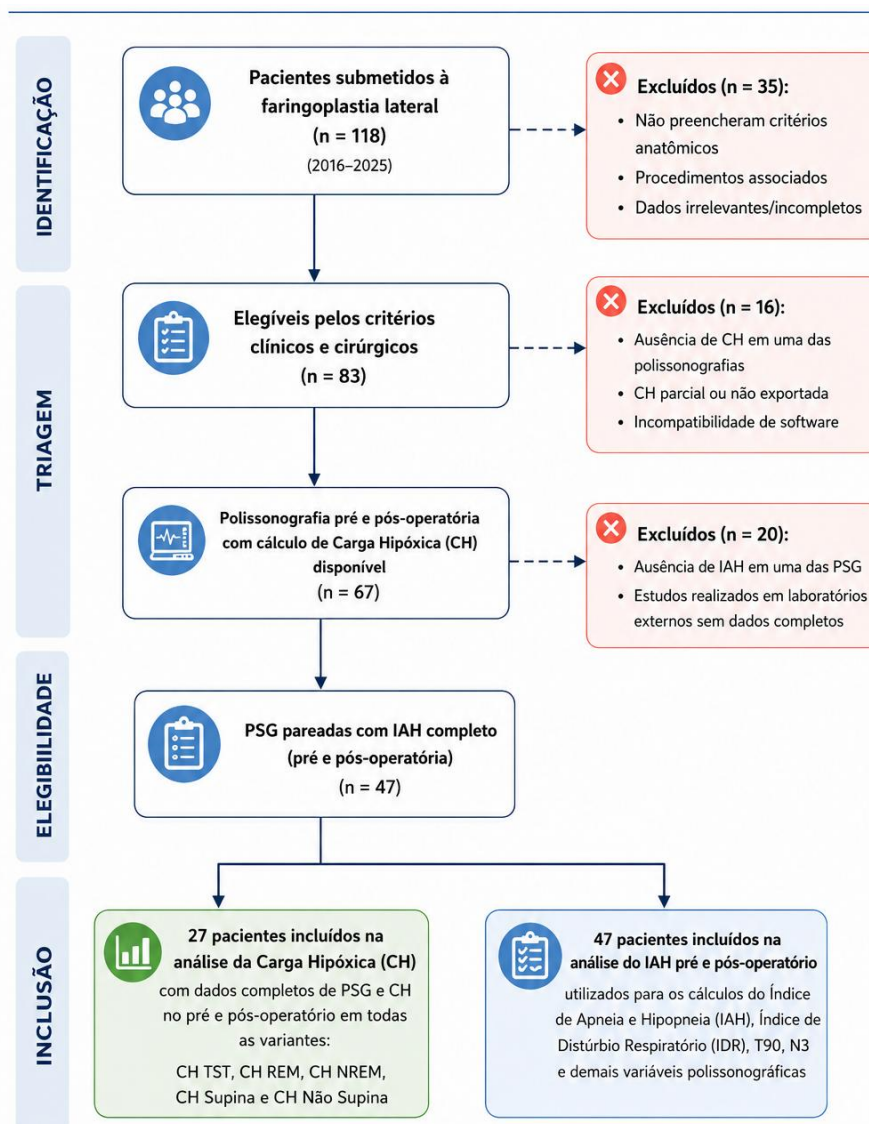


Figura 2 – Seleção da amostra.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

3.3.1 Critérios de inclusão

a) Presença de sintomas diurnos e noturnos de distúrbios respiratórios obstrutivos do sono;

b) Realização de polissonografia de noite inteira pré-operatória (tipo I) e/ou pós-operatória com pelo menos seis meses de intervalo entre pré e pós;

c) Má adesão ao CPAP ou recusa ao uso do CPAP;

d) Ter sido submetido a faringoplastia lateral*;

e) Idade igual ou superior a 18 anos.

* Indicado em pacientes com IMC<35, presença de tonsilas palatinas e que não possuíam contraindicação clínica ou risco cirúrgico aumentado.

3.3.2 Critérios de exclusão

a) Polissonografias sem registro de saturação de oxigênio/carga hipóxica;

b) Pacientes que perderam seguimento;

c) Cirurgia orofaríngea prévia;

d) Pacientes que utilizavam medicações miorelaxantes ou que atuam no sistema nervoso central;

e) Portadores de hipotireoidismo não tratados;

f) Versão do software da polissonografia incompatível com o Sleepware G3.

3.4 Levantamento de dados

Os pacientes elegíveis foram incluídos na pesquisa conforme os critérios de inclusão e exclusão, observando-se os procedimentos éticos aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa. Os dados necessários para o estudo foram obtidos mediante revisão dos prontuários, com coleta de informações sobre dados antropométricos, sintomas de AOS, presença de comorbidades, uso de medicamentos e histórico de tratamentos prévios. Também foram coletados dados relativos ao exame físico e dados polissonográficos completos, como IAH, IDR, N3, T90, CH TST, CH REM, CH NREM, CH supina e CH não supina.

Os pacientes com indicação da faringoplastia lateral, seguiram o protocolo assistencial do serviço e realizaram o exame da polissonografia de noite inteira (TIPO

1), todos no mesmo laboratório do sono e laudados pelo mesmo médico pneumologista especialista em medicina do sono, antes da cirurgia e no mínimo seis meses após a cirurgia.

O cálculo da carga hipóxica não era realizado rotineiramente nos laudos polissonográficos antes do segundo semestre de 2023 ou início de 2024, por se tratar de uma métrica relativamente nova. Dessa forma, os exames anteriores foram reprocessados em software compatível para obtenção dessa variável, quando tecnicamente possível.

Em relação à análise polissonográfica, os dados foram processados utilizando o software SleepWare G3, para cálculo da carga hipóxica. A partir disso, esses dados polissonográficos foram incluídos na coleta e análise.

3.5 Cálculo da Carga Hipóxica

Para o cálculo da carga hipóxica, é necessário que os eventos de apneia e hipopneia estejam devidamente identificados na polissonografia. Ao final de cada evento, define-se o chamado “tempo zero”. A partir desse ponto, cria-se uma janela de pesquisa para quantificar a área sob a curva de dessaturação para cada evento, sendo o início da janela definido pelo ponto de saturação máxima pré-evento e o término pelo ponto de saturação máxima posterior ao “tempo zero” (Figuras 1 e 3) (Martinez-Garcia *et al.*, 2023).

Existem apenas dois programas validados que incluem o cálculo da carga hipóxica. Para a realização do cálculo neste estudo, foi utilizado o software SleepWare G3, da Resironics (Philips). Os exames antigos de polissonografia foram reprocessados no programa a fim de calcular a CH. Dessa forma, uma condição indispensável para o cálculo nos exames antigos foi que a polissonografia tivesse sido realizada em versão compatível com o programa citado.

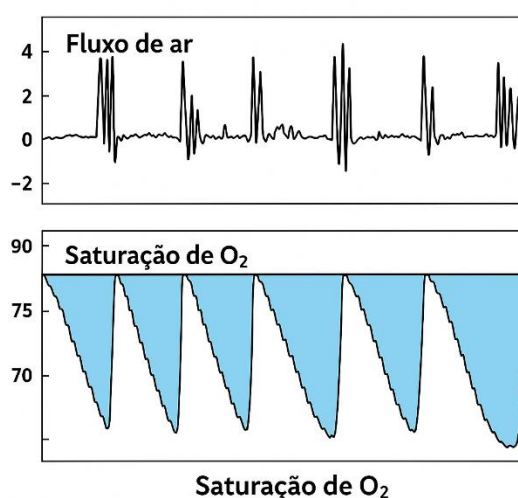


Figura 3 – Curvas do fluxo de ar e da saturação de oxigênio.

Fonte: Elaborada pelo autor (2026). Criado por IA, ChatGPT 4.

Inicialmente, os pacientes foram analisados em dois momentos, pré-operatório e pós-operatório, de forma que cada paciente foi utilizado como seu próprio controle. Dessa forma, foi possível avaliar diversos parâmetros polissonográficos pré e pós-operatórios, dentre eles os estágios do sono N1, N2, N3 e REM, IAH, tempo de saturação abaixo de 90% e carga hipóxica.

Em um segundo momento, os pacientes foram classificados em dois grupos, conforme o sucesso ou insucesso cirúrgico, utilizando os critérios de Sher. Pacientes com redução de pelo menos 50% do IAH e com IAH pós-operatório menor que 20 foram classificados como sucesso cirúrgico. A evolução da carga hipóxica foi avaliada e analisada tanto no grupo de sucesso quanto no de insucesso cirúrgico.

3.6 Técnica cirúrgica da faringoplastia lateral versão 6

A técnica da cirurgia orofaríngea utilizada neste trabalho foi a FL na sua versão 6, que consiste em alguns passos descritos a seguir. Após a amigdalectomia com preservação do m. palatofaríngeo, remove-se um triângulo miomucoso na área supratonsilar para aumentar a exposição da loja amigdaliana (Figura 4). Miotomia do m. constritor superior da faringe na sua porção cranial (Figura 5). Separação do

músculo palatofaríngeo do músculo constritor superior da faringe, confeccionando um retalho miomucoso (Figura 6). O retalho é reposicionado com três suturas Donatti entre o m. palatofaríngeo e o m. palatoglosso, abrangendo o m. constritor da faringe (Figura 7). Faz-se a miotomia da porção caudal do m. palatofaríngeo (Figura 8). Fecham-se as suturas no retalho e é feita uma incisão de alívio vertical entre a parede lateral e posterior da orofaringe, junto ao retalho palatofaríngeo. (Figura 9). Todos os passos são repetidos no lado oposto. O aspecto final pode ser visto na Figura 10.

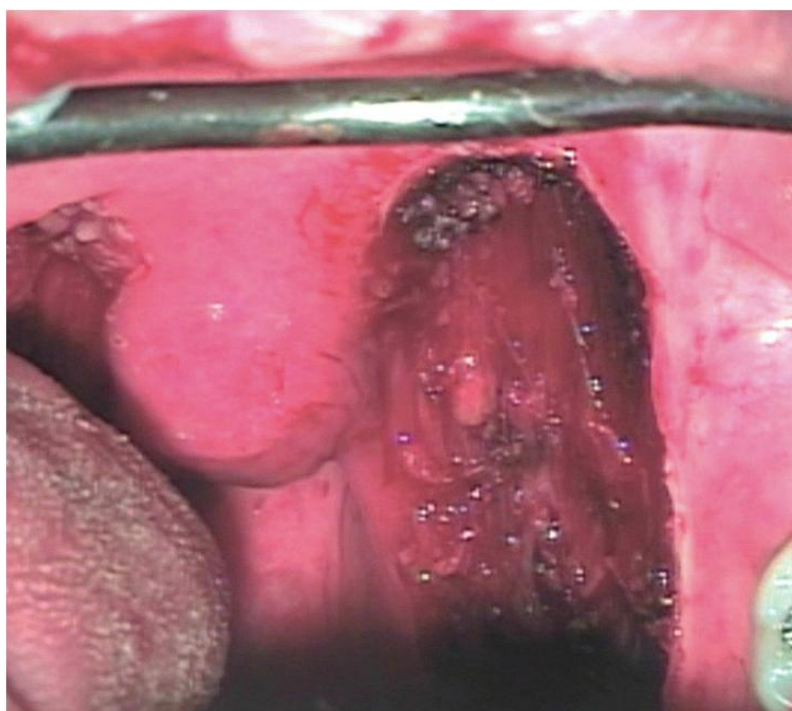


Figura 4 – Faringoplastia lateral: exposição após a remoção do tecido supratonsilar esquerdo.

