



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

**Faculdade de Ciências de Saúde**

**Programa de Pós- Graduação em Odontologia**

Dissertação de Mestrado

**Avaliação do uso do Laser Erbium YAG no tratamento do ronco: um  
ensaio clínico randomizado controlado com placebo**

**Autor: Djane Cordeiro Rodrigues Brasil**

Brasília, 15 de dezembro de 2025

**Autor: Djane Cordeiro Rodrigues Brasil**

**Avaliação do uso do Laser Erbium YAG no tratamento do ronco: um  
ensaio clínico randomizado controlado com placebo**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Odontologia.

Orientador: Jorge do Nascimento Faber

Brasília, 2025

**Autor: Djane Cordeiro Rodrigues Brasil**

**Título: Avaliação do uso do Laser Erbium YAG no tratamento do ronco: um ensaio clínico randomizado controlado com placebo**

Dissertação aprovada, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Odontologia, Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília.

Data da defesa: 15 dezembro de 2025

Banca examinadora:

---

Prof. Dr. Jorge do Nascimento Faber (Orientador)

---

Prof. Dr. An Tien Li

---

Prof. Dr. João Milki Neto

---

Prof. Dr. Tiago Araújo Coelho de Souza (suplente)

*Dedico este trabalho a todos os pacientes que, com generosidade e confiança, disponibilizaram seu tempo e suas histórias para contribuir voluntariamente com o avanço da ciência. Que esta pesquisa inspire novas possibilidades terapêuticas, desperte esperança e motive a busca por uma melhor qualidade de vida e de sono para toda a população.*

*De forma especial, dedico esta conquista aos meus pais. José Ribamar (in memoriam), cuja sabedoria e ensinamentos da vida seguem ecoando em tudo o que sou e no caminho que trilho.*

*Sua presença permanece como guia, força e inspiração. À minha mãe, Djanira, por todo carinho, cuidado e pela fé inabalável que sempre depositou em mim. Seu amor foi — e continua sendo — o impulso que me levou a acreditar na educação, no estudo e no conhecimento como ferramentas transformadoras.*

*A vocês, minha eterna gratidão e todo o meu amor.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida e pela graça de me conceder a capacidade técnica e humana para servir ao próximo por meio da ciência.

Aos meus filhos, João Pedro e Gabriela, obrigada por caminharem comigo nesta jornada do conhecimento, compreendendo e valorizando a importância do legado que juntos construímos. Que o orgulho, a admiração e o exemplo tenham sido maiores que a minha ausência nos momentos de dedicação intensa. Vocês são minha motivação diária para evoluir e me tornar sempre melhor. Ao meu marido, João Filipe, agradeço por cada gesto de cuidado, pelas palavras de acalento e pela parceria constante em todos os desafios enfrentados. Amo vocês profundamente. À Adriana (tia Dri), obrigada pelo carinho e por zelar com tanto amor pela nossa família.

Aos meus irmãos, Ribamar, Marco e José Henrique, agradeço o apoio e a ternura de sempre. À minha querida irmã, Josemeire, obrigada por me acolher com tanto amor em todos os momentos. Amo muito vocês.

Ao meu orientador, professor Jorge Faber, registro minha profunda gratidão pela confiança, pela generosidade e por compartilhar conhecimentos com tamanha excelência. Sua paixão pela ciência, aliando visão e inovação, é inspiração constante em minha formação.

Aos queridos professores e ortodontistas An Tien Li e Janine Araki, agradeço por conduzirem o ensino da Ortodontia com rigor, zelo e sensibilidade, formando profissionais com um olhar refinado para o diagnóstico das más oclusões. Tenho profunda admiração por vocês.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Odontologia, meu sincero agradecimento por todo aprendizado recebido. De modo especial, agradeço ao professor Tiago Coelho, cuja docência marcada por paciência, amor e ternura permanecerá comigo por toda a vida.

Ao professor João Milki, por quem nutro grande estima, obrigada por aceitar participar desta banca avaliadora.

À Universidade de Brasília, instituição de ensino que guarda tantas memórias e reencontros, obrigada por me acolher mais uma vez.