Fonte: Pignatari e Anselmo-Lima (2018).

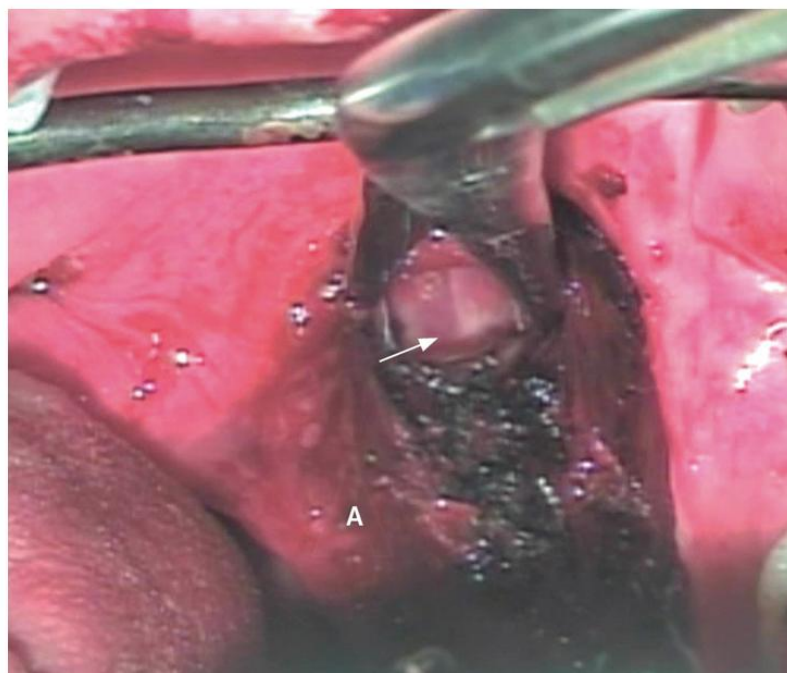


Figura 5 – Faringoplastia lateral: elevação do constritor superior da fáscia bucofaríngea (seta). (A) músculo palatofaríngeo.

Fonte: Pignatari e Anselmo-Lima (2018).

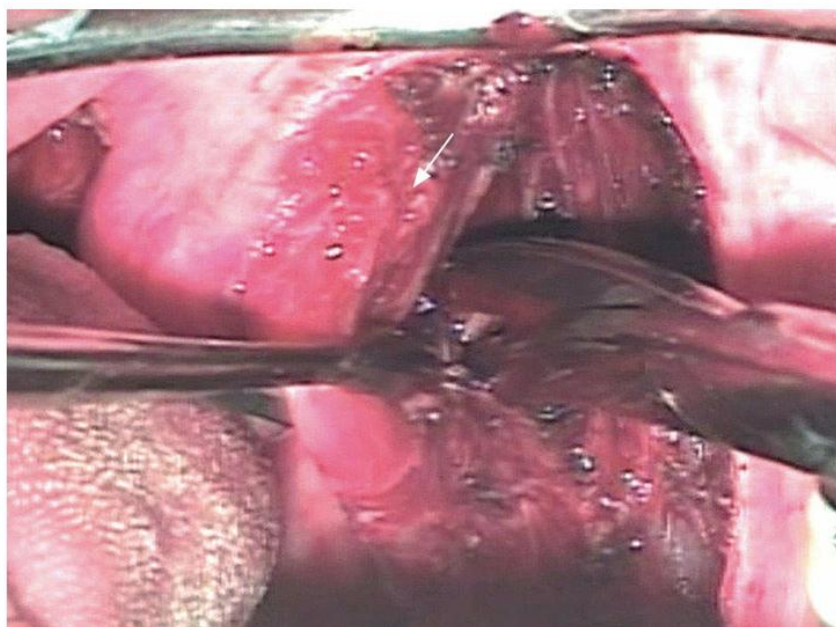


Figura 6 – Faringoplastia lateral: separação entre os músculos palatofaríngeo e constritor superior da faringe. A tesoura está entre os dois músculos. Seta: retalho palatofaríngeo.

Fonte: Pignatari e Anselmo-Lima (2018).

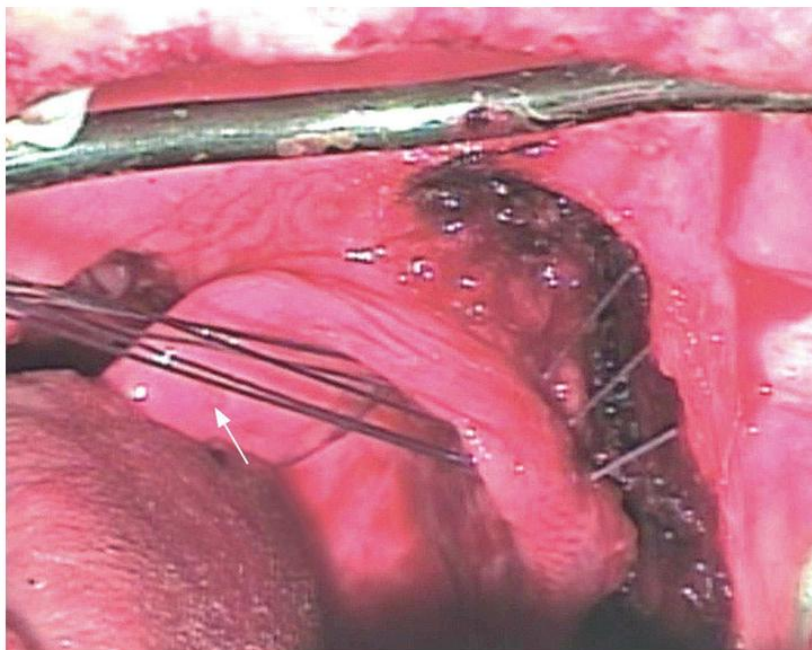


Figura 7 – Faringoplastia lateral: sutura do retalho palatofaríngeo na parede lateral da faringe. Seta: úvula.

Fonte: Pignatari e Anselmo-Lima (2018).

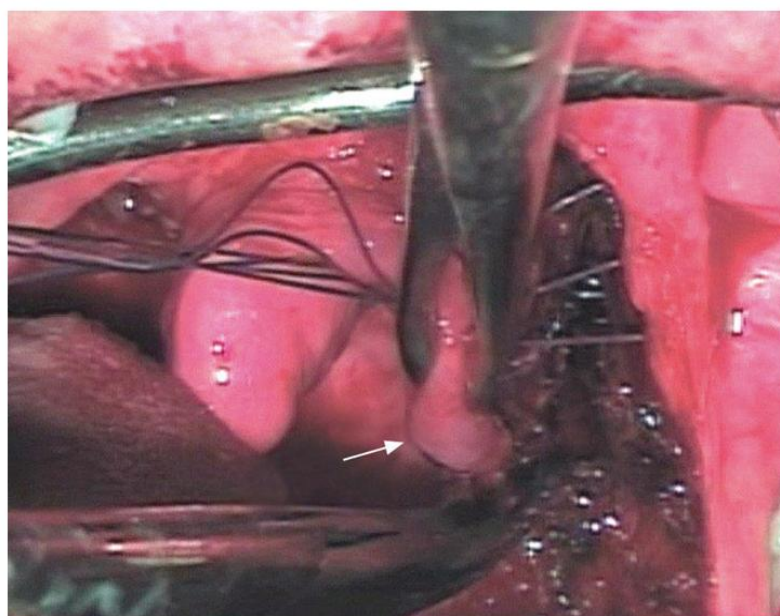


Figura 8 – Faringoplastia lateral: miotomia do retalho palatofaríngeo. Seta: retalho palatofaríngeo.

Fonte: Pignatari e Anselmo-Lima (2018).

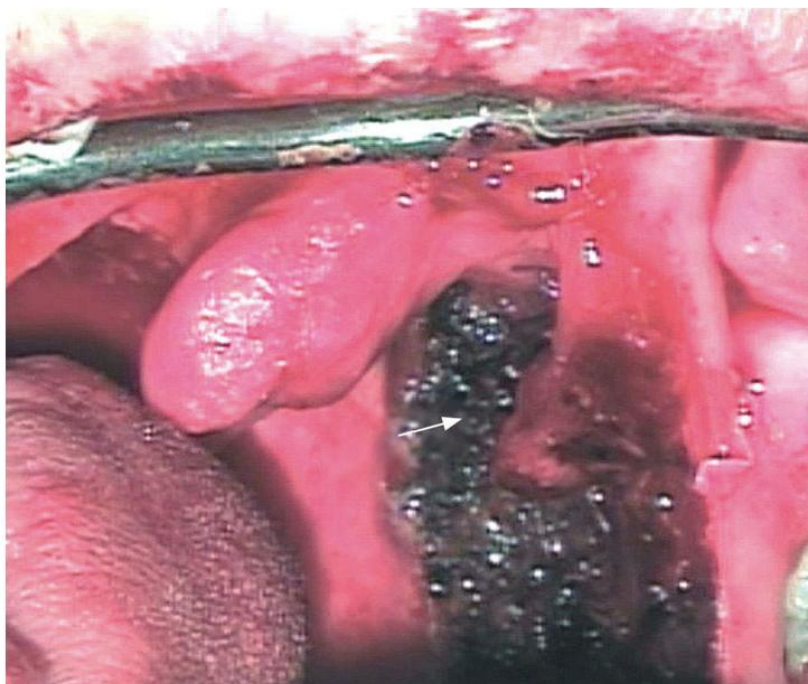


Figura 9 – Faringoplastia lateral: incisão vertical de alívio, junto ao retalho palatofaríngeo. Seta: área da incisão.

Fonte: Pignatari e Anselmo-Lima (2018).

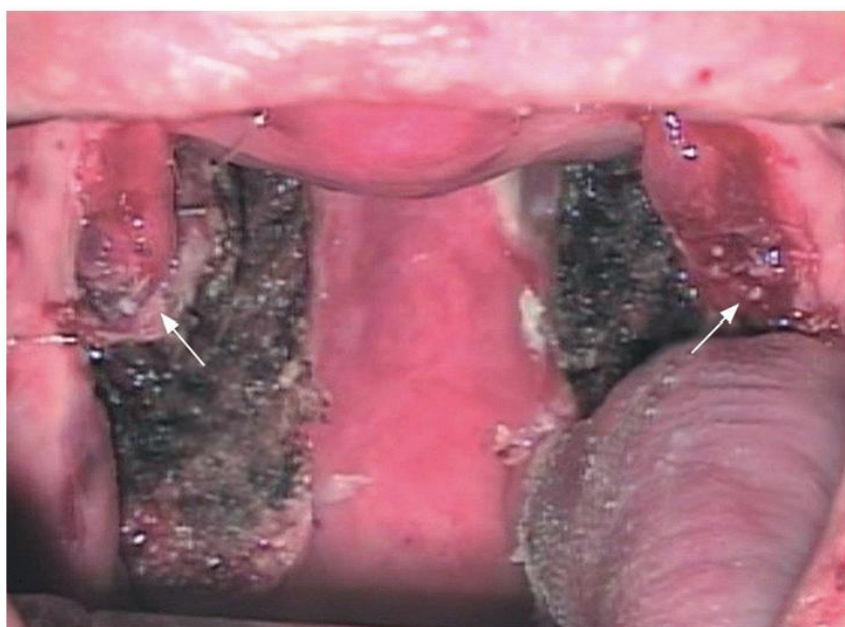


Figura 10 – Faringoplastia lateral: aspecto final. Setas: retalhos palatofaríngeos. A úvula, preservada, está dobrada anteriormente.