À equipe do Instituto Faber, agradeço pelo apoio e pelo cuidado em tornar

possível o atendimento aos pacientes desta pesquisa. Marília, Sarah Sayão, Carolina Faber e Patricia Vallim, foi um prazer conviver com vocês. Agradecimento especial à Vânia, cuja leveza e comprometimento tornaram cada atendimento seguro e acolhedor. Muito obrigada.

À querida amiga Daniela Sampaio, presente precioso que ganhei do Programa de Pós-Graduação, obrigada pelas orientações e pela serenidade oferecida nos momentos de turbulência. À amiga Cláudia, obrigada por iniciar comigo essa jornada. Divido a alegria dessa conquista com você.

Aos amigos da Odontologia da Equipe de Fissurados do HRAN/SES — Cyntia, Luiz Guilherme, Fabiana, Elza e Adriana — meu agradecimento pela amizade e pelo cuidado aos pacientes durante minhas ausências. À minha amiga Fernanda, obrigada por ser inspiração constante e por me incentivar a trilhar o caminho da docência. Ao RTA da equipe, Marconi Delmiro, agradeço a compreensão e suporte que viabilizaram esta conquista. E a toda a equipe, que tenho orgulho imenso de integrar, deixo meu sincero agradecimento.

## RESUMO

**Introdução:** O ronco é um problema comum que acomete cerca de cinquenta por cento da população adulta, podendo ocorrer isoladamente ou associado a apneia obstrutiva do sono. Essa condição compromete relações sociais, causa constrangimento e afeta negativamente a qualidade de vida. Embora tratamentos tradicionais, como pressão positiva contínua nas vias aéreas, aparelhos de avanço mandibular e exercícios fisioterapêuticos apresentem eficácia, a adesão limitada reduz seus resultados. O laser não ablativo de Érbio: Ítrio-Alumínio-Granada (Er:YAG) desponta como abordagem terapêutica promissora, com potencial para maior conforto e melhor adesão. **Objetivos:** Avaliar a eficácia do laser Er:YAG no tratamento do ronco associado a apneia obstrutiva do sono leve em adultos ao longo de três meses, comparando três grupos experimentais (duas modalidades ativas e um placebo). Comparar o desempenho das peças de mão convencional (Angled Handpiece) e específica para o ronco (Straight Handpiece). **Métodos:** O estudo, um ensaio clínico randomizado single-blind, incluiu trinta adultos entre quarenta e sessenta anos, de ambos os sexos, com diagnóstico de ronco primário associado a apneia obstrutiva do sono leve e sem uso prévio de pressão positiva contínua nas vias aéreas ou aparelhos de avanço mandibular. Foram excluídos indivíduos com doenças respiratórias graves, histórico de cirurgia das vias aéreas, uso de medicamentos que interferem no sono, gestantes e lactantes. Os participantes foram distribuídos em três grupos: placebo, grupo Angled Handpiece e grupo Straight Handpiece. O protocolo consistiu em três sessões com o laser Er:YAG de 2940 nm (LiteTouch, Light Instruments Ltd., Israel), no modo Gentle para tecidos moles (40 mJ, 30 Hz, 1,20 W), com intervalos de duas semanas, realizadas em ambiente ambulatorial, com duração de 15 a 20 minutos. Medidas subjetivas (classificação de Mallampati, Escala de Sonolência de Epworth, escores de qualidade de vida e qualidade do sono pela Escala Analógica Visual e questionário de efeitos colaterais) e objetivas (parâmetros polissonográficos) foram avaliadas no início e três meses após a última sessão. **Resultados:** O grupo Angled Handpiece apresentou as maiores reduções nos parâmetros respiratórios, incluindo diminuição significativa do índice de dessaturação de oxigênio e da carga hipóxica, além da maior redução média no escore de ronco no período analisado. A saturação mínima de oxigênio permaneceu semelhante entre os grupos, embora tenha sido observada diferença significativa entre os grupos ativos nos tempos avaliados. A melhora nos escores de qualidade de vida observada no grupo Angled Handpiece não apresentou relevância clínica. **Conclusões:** O laser Er:YAG, especialmente com a Angled Handpiece, mostra-se uma intervenção não invasiva promissora para o tratamento do ronco associado a apneia obstrutiva do sono leve, promovendo melhora em parâmetros respiratórios e redução da intensidade do ronco. Os resultados sustentam seu potencial terapêutico e indicam a necessidade de estudos com amostras maiores e seguimento prolongado.