Fonte: Pignatari e Anselmo-Lima (2018).

3.7 Análise estatística

Para descrever o perfil da amostra, foram elaboradas tabelas de frequência para as variáveis categóricas, com valores absolutos (n) e percentuais (%), e medidas de posição e dispersão para as variáveis numéricas. Para a comparação de proporções, foi aplicado o teste exato de Fisher. Para a comparação das variáveis numéricas entre dois grupos independentes, utilizou-se o teste de Mann-Whitney. Já para a comparação dos parâmetros entre os momentos pré e pós-operatório, foi aplicado o teste de Wilcoxon para amostras relacionadas. O nível de significância adotado foi de 5% (Mager, 1973).

Como não foi possível fazer o cálculo amostral prévio devido ao ineditismo da avaliação da CH após FL, optou-se por fazer uma análise complementar posterior da magnitude do efeito para as comparações realizadas. A magnitude do efeito para as comparações realizadas pelo teste de Wilcoxon foi estimada por meio da correlação rank-biserial (r_{rb}), medida apropriada para testes não paramétricos baseados em ranks. Para interpretação da magnitude do efeito, foram utilizados os seguintes pontos de corte: 0,1 = pequeno efeito; 0,3 = efeito moderado; 0,5 = grande efeito. O programa computacional utilizado nas análises foi o SAS System for Windows (Statistical Analysis System), versão 9.4.

4 RESULTADOS

Este estudo, após levantamento de prontuários, encontrou um total de 118 pacientes submetidos à faringoplastia lateral para tratamento da AOS entre 2016 e 2025, nos quais foi utilizada a técnica em sua última versão 6.

Após a aplicação dos critérios de inclusão previamente definidos, foram identificados 83 participantes para os quais foi possível fazer uma análise apenas parcial. Destes, em 67 foi possível calcular CH pré e/ou pós-operatória. Para a análise pareada do IAH, foram identificados 47 pacientes com valores pré e pós-operatório. No entanto, após análise minuciosa, foi possível realizar a avaliação completa pareada da CH, tanto do pré quanto do pós-operatório, em 27 participantes.

Inicialmente, foi realizada análise descritiva do perfil da amostra, em relação às variáveis do estudo. Observou-se predomínio do sexo masculino (82,2%). A mediana da idade no pré-operatório foi de 36 anos (13,00–54,00) e, no pós-operatório, de 38 anos (23,00–58,00). A média do IMC no pré foi de $29,15 \pm 3,21$. Em relação ao IAH, observou-se uma mediana de 39,00 (5,20–114,50), valor que classifica a AOS como grave, pois foi maior que 30 (Tabela 1). A CH, por sua vez, avaliada pela métrica CH TST, apresentou uma mediana de 107,0.

Tabela 1 – Caracterização descritiva da amostra estudada: características clínicas, antropométricas, respiratórias polissonográficas.

Variável	Pré-operatório		
	Média±DP ou %	N	Mediana (mín–máx)
Idade (anos)	35,93±9,78	29	36,00 (13,00–54,00)
IMC (kg/m ²)	29,15 ± 3,21	16	29,13 (23,55–34,90)
GTP normotróficas (I/II)	67,44%	43	
GTP hipertróficas (III/IV)	32,56%	43	
Friedman I	31,0%	42	
Friedman II	31,0%	42	
Friedman III	38,0%	42	
T90(%)	11,63±18,09	53	5,70 (0,00-84,00)
IAH	44,65±28,68	63	39,00 (5,20-114,50)
IDR	47,52±29,68	43	42,20 (6,10-105,00)
CH TST	161,82±150,31	43	107,0 (9,40-659,20)
CH REM	211,79±246,53	42	135,70 (0,00-1117,80)
CH NREM	144,84±127,03	43	97,20 (9,70-449,40)
CH supina	213,68±168,19	42	168,60 (0,00-747,20)
CH não supina	117,39±153,26	42	40,05 (0,00-667,70)

Nota: CH NREM: Carga Hipóxica no sono não REM; CH REM: Carga Hipóxica no sono REM; CH TST: Carga hipóxica no tempo total de sono; CH: Carga Hipóxica; GTP: Grau de Tonsilas Palatinas de acordo com classificação de Brodsky; IAH: Índice de Apneia e Hipopneia; IDR: Índice de Distúrbio Respiratório; IMC: Índice de Massa Corporal; T90: Percentual do tempo total de sono com saturação de oxigênio <90%.

Fonte: Elaborada pelo autor (2026).

Em relação ao perfil de comorbidades, segundo os dados levantados, havia 26,1% de pacientes com hipertensão arterial sistêmica, 4,3% com diabetes mellitus e 4,3% com tireoidopatia (Tabela 2).

Tabela 2 – Caracterização descritiva da amostra estudada: Distribuição por gênero, comorbidades e sucesso cirúrgico (critério de Sher).

Variável	n	%
Sexo masculino	48	82,8
Sexo feminino	10	17,2
Hipertensão arterial sistêmica	6	26,1
Diabetes mellitus	1	4,3
Tireoidopatia	1	4,3
Sucesso cirúrgico	26	55,3
Insucesso cirúrgico	21	44,7

Fonte: Elaborada pelo autor (2026).

Na análise descritiva dos dados pré e pós-operatório, observou-se uma redução estatisticamente significativa do IAH e do IDR após a faringoplastia lateral, com redução da mediana do IAH de 33,8 para 12,3 ($p<0,0001$) e do IDR de 33,6 para 15,6 ($p<0,0001$) (Tabela 3). O boxplot (Gráfico 1) mostra não apenas a redução da mediana, mas também a diminuição da dispersão dos valores pós-operatórios, sugerindo uma maior homogeneidade da resposta após a intervenção cirúrgica. Ao aplicar os critérios de sucesso cirúrgico de Sher, identificamos que 55,3% apresentaram sucesso (Tabela 2).

Tabela 3 – Comparação das variáveis respiratórias polissonográficas entre os momentos pré e pós-operatório.

1 de 2

Variável	Pré-operatório		Pós-operatório		Δ		p-valor (Δ)
	Média $\pm$ DP	Mediana (mín-máx)	Média $\pm$ DP	Mediana (mín-máx)	Média $\pm$ DP	Mediana (mín-máx)	
T90 (N=38)	10,9 $\pm$ 19,9	5,0 (0-84,0)	4,9 $\pm$ 11,1	0,20 (0-43,50)	-5,9 $\pm$ 21,1	-1,5 (-84,0-37,1)	0,0018
IAH (N=47)	39,7 $\pm$ 25,3	33,8 (5,2-114,5)	18,9 $\pm$ 20,1	12,3 (0,3-91,2)	-20,8 $\pm$ 22,5	-17,2 (-74,6-23,3)	<0,0001
IAH REM (N=27)	42,7 $\pm$ 30,3	33,4 (0,0-96,0)	16,7 $\pm$ 16,0	13,4 (0,0-68,8)	-26,0 $\pm$ 33,0	-16,7 (-94,4-21,4)	0,0004
IAH NREM (N=27)	44,4 $\pm$ 37,4	33,1 (4,8-172,0)	19,2 $\pm$ 23,7	6,6 (0,0-94,4)	-25,2 $\pm$ 35,7	-13,9 (-169,6-9,0)	<0,0001
IAH Supino (N=27)	58,8 $\pm$ 30,4	54,4 (8,1-117,7)	31,7 $\pm$ 31,8	28,3 (0,0-105,0)	-27,1 $\pm$ 31,4	-24,5 (-83,7-42,0)	0,0002

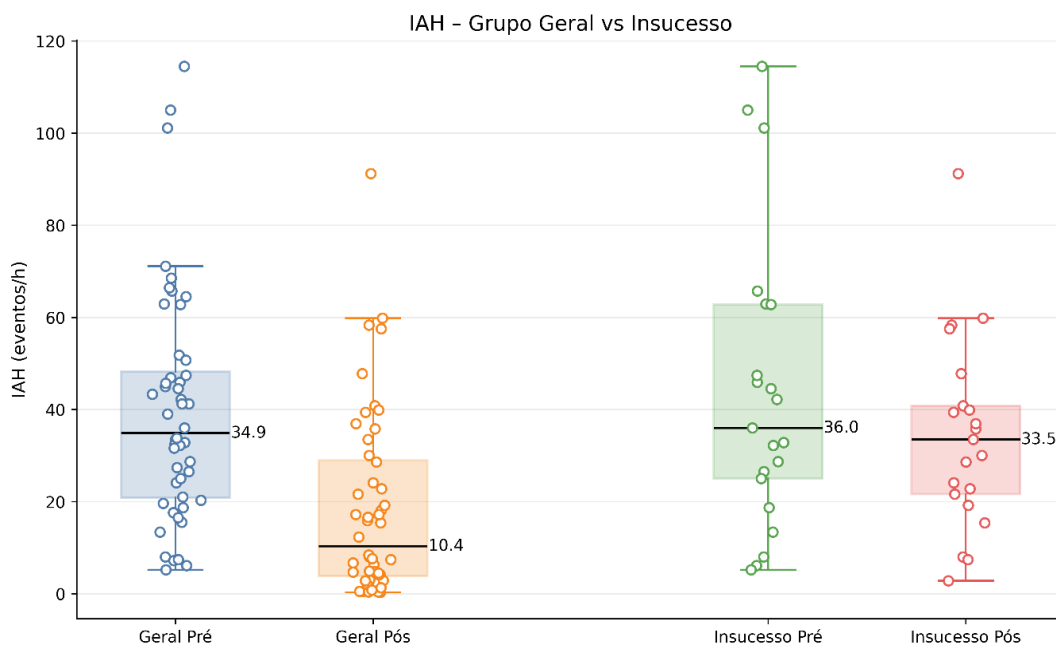
Tabela 3 – Comparação das variáveis respiratórias polissonográficas entre os momentos pré e pós-operatório.

2 de 2

Variável	Pré-operatório		Pós-operatório		Δ		p -valor ² (Δ)
	Média $\pm$ DP	Mediana ¹ (mín-máx)	Média $\pm$ DP	Mediana ¹ (mín-máx)	Média $\pm$ DP	Mediana ¹ (mín-máx)	
IDR (N=27)	40,5 $\pm$ 25,3	33,6 (6,1–105,00)	21,6 $\pm$ 22,59	15,6 (0,5-91,2)	-18,9 $\pm$ 20,1	-12,8 (-64,4–11,90)	<0,0001
CH TST (N=27)	125,1 $\pm$ 117,9	97,1 (9,4-482,5)	55,9 $\pm$ 77,3	35,00 (0,40–359,20)	-69,3 $\pm$ 84,7	-53,1 (-424,0–24,6)	<0,0001
CH NREM (N=27)	111,5 $\pm$ 100,0	85,1 (9,7-449,4)	56,5 $\pm$ 81,2	32,3 (0–353,40)	-55,0 $\pm$ 55,8	-47,1 (-236,3–20,90)	<0,0001
CH supina (N=27)	170,0 $\pm$ 121,6	158,2 (0–553,70)	84,6 $\pm$ 113,20	44,4 (0–481,80)	-86,0 $\pm$ 95,7	-91,1 (-317,3–121,40)	<0,0001
CH não supina (N=27)	99,4 $\pm$ 129,8	39,4 (0,30–667,7)	37,2 $\pm$ 72,5	12,1 (0–352,80)	-62,3 $\pm$ 129,8	-15,5 (-634,0–22,50)	<0,0001

Nota: ¹ Distribuição não paramétrica; ² p -valor: Significância estatística $p < 0,05$. Δ : diferença entre pós-operatório e pré-operatório (pós-pré). CH: Carga Hipóxica; CH NREM: Carga Hipóxica durante o sono não REM. Comparação realizada pelo teste de Wilcoxon para amostras pareadas; CH REM: Carga hipóxica durante o sono REM; CH TST: Carga Hipóxica durante o Tempo Total de Sono; IAH: Índice de Apneia e Hipopneia; IDR: Índice de Distúrbio Respiratório; T90: Percentual do tempo total de sono com saturação de oxiemoglobina inferior a 90%.

Fonte: Elaborada pelo autor (2026).

**Gráfico 1** – Boxplot com pontos de dispersão: redução do IAH nos grupos geral e insucesso pelo critério de Sher.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

A carga hipóxica foi analisada em cinco situações diferentes: durante o tempo total de sono (CH TST), durante o sono REM (CH REM), durante o sono não REM (CH NREM), na posição supina (CH supina) e na posição não supina (CH não supina). Em todas as cinco situações houve redução significativa da mediana da CH, com a CH TST caindo de 97,1 para 35,0 ($p<0,0001$), a CH REM de 107,9 para 16,5 ($p<0,0001$), a CH NREM de 85,1 para 32,3 ($p<0,0001$), a CH supina de 158,2 para 44,4 ($p<0,0001$) e a CH não supina de 39,4 para 12,1 ($p<0,0001$) (Tabela 3). O Gráfico 2 mostra que no grupo geral além da queda da mediana no pós-operatório houve um deslocamento global da distribuição para valores mais baixos, reforçando a magnitude do efeito observado.

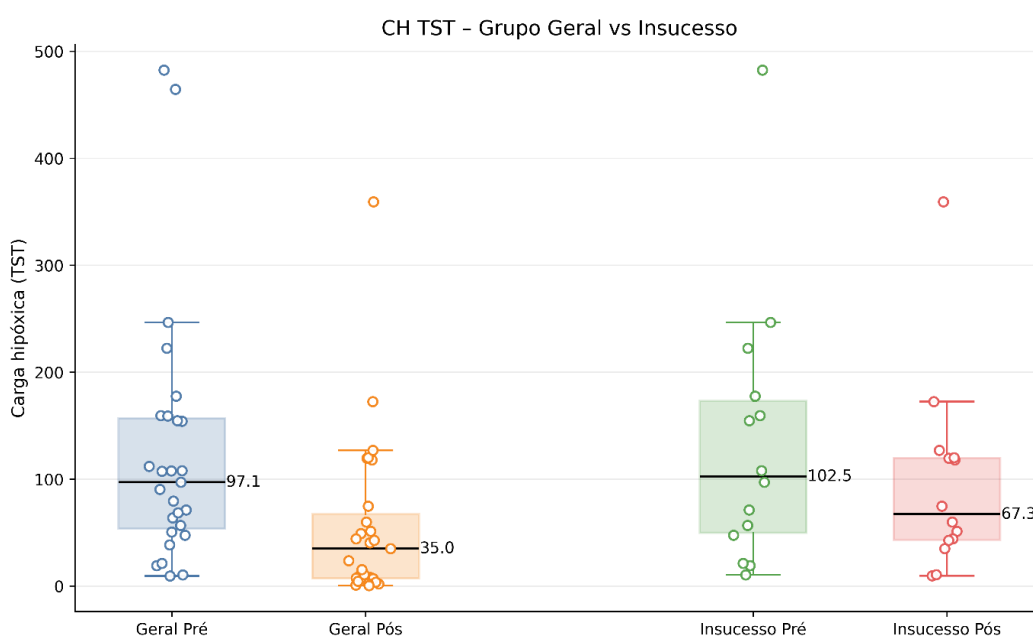


Gráfico 2 – Boxplot com pontos de dispersão: Redução da CH TST nos grupos geral e insucesso pelo critério de Sher.

Fonte: Elaborada pelo autor (2026).

Observou-se que o grupo de sucesso cirúrgico apresentou maior magnitude de redução da carga hipóxica no pós-operatório. Foi então realizada análise comparativa entre os grupos de sucesso e insucesso cirúrgico, identificando-se que, na variável Δ (diferença pós – pré) das variáveis N3 ($p=0,3198$), CH REM ($p=0,7381$) e CH não supina ($p=1,0000$), não houve diferença estatisticamente significativa, o que sugeriu que essas variáveis poderiam ter apresentado comportamento semelhante nos dois grupos (Tabela 4).

Tabela 4 – Comparação das variáveis polissonográficas e antropométrica entre os pacientes com sucesso e insucesso cirúrgico, segundo o critério de Sher.

Variável	Insucesso cirúrgico	Sucesso cirúrgico	p-valor
	Média±DP / Mediana (min-máx)	Média±DP / Mediana (min-máx)	
GTP I/II (normotróficas)	15 (75,0%)	15 (60,9%)	0,1184 ²
GTP III/IV (hipertróficas)	5 (25,0%)	9 (39,1%)	
T90 pré	9,33 ± 15,34 (N=17) / 4,90 (0,00-52,80)	12,42 ± 23,83 (N=20) / 4,55 (0,00-84,00)	0,9878 ¹
Δ T90	1,61 ± 15,43 / -0,10 (N=17) / -38,50 - 37,10)	-12,32 ± 23,85 (N=20) / -4,35 (-84,00 - 0,10)	0,0537 ¹
IAH pré	44,03 ± 31,78 (N=21) / 36,00 (5,20-114,50)	36,23 ± 18,61 (N=26) / 33,60 (7,20-71,10)	0,7081 ¹
Δ IAH	-9,70 ± 23,03 (N=21) / -6,40 (-74,60 - 25,30)	-29,77 ± 17,82 (N=26) / -27,95 (-64,40 - 6,60)	0,0002¹
IAH REM pré	48,6 ± 31,8 (N=14) / 40,7 (6,8-96,0)	36,4 ± 28,8 (N=14) / 28,9 (0,0-89,7)	0,7381 ¹
Δ IAH REM	-19,3 ± 29,5 (N=14) / -13,0 (-94,4-21,4)	-33,2 ± 35,1 (N=14) / -19,6 (-88,5-0,0)	0,2076 ¹
IAH NREM pré	52,1 ± 42,5 (N=14) / 35,5 (8,9-172,0)	36,1 ± 29,7 (N=14) / 27,9 (4,8-111,0)	0,5768 ¹
Δ IAH NREM	-11,8 ± 21,6 (N=14) / -7,5 (-78,0-9,0)	-39,6 ± 41,2 (N=14) / -22,2 (-169,6- -1,5)	0,0125¹
IAH Supino pré	67,4 ± 28,7 (N=13) / 63,0 (18,0-117,7)	50,2 ± 29,4 (N=13) / 51,0 (8,1-112,8)	0,4628 ¹
Δ IAH Supino	-17,4 ± 24,3 (N=13) / -10,2 (-62,0-42,0)	-37,7 ± 32,1 (N=13) / -37,2 (-83,7-0,0)	0,0098¹
IDR pré	45,15 ± 30,36 (N=14) / 41,15 (6,10-105,00)	35,51 ± 18,45 (N=13) / 33,40 (9,70-68,50)	0,6448 ¹
Δ IDR	-9,32 ± 17,40 (N=14) / -6,65 (-56,40 - 11,90)	-29,19 ± 18,07 (N=13) / -27,00 (-64,40 - 9,20)	0,0017
N3 pré (%)	13,33 ± 11,73 (N=14) / 11,25 (0,00-43,90)	15,62 ± 6,94 (N=13) / 16,30 (6,80-30,30)	0,3439 ¹
Δ N3 (%)	0,26 ± 11,83 (N=14) / 2,65 (-27,60 - 22,10)	5,02 ± 6,72 (N=13) / 1,70 (-3,70 - 14,40)	0,3198 ¹
CH TST pré	133,86 ± 125,74 (N=14) / 102,50 (10,40-482,50)	115,76 ± 113,09 (N=13) / 90,40 (9,40-464,40)	0,6448 ¹
Δ CH TST	-37,87 ± 45,74 (N=14) / -24,00 (-123,30 - 24,60)	-103,08 ± 104,28 (N=13) / 72,00 (-424,00 - 9,00)	0,0240¹
Redução percentual da CH	10,53 ± 73,84 (N=14) / 25,27 (-236,54 - 57,97)	89,11 ± 11,43 (N=13) / 91,30 (56,16-99,35)	<0,0001
CH REM pré	174,86 ± 198,34 (N=14) / 109,05 (3,00-715,20)	172,88 ± 244,36 (N=12) / 104,45 (0,00-901,50)	0,8170 ¹
Δ CH REM	-102,90 ± 130,34 (N=14) / -62,65 (-404,90 - 44,20)	-156,18 ± 233,70 (N=12) / -77,75 (-848,20-2,10)	0,7381 ¹
CH NREM pré	127,55 ± 124,03 (N=14) / 95,75 (9,70-449,40)	94,13 ± 66,26 (N=13) / 81,60 (11,80-268,90)	0,7524 ¹
Δ CH NREM	-28,67 ± 37,66 (N=14) / -13,35 (-96,90-20,90)	-83,30 ± 59,36 (N=13) / -76,40 (-236,30 - 11,80)	0,0071¹
CH supina pré	187,28 ± 143,22 (N=13) / 157,40 (19,30-553,70)	153,83 ± 98,55 (N=13) / 159,00 (0,00-386,30)	0,7976 ¹
Δ CH supina	-37,33 ± 77,11 (N=13) / -71,90 (-135,90 - 121,40)	-134,67 ± 89,44 (N=13) / -154,50 (-317,30 - 6,40)	0,0077¹
CH não supina pré	112,48 ± 121,78 (N=14) / 73,40 (4,50-424,30)	85,41 ± 180,36 (N=13) / 27,10 (0,30-667,70)	0,1204 ¹
Δ CH não supina	-49,63 ± 74,82 (N=14) / -8,90 (-246,60-- -0,90)	-75,85 ± 173,41 (N=13) / -25,70 (-634,00 - 22,50)	1,0000 ¹

IMC pré	30,76 ± 3,36 (N=8) / 31,78 (25,20–34,90)	27,55 ± 2,67 (N=8) / 26,99 (23,55–30,90)	0,0499¹
Δ IMC	0,02 ± 0,91 (N=8) / -0,06 (-1,06 – 1,67)	-0,49 ± 2,00 (N=7) / -0,75 (-2,96 – 3,29)	0,2810 ¹

Nota: ¹Comparação realizada pelo teste de Mann-Whitney ² Teste Qui-quadrado. Δ: diferença entre pós-operatório e pré-operatório (pós-pré). Números em negrito com significância estatística $p < 0.05$. CH: Carga Hipóxica; CH NREM: Carga Hipóxica durante o sono não REM. Comparação realizada pelo teste de Wilcoxon para amostras pareadas; CH REM: Carga Hipóxica durante o sono REM; CH TST: Carga Hipóxica durante o Tempo Total de Sono; GTP: Grau de Tonsilas Palatinas; IAH: Índice de apneia e hipopneia; IDR: Índice de Distúrbio Respiratório; T90: Percentual do tempo total de sono com saturação de oxiemoglobina inferior a 90%.