**Palavras-chave:** Ronco; Apneia Obstrutiva do Sono; Laser Erbium YAG; Ensaio Clínico Randomizado; Tecnologia Médica; Qualidade de Vida; Intervenção Não Invasiva; Tratamento do Ronco; Peças de Mão para Laser; Satisfação do Paciente.

## ABSTRACT

**Introduction:** Snoring affects approximately fifty percent of the adult population and may occur in isolation or in association with obstructive sleep apnea, negatively impacting social relationships, causing embarrassment, and reducing quality of life. Although conventional therapies such as continuous positive airway pressure, mandibular advancement devices, and physiotherapeutic exercises show efficacy, limited adherence reduces their effectiveness. The non-ablative Erbium:Yttrium-Aluminum-Garnet (Er:YAG) laser has emerged as a promising therapeutic approach, with potential for greater comfort and improved adherence. **Objectives:** To evaluate the effectiveness of the Er:YAG laser in treating snoring associated with mild obstructive sleep apnea in adults over a three-month period, comparing three experimental groups (two active modalities and one placebo). To compare the performance of the conventional handpiece (Angled Handpiece) and the specific handpiece for snoring (Straight Handpiece). **Methods:** This single-blind randomized clinical trial included thirty adults aged forty to sixty years, of both sexes, diagnosed with primary snoring associated with mild obstructive sleep apnea and with no previous use of continuous positive airway pressure or mandibular advancement devices. Individuals with severe respiratory diseases, previous airway surgery, use of medications that interfere with sleep, and pregnant or breastfeeding women were excluded. Participants were allocated into three groups: placebo, Angled Handpiece group, and Straight Handpiece group. The protocol consisted of three sessions using the Er:YAG laser at 2940 nm (LiteTouch, Light Instruments Ltd., Israel), in Gentle mode for soft tissues (40 mJ, 30 Hz, 1.20 W), at two-week intervals, performed in an outpatient setting, with each session lasting 15 to 20 minutes. Subjective measures (Mallampati classification, Epworth Sleepiness Scale, quality-of-life and sleep-quality scores using a Visual Analog Scale, and an adverse-effects questionnaire) and objective measures (polysomnographic parameters) were assessed at baseline and three months after the final session. **Results:** The Angled Handpiece group showed the greatest reductions in respiratory parameters, including significant decreases in the oxygen desaturation index and hypoxic burden, as well as the largest mean reduction in snoring score over the analyzed period. Minimum oxygen saturation remained similar across groups, although a significant difference between active groups was observed at the evaluated timepoints. The improvement in quality-of-life scores observed in the Angled Handpiece group did not demonstrate clinical relevance. **Conclusions:** The Er:YAG laser, particularly when applied with the Angled Handpiece, appears to be a promising non-invasive intervention for the treatment of snoring associated with mild obstructive sleep apnea, promoting improvements in respiratory parameters and reducing snoring intensity. The findings support its therapeutic potential and highlight the need for studies with larger samples and extended follow-up to confirm and strengthen its clinical applicability.

**Keywords:** Snoring; Obstructive Sleep Apnea; Erbium YAG Laser; Randomized Clinical Trial; Medical Technology; Quality of Life; Non-Invasive Intervention; Snoring Treatment; Laser Handpieces; Patient Satisfaction.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- AG — Angled Handpiece Group (grupo tratado com peça de mão convencional)
- AH — Angled Handpiece (peça de mão convencional)
- AHI — Índice de apneia e hipopneia
- BMI — Índice de massa corporal
- CPAP — Pressão positiva contínua nas vias aéreas
- DAP — Pressão arterial diastólica
- Er:YAG — Érbio: Ítrio-Alumínio-Granada (Laser Er:YAG)
- Epworth — Escala de Sonolência de Epworth
- HB — Carga hipóxica
- HR Ave — Frequência cardíaca média
- HR Max — Frequência cardíaca máxima
- HR Min — Frequência cardíaca mínima
- LAUP — Uvulopalatoplastia assistida por laser
- LLLT — Terapia a laser de baixa intensidade
- MAP — Pressão arterial média
- OSA — Apneia obstrutiva do sono
- ODI — Índice de dessaturação de oxigênio
- PBM — Fotobiomodulação
- PG — Placebo Group (grupo placebo)
- SAP — Pressão arterial sistólica
- SG — Straight Handpiece Group (grupo tratado com peça de mão específica)
- SH — Straight Handpiece (peça de mão específica)
- SS — Escore de ronco
- T90 — Percentual de tempo de sono com saturação < 90%
- VAS — Escala visual analógica