Fonte: Elaborada pelo autor (2026).

Em relação à análise da anatomia faríngea nos grupos de Sucesso e Insucesso cirúrgico, não foi observada diferença estatisticamente significativa entre pacientes com tonsilas normotróficas, correspondente aos Graus de Tonsilas Palatinas (GTP) I e II, e hipertróficas, com GTP III e IV ($p=0,1184$). No grupo de tonsilas normotróficas, houve diminuição da mediana de IAH de 33,8 para 17,65, atingindo sucesso cirúrgico, além da diminuição da mediana da CH de 107,3 para 44,2. No grupo de tonsilas hipertróficas apresentou diminuição da mediana de IAH de 29,95 para 6,5, também atingindo sucesso cirúrgico e diminuição da mediana da CH de 84,9 para 8,75 (Tabela 4).

Quando analisado isoladamente, o grupo classificado como insucesso cirúrgico apresentou comportamento que merece destaque. Apesar de não ter havido diminuição do IAH suficiente para cumprir o critério de Sher, esse grupo de insucesso apresentou redução significativa da CH TST e nos dois estágios de sono, CH REM e CH NREM. A CH TST apresentou redução da mediana de 102,5 no pré-operatório para 67,3 no pós-operatório ($p=0,0107$).

Como a unidade de medida do IAH e da CH são diferentes, não foi possível comparar a magnitude da diferença pré-operatório menos pós-operatório em valores absolutos, porém foi possível comparar em termos de percentuais de redução. Observou-se que no grupo de insucesso cirúrgico a mediana do percentual de redução do IAH foi de 17,86% e da CH TST de 25,27%, evidenciando uma diferença relativa de 7,41%. Corroborando com esse argumento, a queda percentual da CH TST foi 41% maior do que a queda do IAH no mesmo grupo, sugerindo uma maior magnitude de resposta do CH TST (Tabela 5) (Gráfico 3).

Visualmente, observa-se que a distribuição das reduções percentuais da carga hipóxica encontra-se deslocada para valores mais elevados em comparação ao IAH, especialmente no subgrupo de insucesso cirúrgico (Gráfico 3).

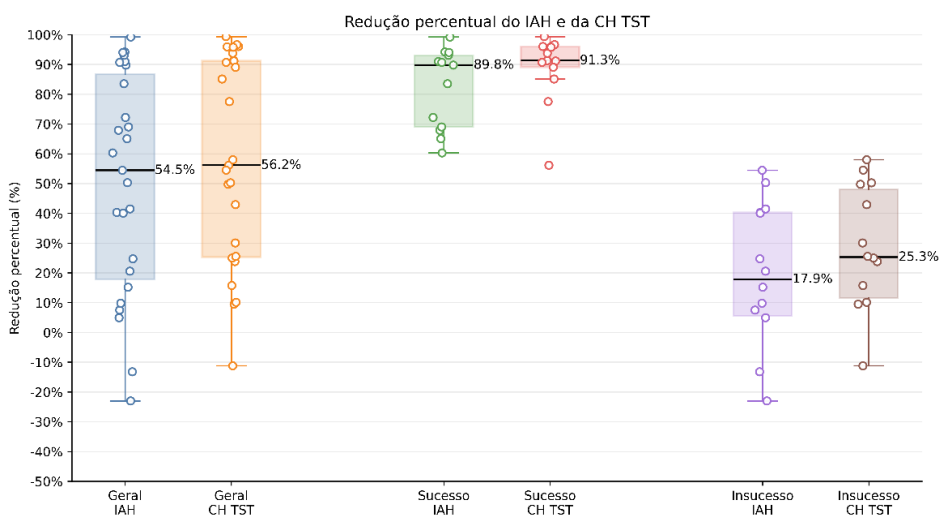


Gráfico 3 – Boxplot com pontos de dispersão comparação entre a redução percentual do IAH e da CH TST nos grupos Geral, Sucesso e Insucesso pelo critério de Sher.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Ainda sobre o IAH e CH TST no grupo de insucesso, foi realizada uma análise de correlação entre a variação percentual do IAH e da CH TST. Observou-se correlação positiva entre as variáveis, porém a dispersão dos pontos evidencia variabilidade na magnitude, com alguns pacientes apresentando redução percentual mais elevada na CH TST em relação ao IAH, observado pelos pontos azuis acima da linha laranja tracejada ($y=x$) (Gráfico 4).

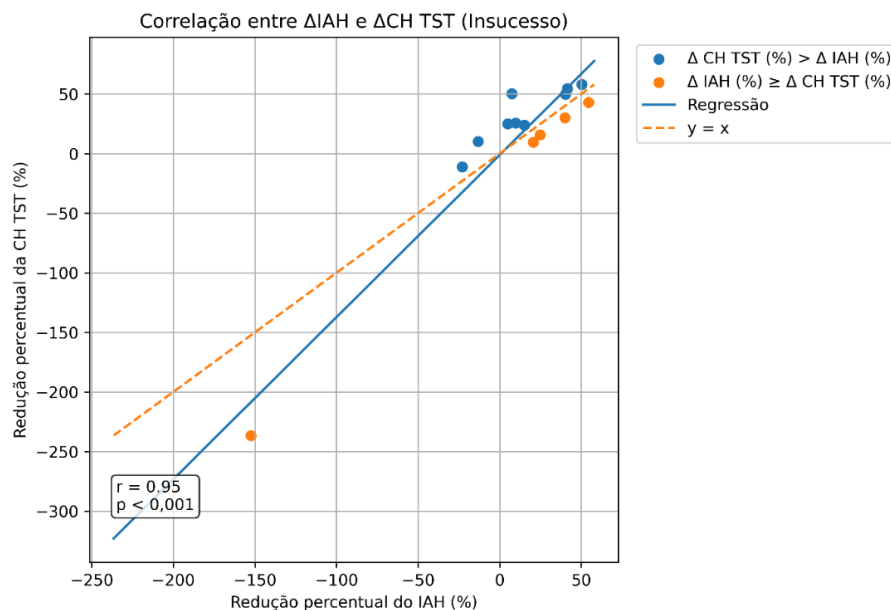


Gráfico 4 – Correlação com regressão entre Δ IAH (%) e Δ CH TST (%) com pontos de dispersão no grupo de insucesso pelo critério de Sher.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Seguindo essa mesma tendência, observou-se redução estatisticamente significativa da carga hipóxica durante o sono REM, com mediana reduzindo de 109,1 para 29,5 ($p=0,0085$). A carga hipóxica durante o sono NREM também apresentou redução significativa, com mediana passando de 95,8 para 70,6 ($p=0,0085$) (Tabela 5).

Além disso, em relação à CH associada à posição corporal, houve redução significativa na posição não supina. A carga hipóxica em posição não supina apresentou redução significativa da mediana de 73,4 no pré-operatório para 14,1 no pós-operatório ($p=0,0001$). Por outro lado, a carga hipóxica em posição supina, por sua vez, embora tenha apresentado uma tendência de queda, não houve diferença estatisticamente significativa, com mediana de 157,4 no pré-operatório para 114,3 no pós-operatório ($p=0,1677$) (Tabela 5).

Tabela 5 – Comparação da carga hipóxica pré e pós-operatório no subgrupo de insucesso cirúrgico pelo critério de Sher.

Variável	Pré-operatório		Pós-operatório		Δ		p -valor ² (Δ)
	Média $\pm$ DP	Mediana ¹ (mín–máx)	Média $\pm$ DP	Mediana ¹ (mín–máx)	Média $\pm$ DP	Mediana ¹ (mín–máx)	
IAH	44,0 $\pm$ 31,8	36,0 (5,2–114,5)	34,3 $\pm$ 20,9	33,5 (2,8–91,2)	-9,7 $\pm$ 23,0	-6,4 (-74,6–25,3)	0,0888

IAH REM (N=14)	48,6 ± 31,8	40,7 (6,8– 96,0)	29,3 ± 23,8	17,1 (0,0– 68,8)	-19,3 ± 29,5	-13,0 (-94,4– 21,4)	0,049
IAH NREM (N=14)	52,1 ± 42,5	35,5 (8,9– 172,0)	40,3 ± 31,2	24,0 (0,0– 94,4)	-11,8 ± 21,6	-7,5 (-78,0–9,0)	0,017
IAH Supino (N=13)	67,4 ± 28,7	63,0 (18,0– 117,7)	50,0 ± 34,4	40,9 (0,0– 105,0)	-17,4 ± 24,3	-10,2 (-62,0– 42,0)	0,167 7
CH TST(N=14)	133,9± 125,7	102,5 (10,4–482,50)	96,0 ± 90,1	67,3 (9,60–359,20)	-37,9 ± 45,7	-24,0 (-123,30–24,6)	0,0107
CH REM (N=14)	174,9 ± 198,3	109,1 (3,00– 715,20)	72,0 ± 107,0	29,5 (0,90–400,00)	-102,9 ± 130,3	-62,7 (-404,90–44,2)	0,0085
CH NREM	127,6 ± 124,0	95,8 (9,7–449,40)	98,9 ± 94,5	70,6 (5,50–353,40)	-28,7 ± 37,7	-13,4 (-96,90–20,90)	0,0085
CH supina (N=13)	187,3 ± 143,2	157,4 (19,3–553,70)	149,9 ± 128,7	114,3(11,80– 481,80)	-37,3 ± 77,1	-71,90 (-135,90–121,40)	0,1677
CH não supina (N=13)	112,5 ± 121,80	73,4 (4,5–424,30)	62,9 ± 94,4	14,1 (0,00–352,80)	-49,6 ± 74,8	-8,9 (-246,60– -0,9)	0,0001

Nota: ¹ Distribuição não paramétrica; ² p-valor: Significância estatística $p < 0,05$. Δ: Diferença entre pós-operatório e pré-operatório (pós – pré). CH: Carga hipóxica; CH NREM: Carga hipóxica no sono não REM. Comparação realizada pelo teste de Wilcoxon para amostras pareadas; CH REM: Carga hipóxica no sono REM; CH TST: Carga Hipóxica no Tempo Total de Sono; IAH: Índice de Apneia e Hipopneia; IDR: Índice de Distúrbio Respiratório; IMC: Índice de Massa Corporal; T90: Percentual do tempo total de sono com saturação de oxihemoglobina $< 90\%$.

Fonte: Elaborada pelo autor (2026).

No grupo de pacientes com CH TST pré e pós, no pós-operatório ($n = 27$), observou-se que 70,4% apresentaram valores inferiores a 53%min/h, 74,1% abaixo de 73,1%min/h, 77,8% abaixo de 88%min/h e 77,8% abaixo de 97,1%min/h (Tabela 6). No subgrupo de pacientes com insucesso cirúrgico, a análise da carga hipóxica no pós-operatório evidenciou que uma parcela relevante dos indivíduos atingiu valores reduzidos de CH TST. Observou-se que 42,9% dos pacientes apresentaram CH TST inferior a 53 %min/h, enquanto 50,0% ficaram abaixo de 73,1%min/h e 57,1% abaixo de 88%min/h (Tabela 7).

Tabela 6 – Análise da CH TST pós-operatório no grupo total de pacientes com CH TST pré e pós (N=27).

Carga hipóxica no tempo total de sono - pós	Pacientes (%)
<53%min/h	70,40
<73,1%min/h	74,10
<88%min/h	77,80
<97,1%min/h	77,80

Nota: CH TST: Carga Hipóxica no Tempo Total de Sono.

Fonte: Elaborada pelo autor (2026).

Tabela 7 – Análise da CH TST pós-operatório no grupo de insucesso cirúrgico (N=14).

Carga hipóxica no tempo total de sono pós	Pacientes (%)
<53%min/h	42,90
<73,1 %min/h	50,00
<88 %min/h	57,10
<97,1%min/h	57,10

Nota: CH TST: Carga Hipóxica no Tempo Total de Sono.

Fonte: Elaborada pelo autor (2026).

5 DISCUSSÃO

Dentre os principais resultados deste estudo, destaca-se que os pacientes submetidos à faringoplastia lateral tiveram uma redução consistente e significativa da CH em todas as suas variantes, incluindo o Tempo Total de Sono (TST), o sono REM, o sono NREM e nas posições supina e não supina. Adicionalmente, observou-se que essa redução da CH aconteceu mesmo no subgrupo dos pacientes classificados como insucesso cirúrgico pelo critério de Sher, sugerindo que a resposta cirúrgica pode não ser plenamente capturada pelo IAH. Isso pode ser observado no grupo de insucesso cirúrgico pelo critério de Sher não apenas pela redução significativa da CH TST, mas também pela redução da CH REM, CH NREM e CH não supina.

A caracterização da amostra evidenciou predomínio do sexo masculino, idade mediana na metade da quarta década e IMC médio classificado como obesidade grau I. Esse perfil é coerente com a epidemiologia da apneia obstrutiva do sono descrita em estudos populacionais e clínicos, que demonstram maior prevalência da doença em indivíduos do sexo masculino, com sobrepeso ou obesidade e em idade adulta (Eckert, 2018; Heinzer *et al.*, 2015; Tufik *et al.*, 2010).

Em relação à avaliação da anatomia orofaríngea, observou-se que o grau das tonsilas palatinas, avaliado isoladamente, não exerceu influência significativa sobre o sucesso cirúrgico após a faringoplastia lateral. Esses resultados demonstram que a resposta terapêutica à faringoplastia lateral não depende exclusivamente de fatores anatômicos, como o grau das tonsilas palatinas, mas também de fatores fisiológicos e funcionais, sugerindo que a FL pode atuar adicionalmente sobre outros mecanismos envolvidos na fisiopatologia da AOS.

No que diz respeito às variáveis polissonográficas respiratórias mais usadas até então, a redução significativa após a FL do IAH e do IDR reforça a efetividade da técnica em reduzir a frequência dos eventos obstrutivos, resultado esperado baseado em trabalhos prévios publicados. A taxa de sucesso cirúrgico desta pesquisa foi de 55,3%, inferior à média de 70% encontrados nos últimos trabalhos publicados (Elzayat *et al.*, 2020; Mendes *et al.*, 2023; Solcia-Filho *et al.*, 2023; Zanco *et al.*, 2024). No entanto, a mediana do IAH do pré para o pós-operatório passou de 33,8 para 12,3, alcançando, portanto, um sucesso cirúrgico.

Essa diferença poderia ter como possível explicação o viés de seleção, pois o paciente que tem melhora dos sintomas e possível sucesso cirúrgico muitas vezes não voltam para repetir o exame. Além disso, a seleção foi feita a partir da disponibilidade de dados polissonográficos completos para o cálculo da carga hipóxica e não apenas critérios de elegibilidade cirúrgica, configurando outro viés de seleção. Isso merece destaque, pois mesmo em um cenário com uma população com menor taxa de sucesso cirúrgico, ainda foram observadas reduções expressivas das variáveis respiratórias polissonográficas, principalmente da carga hipóxica.

O T90 apresentou uma queda da mediana de 1,80 (0,00–44,70) para 0,20 (0,00–43,50), sendo esta uma redução estatisticamente significativa. O T90 mede o percentual de tempo com saturação de oxiemoglobina pelo tempo total de sono abaixo de 90%, avaliando a exposição à hipoxemia, porém apenas se esta for abaixo de 90%. A CH, por sua vez, além de avaliar de forma completa o grau de profundidade, ainda avalia o tempo e a frequência dos eventos respiratórios (Huang *et al.*, 2023; Martinez-Garcia *et al.*, 2023).

A CH REM, por sua vez, mostra-se ainda mais relevante do ponto de vista fisiopatológico, pois o sono REM é a fase de atonia muscular e aumento do limiar para despertares, o que piora a hipoxemia, consequentemente de maior chance de colapso faríngeo (Eckert, 2018; Schwab *et al.*, 1995). A queda da CH NREM também foi estatisticamente significativa, embora não seja a fase do sono de maior propensão ao colapso. Portanto, a queda da CH REM sugere que a FL reduziu de forma significativa a gravidade das dessaturações no período de maior fragilidade da via aérea durante o sono.

Houve também queda significativa da CH em relação à posição corporal, tanto na posição supina quanto na posição não supina. Do ponto de vista anatômico e fisiopatológico, a posição supina é tradicionalmente considerada mais desafiadora para manutenção da perviedade da via aérea superior durante o sono (Pepin *et al.*, 1992; Schwab *et al.*, 1993; Schwab *et al.*, 1995). Esse fato pode ser explicado por três mecanismos principais: geometria desfavorável das vias aéreas, redução do volume pulmonar e compensação muscular inadequada dos músculos dilatadores da faringe. Além disso, revisões sistemáticas mostram que a apneia em posição supina é o fenótipo dominante da AOS, estando presente em mais da metade dos pacientes e

marcada por eventos obstrutivos mais graves relacionados a esta posição, reforçando a importância do achado da diminuição da CH supina (Joosten *et al.*, 2014).

Em relação à posição supina, embora ainda não completamente esclarecido, Cammaroto *et al.* (2022) observou que pacientes submetidos à faringoplastia com sutura barbada se beneficiaram mais da cirurgia no grupo não posicional, enquanto os pacientes com apneia posicional apresentaram melhora substancialmente menor (Cammaroto *et al.*, 2022). A melhora simultânea da CH na posição supina e não supina encontrada nesse trabalho sugere que a cirurgia da FL conseguiu uma estabilidade importante da via aérea independente da posição.

Importante enfatizar que, embora não tenha sido possível realizar cálculo amostral prévio em razão do caráter inédito do estudo e apesar da possível interpretação de que a amostra de 27 pacientes para as análises pareadas da carga hipóxica possa ser considerada pequena, ela foi suficiente para produzir resultados estatisticamente significativos. Além disso, verificou-se elevada magnitude de efeito na redução da carga hipóxica tanto no grupo total de 27 pacientes (rank-biserial = 0,92) quanto no grupo de insucesso cirúrgico (rank-biserial = -0,75), reforçando a relevância fisiopatológica desses achados e sugerindo benefício clínico importante mesmo em pacientes que não atingiram os critérios de Sher baseados exclusivamente no IAH.

Tais achados se tornam muito relevantes diante das atuais pesquisas que têm sido publicadas sobre a CH. O IAH, embora ainda seja a principal medida para diagnóstico e classificação da AOS, tem limitações importantes quanto à capacidade de estadiar a gravidade do Tabela em relação a desfechos graves como risco cardiovascular e risco de morte (Martinez-Garcia *et al.*, 2023; Ruehland *et al.*, 2009). Diversas coortes recentemente publicadas têm mostrado que a CH é capaz de sintetizar com maior fidelidade a exposição à hipoxemia noturna, pois integra numa única medida a profundidade, duração e frequência dos eventos respiratórios obstrutivos (Martinez-Garcia *et al.*, 2023; Pinilla *et al.*, 2023).

Estudos demonstraram associação entre CH elevada e aumento de risco cardiovascular, complicações em portadores de insuficiência cardíaca e aumento de mortalidade por todas as causas (Azarbarzin *et al.*, 2019; Blanchard *et al.*, 2020; Labarca *et al.*, 2023; Mazzotti *et al.*, 2025). Diante disso, as reduções consistentes da CH total e em todas as suas variantes após a FL observadas neste estudo, sugerem

que os benefícios da cirurgia podem ser mais bem avaliados do ponto de vista do risco orgânico com a CH do que com o IAH isoladamente.

Ainda não há na literatura um consenso de qual o ponto de corte de CH seria considerado aumento do risco cardiovascular, nem tampouco os pontos de corte para estratificar a gravidade. Algumas coortes utilizaram a mediana da sua população, como o estudo *ISAACC trial*, evidenciando que pacientes com $CH > 73,1\%/h$ apresentavam redução do risco ao utilizar o CPAP (Pinilla *et al.*, 2023). A coorte MrOS por sua vez identificou que o risco cardiovascular aumentou em pacientes com CH maior que $53\%/h$. Já a coorte SHHS mostrou uma razão de risco de mortalidade significativa por DCV para o quinto quintil ($CH > 88\%/h$) nos modelos não ajustado, totalmente ajustado e parcialmente ajustado, porém nos modelos não ajustado e parcialmente ajustado mostraram uma razão de risco significativa de mortalidade por DCV para o quarto quintil de carga hipóxica ($CH > 53\%/h$).

Decidimos avaliar qual o percentual de pacientes no grupo geral que no pós-operatório apresentou uma CH menor do que a mediana da população deste estudo e menor que o ponto de corte das principais coortes: $53\%/h$, $73,1\%/h$ e $88\%/h$ e da mediana da nossa população, $97\%/h$. Ao iniciar a análise pelo ponto de corte mais desafiador que foi $53\%/h$, observou-se que 70,4% apresentaram um $CH < 53$ no pós-operatório. Observou-se que 74,1% apresentaram CH pós-operatório abaixo do ponto de corte de $73,1\%/h$. Em relação a análise dos pontos de corte 88 e $97,1\%/h$ (mediana), obtivemos o mesmo resultado, 77,8% dos pacientes ficaram abaixo. Esses resultados sugerem que mesmo quando temos uma população de pacientes com menor taxa de sucesso cirúrgico pelo critério de Sher, 56% nesse estudo, poderíamos observar uma maioria de pacientes com CH pós abaixo supostamente numa faixa de menor risco cardiovascular.

Além da análise geral do grupo de 27 pacientes, o subgrupo de pacientes com insucesso cirúrgico também foi avaliado quanto aos impactos na CH. Na comparação entre os grupos de sucesso e insucesso cirúrgico pelo critério de Sher, observou-se o que já seria esperado, o grupo de sucesso cirúrgico evidenciou uma maior magnitude de redução em algumas variáveis, IDR, CH TST, CH NREM e CH supina. Essa diferença mostra que ao preencher o critério de Sher, a diminuição na frequência dos eventos é acompanhada pela melhora mais robusta da hipoxemia noturna. Por outro lado, algumas outras variáveis não tiveram diferença no comportamento de aumento

ou de diminuição com a CH REM e a CH não supina, o que levantou a hipótese de que também pudesse haver redução da CH no grupo de insucesso cirúrgico.