## SUMÁRIO

Capítulo 1	12
1.1 Introdução	13
1.2 Revisão da Literatura	15
1.2.1 Fundamentos dos lasers médicos	15
1.2.1.1 Princípios físicos do laser	15
1.2.1.2 Classificação e tipos de laser utilizados em Medicina e Odontologia	18
1.2.2 Aplicações médicas e odontológicas do laser	21
1.2.2.1 Uso do laser em tecidos moles e duros	21
1.2.2.2 Laserterapia em Otorrinolaringologia e Medicina do Sono	23
1.2.3 Laser no tratamento do ronco e apneia obstrutiva do sono	25
1.2.3.1 Fisiopatologia do ronco e da OSA	25
1.2.3.2 Racional para o uso do laser na OSA	26
1.2.3.3 Evidências clínicas do uso do laser em ronco e OSA leve/moderada	27
1.2.3.4 Limitações e considerações atuais	31
1.3 Objetivos	34
1.3.1 Objetivo Geral	34
1.3.2 Objetivo Específico	34
1.4 Referências	35
Capítulo 2	40
Resumo	41
Abstract	42
2.1 Introdução	43
2.2 Metodologia	45
2.2.1 Seleção da Amostra	45
2.2.2 Randomização	47
2.2.3 Protocolo de Tratamento	47
Consulta 1	47
Intervenções	48
2.2.4 Análise Estatística	51
2.3 Resultados	52
2.3.1 Desfechos primários	53

2.3.2 Desfechos secundários	54
2.4 Discussão	56
2.5 Conclusões	58
2.6 Referências	59
Capítulo 3	62
Press Release	63
Anexos	64
3.1 Anexo 1— Anamnese	64
3.2 Anexo 2 —Exame clínico	65
3.3 Anexo 3 —Termo de consentimento livre e esclarecido	66
3.4 Anexo 4 — Escala de sonolência de Epworth	68
3.5 Anexo 5 — Escala visual analógica de qualidade de vida e de qualidade de sono	69

## **CAPÍTULO 1**

*Introdução, Revisão de Literatura, Objetivos*

## 1.1. INTRODUÇÃO

O ronco é um fenômeno do sono que ocorre devido a obstrução parcial das vias aéreas superiores, causando vibração dos tecidos da rino-oro-hipofaringe e, menos frequentemente da laringe [1]. Frequentemente associado à Apneia Obstrutiva do Sono (OSA), o ronco é um distúrbio respiratório que afeta cerca de 50% dos homens e 30% das mulheres na população em geral [2,3]. Acredita-se que a OSA seja uma condição progressiva, na qual o ronco primário e a OSA grave representam estágios distintos e opostos de uma mesma doença. O ronco pode ocorrer isoladamente, sem estar associado a apneia obstrutiva do sono, ou em conjunto com apneia do sono de intensidade leve a grave [4]. Embora a apneia obstrutiva tenha consequências bem documentadas, incluindo perturbações no sono e aumento do risco de comorbidades graves, como hipertensão, doenças cardiovasculares e problemas metabólicos [5], o ronco em si é pouco estudado, apesar de suas implicações sociais e emocionais significativas [4].

Além de ser um fator de desconforto físico, o ronco é uma fonte de constrangimento para quem sofre com a condição. Pessoas que roncam frequentemente enfrentam situações de bullying devido ao barulho que produzem durante o sono e ao impacto negativo que causam na qualidade do sono de seus parceiros ou familiares. Esse desconforto pode levar a mudanças no comportamento social, como a recusa em participar de viagens com amigos ou colegas de trabalho que envolvam a partilha de quartos, por medo de perturbar o sono dos outros. Além disso, o ronco pode afetar negativamente relacionamentos afetivos, com indivíduos evitando intimidade por vergonha de roncar na presença do parceiro [3].