Optou-se então em realizar uma análise descritiva fazendo uma comparação especificamente no grupo de insucesso cirúrgico em relação a CH. Observou-se então que mesmo no grupo que não alcançou os critérios de Sher para o sucesso cirúrgico houve queda estatisticamente significativa da CH TST, CH REM, CH NREM e CH não supina. Em contrapartida, poderia ser questionado se o grupo de insucesso também não apresentou uma queda significativa do IAH, porém, isso não aconteceu. Não houve queda estatisticamente significava do IAH ($p=0,0888$).

A CH supina no subgrupo de insucesso cirúrgico, embora tivesse apresentado uma queda da mediana no pós-operatório, não teve uma redução estatisticamente significativa. O número de pacientes nos quais a CH supina pôde ser avaliada foi menor do que nas outras variáveis da CH. Outra interpretação plausível seria que pacientes com apneia posicional já possuem um resultado cirúrgico pior, o que explicaria o fato da cirurgia nos pacientes desse subgrupo não terem alcançado uma mudança anatômica significativa para suportar a influência gravitacional no processo do colapso (Mazzotti *et al.*, 2025; Tankéré *et al.*, 2025).

Além disso, pode-se observar que no grupo de insucesso cirúrgico, uma parcela significativa dos pacientes apresentou no pós-operatório uma CH TST abaixo dos pontos de corte utilizados por várias coortes, acima dos quais já foi evidenciado aumento de risco cardiovascular ou do risco de morte. Avaliando o ponto de corte de CH TST <53 , cenário mais desafiador, observa-se que 42,9% dos pacientes com insucesso cirúrgico pelo critério de Sher alcançaram valores abaixo do corte. Esse percentual aumenta ainda mais se adotarmos como ponto de corte da CH TST $<73,1$ %min/h, apresentando 50% dos pacientes abaixo e no ponto de corte com CH TST <88 %min/h e $<97,1$ %min/h, temos 57,10% dos pacientes abaixo do corte. Isso sugere que uma parcela importante dos pacientes com insucesso cirúrgico pode apresentar melhora da CH. Estudos posteriores podem confirmar esses pontos de corte, porém, se confirmado, e de fato esses pacientes classificados com insucesso obtiveram no pós-operatório uma CH favorável do ponto de vista fisiopatológico, eles podem estar sendo submetidos a outros tratamentos desnecessários, com risco de iatrogenias.

Como o IAH tem sido questionado por suas limitações intrínsecas para a classificação da AOS, consequentemente pode haver questionamentos ao critério de

Sher, pois utiliza apenas o IAH para definir sucesso cirúrgico (Martinez-Garcia *et al.*, 2023; Pevernagie *et al.*, 2020; Ruehland *et al.*, 2009). Nesse sentido, estes resultados sugerem que parte dos pacientes classificados como insucesso pode na realidade ter evoluído com melhora fisiopatológica importante no que se refere à hipoxemia noturna.

Esses achados merecem ser enfatizados, pois trazem luz a um ponto que está sendo discutido atualmente em medicina do sono. A resposta ao tratamento em portadores de AOS talvez não seja completamente capturada apenas por meio da avaliação do número ou frequência de eventos respiratórios. São necessários outros parâmetros e variáveis alternativas capazes de abranger os aspectos fisiológicos e repercussões fisiopatológicas, como por exemplo a CH (Martinez-Garcia *et al.*, 2023; Mazzotti *et al.*, 2025; Tankéré *et al.*, 2025).

Podemos observar que diversos pacientes com insucesso cirúrgico, embora tenham um IAH que não satisfaz ao critério de Sher, apresentam dessaturações menos intensas e menos prolongadas, traduzindo-se em uma menor CH. Isso pode significar menor estresse oxidativo, menor ativação simpática e, por consequência, potencialmente menor risco cardiovascular. Portanto, os resultados avaliados neste estudo em relação ao desempenho da carga hipóxica em pacientes portadores de AOS submetidos à FL, demonstram que o estudo da CH deveria ser ampliado para outros tratamentos cirúrgicos e não cirúrgicos, a fim de melhorar a avaliação do sono e do risco cardiovascular em paciente com AOS.

6 LIMITAÇÕES

O presente estudo apresenta limitações que devem ser consideradas na interpretação dos resultados. O tamanho da amostra final na avaliação pareada da carga hipóxica, que foi composta por 27 participantes, decorreu do funil de seleção, o que limita a validade externa e aumenta o risco de viés de seleção. Essa limitação metodológica está diretamente relacionada ao fato de a carga hipóxica ser uma métrica relativamente recente na avaliação polissonográfica. Em contrapartida, optou-se pela análise pareada dos pacientes, pois esse desenho aumenta a sensibilidade para detectar mudanças intraindividuais, especialmente em estudos cirúrgicos com amostras reduzidas. Além disso, o desenho misto retrospectivo e prospectivo impede um controle adequado das variáveis confundidoras e abre a possibilidade para viés de informação.

Apesar dessas limitações, até o presente momento, não foram identificados estudos na literatura avaliando o comportamento da carga hipóxica após faringoplastia lateral. Além disso, a análise pareada pré e pós-operatória permitiu avaliação intraindividual da resposta terapêutica, reduzindo variabilidades interindividuais. O uso de polissonografias realizadas no mesmo laboratório, laudadas pelo mesmo especialista e uma técnica cirúrgica padronizada, contribui para maior homogeneidade metodológica. Embora a amostra seja pequena, foi observada uma elevada magnitude de efeito na redução da carga hipóxica, reforçando a importância dos achados clínicos e demonstrando que a amostra foi suficiente para detectar diferenças estatisticamente significativas.

7 CONCLUSÃO

Neste estudo, observou-se uma redução consistente e significativa da carga hipóxica (CH TST) em pacientes com AOS submetidos à faringoplastia lateral. Houve também uma redução estatisticamente significativa em todas as variáveis da CH em pacientes com AOS submetidos à faringoplastia lateral, incluindo os estágios do sono (REM e NREM) e as posições corporais (supina e não supina). Pacientes com insucesso cirúrgico pelos critérios de Sher também apresentaram redução estatisticamente significativa da CH TST, da CH REM, da CH NREM e da CH não supina. A redução da carga hipóxica foi mais robusta em pacientes com sucesso cirúrgico pelo critério de Sher.

Esses achados sugerem que a faringoplastia lateral promove benefício mensurável não só no IAH, mas também na hipoxemia noturna, mesmo no grupo de pacientes com insucesso cirúrgico. Esses achados sustentam a hipótese de que a carga hipóxica seja um marcador complementar relevante, com potencial para compor algoritmo de estratificação de risco cardiovascular e de avaliar a resposta terapêutica cirúrgica em pacientes com AOS.

REFERÊNCIAS

AZARBARZIN, A. *et al.* The hypoxic burden of sleep apnoea predicts cardiovascular disease-related mortality: the Osteoporotic Fractures in Men Study and the Sleep Heart Health Study. **European Heart Journal**, v. 40, n. 14, p. 1149-1157, 2019. DOI: 10.1093/eurheartj/ehy624.

AZARBARZIN, A. *et al.* The Sleep Apnea-Specific Hypoxic Burden Predicts Incident Heart Failure. **Chest**, v. 158, n. 2, p. 739-750, 2020. DOI: 10.1016/j.chest.2020.03.053.

AZARBARZIN, A. *et al.* The sleep apnea-specific pulse-rate response predicts cardiovascular morbidity and mortality. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 203, n. 12, p. 1546-1555, 2021. DOI: 10.1164/rccm.202010-3900OC.

BAIARDI, S.; CIRIGNOTTA, F. [The clinical diagnosis of Obstructive Sleep Apnea Syndrome (OSAS)]. **La Medicina del lavoro**, v. 108, n. 4, p. 267-275, 2017. Italian. DOI: 10.23749/mdl.v108i4.6414.

BLANCHARD, M. *et al.* Hypoxic burden and heart-rate variability predict stroke incidence in sleep apnoea. **European Respiratory Journal**, v. 57, n. 1, p. 2004022, 2020. DOI: 10.1183/13993003.04022-2020.

CAHALI, M. B. Lateral pharyngoplasty: a new treatment for obstructive sleep apnea hypopnea syndrome. **Laryngoscope**, v. 113, n. 11, p. 1961-1968, 2003. DOI: 10.1097/00005537-200311000-00020.

CAHALI, M. B. *et al.* Lateral pharyngoplasty versus uvulopalatopharyngoplasty: a clinical, polysomnographic and computed tomography measurement comparison. **Sleep**, v. 27, n. 5, p. 942-950, 2004. DOI: 10.1093/sleep/27.5.942.

CAMMAROTO, G. *et al.* The effects of barbed repositioning pharyngoplasty in positional and non-positional OSA patients: a retrospective analysis. **Journal of Clinical Medicine**, v. 11, n. 22, p. 67491, 2022. DOI: 10.3390/jcm11226749.

CAMPOS-RODRIGUEZ, F. *et al.* Mortality in obstructive sleep apnea-hypopnea patients treated with positive airway pressure. **Chest**, v. 128, n. 2, p. 624-633, 2005. DOI: 10.1378/chest.128.2.624.

DANTAS, D. A. D. S. *et al.* The extracellular matrix of the lateral pharyngeal wall in obstructive sleep apnea. **Sleep**, v. 35, n. 4, p. 483-490, 2012. DOI: 10.5665/sleep.

DE PAULA SOARES, C. F.; CAVICHIO, L.; CAHALI, M. B. Lateral pharyngoplasty reduces nocturnal blood pressure in patients with obstructive sleep apnea. **Laryngoscope**, v. 124, n. 1, p. 311-316, 2014. DOI: 10.1002/lary.24312.

ECKERT, D. J. Phenotypic approaches to obstructive sleep apnoea – New pathways for targeted therapy. **Sleep Medicine Reviews**, v. 37, p. 45-59, 2018. DOI: 10.1016/j.smrv.2016.12.003.

ELZAYAT, S. *et al.* Managing obstructive sleep apnea patients with CPAP failure with a novel Lateral Pharyngoplasty as a stand-alone procedure. **American Journal of Otolaryngology**, v. 41, n. 4, p. 102500, 2020. doi: 10.1016/j.amjoto.2020.102500.

ESMAEILI, N. *et al.* Association of High-risk OSA, Defined by Hypoxic Burden and Heart Rate Acceleration, With Non-dipping Blood Pressure. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 211, p. A5200, 2025. Abstracts. DOI: [10.1164/ajrccm.2025.211.Abstracts.A5200](https://doi.org/10.1164/ajrccm.2025.211.Abstracts.A5200).

FABER, J.; FABER, C.; FABER, A. P. Obstructive sleep apnea in adults. **Dental Press Journal of Orthodontics**, v. 24, n. 3, p. 99-109, 2019. DOI: 10.1590/2177-6709.24.3.099-109.sar.

FRIEDMAN, M.; IBRAHIM, H.; BASS, L. Clinical staging for sleep-disordered breathing. **Otolaryngology-Head and Neck Surgery**, v. 127, n. 1, p. 13-21, 2002. DOI: 10.1067/mhn.2002.126477.