Essas consequências sociais e emocionais destacam a importância do tratamento do ronco, uma condição que ainda é pouco valorizada na sociedade. Os tratamentos convencionais para o ronco incluem travesseiros que auxiliam no posicionamento adequado da cabeça, terapia postural para manter o decúbito lateral, uso de aparelhos intrabucais de avanço mandibular, fisioterapia para fortalecer a musculatura da orofaringe e, em casos menos comuns, o uso de dispositivos de pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP). No entanto, a adesão a esses tratamentos pode ser limitada [5].

O tratamento do ronco e da apneia obstrutiva do sono (OSA) tem sido um campo de estudo em constante evolução, especialmente com o advento de novas tecnologias médicas. A introdução do laser Erbium YAG como uma opção terapêutica representa uma inovação significativa nesse campo, especialmente por ser uma modalidade pouco invasiva e com potencial para melhorar a adesão ao tratamento [5,6].

Nesse contexto, a aplicação do LASER Erbium YAG (LiteTouch, Light Instruments, Israel) surge como uma alternativa promissora, oferecendo potencialmente maior conforto e facilidade de adesão, especialmente no manejo do ronco primário e do ronco associado a apneia leve [7].

## 1.2 REVISÃO DA LITERATURA

### 1.2.1 Fundamentos dos lasers médicos

O laser (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) surge com base em um fenômeno chamado emissão estimulada, previsto por Albert Einstein em 1917 [8].

Os lasers médicos constituem dispositivos capazes de emitir radiação eletromagnética coerente, monocromática e colimada, características essenciais para assegurar uma aplicação altamente precisa e seletiva [9]. A geração dessa radiação ocorre por meio do processo de emissão estimulada em um meio ativo, resultando em um feixe com propriedades físicas distintivas em relação à luz convencional. Tais propriedades determinam a forma como a energia é transferida ao tecido biológico e, conseqüentemente, modulam o tipo de resposta induzida, podendo incluir corte, coagulação, ablação, bioestimulação celular ou mesmo a produção de ondas acústicas, entre outros efeitos [10].

#### 1.2.1.1 Princípios físicos do laser

Os princípios físicos fundamentais dos lasers médicos envolvem três características principais do feixe: monocromaticidade (emissão de luz em um único comprimento de onda), coerência (as ondas de luz estão em fase) e colimação (o feixe é paralelo, com mínima dispersão). Essas propriedades permitem que a energia seja entregue de forma precisa e controlada aos tecidos biológicos, otimizando a interação com alvos específicos [9].

A monocromaticidade refere-se à capacidade do laser de emitir luz dentro de uma faixa espectral extremamente estreita, próxima a um único comprimento de onda. Essa propriedade possibilita a seleção precisa de comprimentos de onda com alta afinidade por cromóforos específicos presentes nos tecidos biológicos, como melanina, hemoglobina e água, favorecendo a absorção seletiva [10].

A coerência diz respeito à estabilidade de fase entre as ondas emitidas, tanto no domínio temporal quanto espacial, conferindo ao feixe características de interferência e elevada direcionalidade. Embora essa propriedade seja fundamental

em aplicações que demandam precisão interferométrica ou que envolvem fenômenos ópticos não lineares, sua relevância nem sempre é determinante para os efeitos biológicos primários gerados pela interação da radiação laser com os tecidos [11].

A colimação, ou direcionalidade do feixe, refere-se à sua capacidade de manter baixa divergência durante a propagação. Essa característica possibilita a focalização precisa da radiação, resultando em elevada irradiância no ponto-alvo. Conseqüentemente, aumenta-se a eficiência da entrega energética e aprimora-se a segurança do procedimento terapêutico [10].

A interação da radiação laser com os tecidos biológicos ocorre, fundamentalmente, por meio de quatro fenômenos físicos — absorção, reflexão, dispersão (espalhamento) e transmissão — os quais influenciam diretamente a profundidade de penetração, a distribuição espacial da energia entregue e, conseqüentemente, os efeitos biológicos produzidos. Dentre esses mecanismos, a absorção possui maior relevância clínica, uma vez que determina tanto a extensão da penetração quanto a natureza da resposta tecidual. Esse processo depende da relação entre o cromóforo-alvo (como água, hemoglobina ou melanina) e o comprimento de onda da radiação. Por outro lado, a reflexão e a dispersão podem reduzir a eficácia terapêutica e elevar o risco de efeitos colaterais, enquanto a transmissão possibilita que a luz alcance camadas mais profundas do tecido [9]. A proporção de energia atribuída a cada um desses fenômenos é modulada pelo comprimento de onda utilizado, pelas propriedades ópticas do tecido e pela geometria de incidência do feixe [10].