FUJITA, S. *et al.* Surgical correction of anatomic abnormalities in obstructive sleep apnea syndrome: uvulopalatopharyngoplasty. **Otolaryngology-Head and Neck Surgery**, v. 89, n. 6, p. 923-934. 1981. DOI: 10.1177/019459988108900609.

HABA-RUBIO, J. *et al.* Effect of CPAP treatment of sleep apnea on clinical prognosis after ischemic stroke: an observational study. **Journal of Clinical Sleep Medicine**, v. 15, n. 6, p. 839-847, 2019. DOI: 10.5664/jcsm.7832.

HEINZER, R. *et al.* Prevalence of sleep-disordered breathing in the general population: the HypnoLaus study. **Lancet Respiratory Medicine**, v. 3, n. 4, p. 310-318, 2015. DOI: 10.1016/S2213-2600(15)00043-0.

HUANG, B. *et al.* Association of hypoxic burden metrics with cardiovascular outcomes in heart failure and sleep-disordered breathing. **ESC Heart Failure**, v. 10, n. 6, p. 3504-3514, 2023. DOI: 10.1002/ehf2.14526.

HUON, L. K. *et al.* Dynamic upper airway collapse observed from sleep MRI: BMI-matched severe and mild OSA patients. **European Archives of Oto-Rhino-Laryngology**, v. 273, n. 11, p. 4021-4026, 2016. DOI: 10.1007/s00405-016-4131-1.

IBER, C. *et al.* *The AASM manual for the scoring of sleep and associated events: rules, terminology and technical specifications*. Westchester, IL: American Academy of Sleep Medicine, 2007.

JAVAHERI, S. *et al.* Sleep apnea: types, mechanisms, and clinical cardiovascular consequences. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 69, n. 7, p. 841-858, 2017. DOI: 10.1016/j.jacc.2016.11.069.

JOOSTEN, S. A. *et al.* Supine position related obstructive sleep apnea in adults: Pathogenesis and treatment. **Sleep Medicine Reviews**, v. 18, n. 1, p. 7-17, 2014. DOI: 10.1016/j.smr.2013.01.005.

LABARCA, G. *et al.* Sleep apnea physiological burdens and cardiovascular morbidity and mortality. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 208, n. 7, p. 802-813, 2023. DOI: 10.1164/rccm.202209-1808OC.

MAGER, P. CONCOVER, W. J. Practical nonparametric statistics. **Biometrische Zeitschrift**, v. 15, n. 3, 1973.

MARTINEZ-GARCIA, M. A. *et al.* Hypoxic burden in obstructive sleep apnea: present and future. **Archivos de Bronconeumología**, v. 59, n. 1, p. 36-43, 2023. DOI: 10.1016/j.arbres.2022.08.005.

MAZZOTTI, D. R. *et al.* OSA symptom subtypes and hypoxic burden independently predict distinct cardiovascular outcomes. **ERJ Open Research**, v. 11, n. 1, p. 00511-2024, 2025. DOI: 10.1183/23120541.00511-2024.

McEVOY, R. D. *et al.* CPAP for Prevention of Cardiovascular Events in Obstructive Sleep Apnea. **New England Journal of Medicine**, v. 375, n. 10, p. 919-931, 2016. DOI: 10.1056/NEJMoa160659.

MEDIANO, O. *et al.* Assessing cardiovascular risk through hypoxic burden in children with sleep apnea: results from the Kids-trial Study. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 211, p. A3153, 2025. Supplement 1. DOI: [10.1164/ajrccm.2025.211.Abstracts.A3153](https://doi.org/10.1164/ajrccm.2025.211.Abstracts.A3153).

MENDES, F. A. *et al.* Lateral pharyngoplasty: polysomnographic results and phenotype-based analysis of OSA. **Sleep and Breathing**, v. 27, n. 3, p. 1125-1134, 2023. DOI: 10.1007/s11325-022-02706-y.

MOSCA, E. V.; GROSSE, J.; REMMERS, J. E. Oral appliance therapy is highly efficacious at reducing sleep apnea-specific hypoxic burden, a metric predictive of cardiovascular morbidity and mortality. **Journal of Clinical Sleep Medicine**, v. 21, n. 7, p. 1185-1190, 2025. DOI: 10.5664/jcsm.11622.

PEKER, Y. *et al.* Effect of positive airway pressure on cardiovascular outcomes in coronary artery disease patients with nonsleepy obstructive sleep apnea: The RICCADSA randomized controlled trial. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 194, n. 5, p. 613-620, 2016. DOI: 10.1164/rccm.201601-0088OC.

PEPIN, J. L. *et al.* Somnofluoroscopy, computed tomography, and cephalometry in the assessment of the airway in obstructive sleep apnoea. **Thorax**, v. 47, n. 3, p. 150-156, 1992. DOI: 10.1136/thx.47.3.150.

PEVERNAGIE, D. A. *et al.* On the rise and fall of the apnea-hypopnea index: A historical review and critical appraisal. **Journal of Sleep Research**, v. 29, n. 4, e13066, 2020. DOI: 10.1111/jsr.13066.

PIGNATARI, S. S. N.; ANSELMO-LIMA, W. T. Tratado de otorrinolaringologia. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

PINILLA, L. *et al.* Hypoxic burden to guide CPAP treatment allocation in patients with obstructive sleep apnoea: a post hoc study of the ISAACC trial. **European Respiratory Journal**, v. 62, n. 6, p. 2300828, 2023. DOI: 10.1183/13993003.00828-2023.

RODENSTEIN, D. O. Assessment of uvulopalatopharyngoplasty for the treatment of sleep apnea syndrome. **Sleep**, v. 15, n. 6 p. S56-62, 1992. Supplement. DOI: 10.1093/sleep/15.suppl_6.s56.

ROTENBERG, B. W.; MURARIU, D.; PANG, K. P. Trends in CPAP adherence over twenty years of data collection: a flattened curve. **Journal of Otolaryngology-Head and Neck Surgery**, v. 45, n. 1, p. 43, 2016. DOI: 10.1186/s40463-016-0156-0.

RUEHLAND, W. R. *et al.* The new AASM criteria for scoring hypopneas: impact on the apnea hypopnea index. **Sleep**, v. 32, n. 2, p. 150-157, 2009. DOI: 10.1093/sleep/32.2.150.

SÁNCHEZ-DE-LA-TORRE, M. *et al.* Effect of obstructive sleep apnoea and its treatment with continuous positive airway pressure on the prevalence of cardiovascular events in patients with acute coronary syndrome (ISAACC study): a randomised controlled trial. **Lancet Respiratory Medicine**, v. 8, n. 4, p. 359-367, 2020. DOI: 10.1016/S2213-2600(19)30271-1.

SCHWAB, R. J. *et al.* Dynamic upper airway imaging during awake respiration in normal subjects and patients with sleep disordered breathing. **American Review of Respiratory Disease**, v. 148, n. 5, p. 1385-1400, 1993. DOI: 10.1164/ajrccm/148.5.1385.

SCHWAB, R. J. *et al.* Upper airway and soft tissue anatomy in normal subjects and patients with sleep-disordered breathing: Significance of the lateral pharyngeal walls. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 152, n. 5 part 1, p. 1673-1689, 1995. DOI: 10.1164/ajrccm.152.5.7582313.

SHER, A. E.; SCHECHTMAN, K. B.; PICCIRILLO, J. F. The efficacy of surgical modifications of the upper airway in adults with obstructive sleep apnea syndrome. **Sleep**, v. 19, n. 2, p. 156-177, 1996. DOI: 10.1093/sleep/19.2.156.

SOLCIA-FILHO, N. *et al.* The impact of clinical and craniofacial changes on the surgical outcomes of lateral pharyngoplasty in the treatment of obstructive sleep apnea. **Sleep Science**, v. 16, n. 4, e389-e398, 2023. DOI: 10.1055/s-0043-1776744.

TANKÉRE, P. *et al.* Residual sleepiness and impaired alertness in treated obstructive sleep apnoea: role of hypoxic burden and sleep fragmentation. **Thorax**, v. 80, n. 4, p. 245-247, 2025. DOI: 10.1136/thorax-2024-222462.

TUFIK, S. *et al.* Obstructive Sleep Apnea Syndrome in the São Paulo Epidemiologic Sleep Study. **Sleep Medicine**, v. 11, n. 5, p. 441-446, 2010. DOI: 10.1016/j.sleep.2009.10.005.

ZANCANELLA, E. *et al.* Obstructive sleep apnea and primary snoring: diagnosis.

Brazilian Journal of Otorhinolaryngology, v. 80, n. 1, p. S1-S16, 2014. Supplement 1.

ZANCO, S. R. P. F. *et al.* Cephalometric evaluation in patients with obstructive sleep apnea undergoing lateral pharyngoplasty. **International Archives of Otorhinolaryngology**, v. 28, n. 2, e278-e287, 2024. DOI: 10.1055/s-0043-1776718.

ANEXOS

ANEXO 1 – Parecer consubstanciado do CEP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação da carga hipóxica em pacientes com apneia obstrutiva do sono submetidos a Faringoplastia Lateral

Pesquisador: ANDRE LUIS PEREIRA VIEIRA

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 83167724.7.0000.5481

Instituição Proponente: Pontifícia Universidade Católica de Campinas - PUC/ CAMPINAS

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 7.126.817



Continuação do Parecer: 7.126.817

Declaração de Pesquisadores	pdf	20/08/2024 14:55:55	ANDRE LUIS PEREIRA VIEIRA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	1RESPONSABILIDADEORIENTADOR.pdf	20/08/2024 14:55:35	ANDRE LUIS PEREIRA VIEIRA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	1RESPONSABILIDADEPESQUISADOR.pdf	20/08/2024 14:54:52	ANDRE LUIS PEREIRA VIEIRA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	DECLARACAOCIENCIA PUC.pdf	20/08/2024 14:54:37	ANDRE LUIS PEREIRA VIEIRA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	1INFRAESTRUTURA.pdf	20/08/2024 14:53:37	ANDRE LUIS PEREIRA VIEIRA	Aceito
Folha de Rosto	1FOLHADEROSTOAndreLuis.pdf	20/08/2024 14:52:30	ANDRE LUIS PEREIRA VIEIRA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

CAMPINAS, 07 de Outubro de 2024

Assinado por:
Sérgio Luiz Pinheiro
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Professor Doutor Euryclides de Jesus Zerbini, nº 1516 - Bloco D

Bairro: Parque Rural Fazenda Santa Cândida **CEP:** 13.087-571

UF: SP **Município:** CAMPINAS

Telefone: (19)3343-6777

E-mail: comitedeetica@puc-campinas.edu.br

ANEXO 2 – Recibo Turnitin



Recibo digital

Esse recibo confirma que o seu documento foi recebido por Turnitin. Abaixo você encontrará a informação do recibo referente ao seu envio.

A primeira página do seu documento está exibida abaixo.

Autor do material:	André Luis Pereira Vieira
Título do Trabalho:	Quick Submit
Título do envio:	Dissertacao mestrado - andre
Nome do arquivo:	PROJETODEFESA_corrigido_FINAL_18_maio_OK.pdf
Tamanho de arquivo:	1.56M
Contagem de páginas:	60
Contagem de palavras:	14,513
Contagem de caracteres:	78,551
Data de envio:	19-mai.-2026 12:02PM (UTC-0300)
Identificação do Envio:	2964983966