A classificação dos efeitos biológicos induzidos pela radiação laser baseia-se no mecanismo físico-biológico de transferência de energia ao tecido [9]. O efeito fototérmico constitui o mecanismo mais clássico e resulta da conversão da energia luminosa em calor a partir da absorção pelos cromóforos teciduais. O aumento localizado da temperatura pode desencadear diferentes respostas, como desnaturação proteica, coagulação, vaporização ou ablação, dependendo da fluência, da potência, do tempo de exposição e da capacidade do tecido de dissipar calor [10].

Em condições de deposição extremamente rápida de energia, particularmente com pulsos na faixa de nanossegundos a picossegundos, pode ocorrer o efeito fotoacústico, caracterizado por expansão térmica abrupta e formação de ondas de pressão. Esse fenômeno gera microcavitação e efeitos mecânicos capazes de

fragmentar estruturas densas, como cálculos ou pigmentos, com mínima difusão térmica para os tecidos adjacentes[12].

Em contraste com esses mecanismos ablativos ou destrutivos, a fotobiomodulação (PBM) envolve a utilização de baixas potências e fluências para modular processos celulares sem induzir dano térmico significativo. Seus efeitos abrangem estimulação do metabolismo mitocondrial, modulação de vias redox e regulação da expressão gênica, conduzindo a respostas anti-inflamatórias, estimulação do reparo tecidual e promoção da proliferação celular. Esses processos são mediados, predominantemente, pela absorção de fótons pela citocromo-c oxidase na cadeia respiratória mitocondrial[13].

Os parâmetros físico-dosimétricos dos lasers determinam de forma decisiva o padrão de interação da radiação com os tecidos biológicos e, conseqüentemente, os efeitos clínicos obtidos. Entre esses parâmetros, o comprimento de onda ( $\lambda$ ) exerce papel central na seletividade óptica, pois define quais cromóforos apresentam maior coeficiente de absorção e, portanto, a profundidade de penetração da luz no tecido. Comprimentos de onda mais longos, como 1064 nm, apresentam baixa absorção por água e hemoglobina, permitindo ação mais profunda. Em contraposição, comprimentos de onda fortemente absorvidos pela água — como 2940 nm, característico do laser Er:YAG — produzem uma interação essencialmente superficial e altamente precisa, favorecendo ablação controlada com mínima difusão térmica para as estruturas adjacentes [10]

Outro parâmetro crítico é a duração do pulso e o regime de emissão (contínuo ou pulsado), que influenciam diretamente o mecanismo predominante de transferência de energia ao tecido. Pulsos muito curtos depositam energia em intervalos inferiores ao tempo necessário para dissipação térmica, favorecendo efeitos mecânicos ou fotoacústicos. Por sua vez, pulsos mais longos ou a emissão em modo contínuo tendem a produzir efeitos predominantemente térmicos, com maior propagação do calor para regiões próximas ao ponto de incidência. A seleção adequada desses parâmetros deve considerar o tempo de relaxamento térmico (thermal relaxation time) das estruturas-alvo, o que permite maximizar a seletividade e reduzir danos colaterais [10]

Por fim, a fluência ( $J/cm^2$ ) e a irradiância ( $W/cm^2$ ) correspondem, respectivamente, à densidade de energia e à densidade de potência entregues ao tecido, modulando a dose efetiva e o tipo de resposta biológica desencadeada. Em

abordagens de fotobiomodulação, valores baixos desses parâmetros são suficientes para promover modulação celular sem induzir aquecimento significativo. Em contraste, procedimentos ablativos requerem fluências muito mais elevadas, capazes de ultrapassar o limiar de vaporização tecidual e assegurar remoção precisa do material biológico[10]

Revisões clássicas e contemporâneas detalham de forma consistente os principais mecanismos de interação da radiação laser com os tecidos — fototérmico, fotomecânico/fotoacústico e fotobiológico — e ressaltam que a segurança dos procedimentos depende diretamente da escolha adequada dos parâmetros dosimétricos, do uso rigoroso de proteção ocular e da adoção de protocolos ajustados ao tipo tecidual e à indicação clínica[10] No âmbito específico da fotobiomodulação (PBM), revisões sistemáticas recentes reforçam a evidência de efeitos terapêuticos positivos em diferentes condições, incluindo aceleração da cicatrização, redução da dor e manejo da mucosite. No entanto, tais estudos também destacam a significativa heterogeneidade nos protocolos empregados e a consequente necessidade de padronização dos parâmetros físicos e operacionais, de modo a garantir reprodutibilidade e consistência dos resultados clínicos [14].

Dessa forma, a compreensão aprofundada dos fundamentos físicos e biológicos que regem a interação luz-tecido constitui pressuposto essencial para o emprego responsável, seguro e cientificamente embasado dos lasers na prática terapêutica.

#### 1.2.1.2 Classificação e tipos de laser utilizados em Medicina e Odontologia

A classificação dos lasers utilizados em Medicina e Odontologia baseia-se principalmente no meio ativo e no comprimento de onda, que determinam suas propriedades ópticas e aplicações clínicas [9]

Os lasers de Érbio, nas modalidades Er:YAG (2940 nm) e Er,Cr:YSGG (2780 nm), caracterizam-se por elevada afinidade pela água e pela hidroxiapatita, o que lhes confere profundidade de penetração extremamente superficial — na ordem de micrômetros — e alta precisão na remoção de tecidos. Devido ao coeficiente de absorção excepcionalmente alto nesses cromóforos, a interação resulta predominantemente em ablação fotoacústico-fototérmica controlada, com mínima

difusão térmica para as estruturas adjacentes e baixo risco de carbonização, necrose ou danos colaterais[9] Essas propriedades tornam o Er:YAG e o Er,Cr:YSGG especialmente adequados para procedimentos minimamente invasivos, proporcionando cicatrização mais rápida, menor inflamação pós-operatória e maior conforto ao paciente.

No contexto odontológico, ambos os lasers são amplamente empregados no preparo cavitário, na remoção seletiva de tecido cariado, na ablação de esmalte, dentina e osso, bem como em procedimentos periodontais e cirurgias de tecidos moles, devido à sua capacidade de vaporizar água intracelular e promover microexplosões que removem o substrato com elevada precisão [15]. Em dermatologia e medicina estética, o laser Er:YAG destaca-se pela ablação e resurfacing cutâneo altamente controlados, enquanto em protocolos específicos — como os modos long-pulse ou SMOOTH — permite remodelamento mucoso e tratamentos não ablativos, preservando a integridade estrutural do tecido e mantendo segurança elevada. Essas características consolidam os lasers de Érbio como ferramentas versáteis e eficazes em intervenções que exigem controle rigoroso da profundidade e da extensão dos efeitos biológicos.

O laser de Dióxido de Carbono ( $\text{CO}_2$ ), que opera em 10.600 nm, apresenta altíssima absorção pela água, resultando em um efeito fototérmico predominantemente superficial, com profundidade de penetração de aproximadamente 0,1–0,2 mm, o que possibilita corte, vaporização e coagulação com excelente controle hemostático [9]. Essa interação eficiente com tecidos moles torna o  $\text{CO}_2$  amplamente utilizado em cirurgias dermatológicas, orais e otorrinolaringológicas, especialmente em procedimentos que requerem remoção precisa de tecido e mínima dispersão térmica lateral [16]. Embora seja considerado seguro quando empregado com dosimetria adequada, o laser de  $\text{CO}_2$  pode produzir coagulação térmica mais pronunciada e maior risco de carbonização em comparação aos lasers de Érbio, sobretudo em modos ablativos ou sob parâmetros inadequados, o que reforça a necessidade de treinamento técnico rigoroso e controle preciso do feixe[17,18].

Os lasers de Nd:YAG (1064 nm) e diodo (810–980 nm) caracterizam-se por menor absorção pela água e maior afinidade por cromóforos como hemoglobina e melanina, o que lhes confere maior profundidade de penetração tecidual quando comparados aos lasers altamente hidrofílicos. O Nd:YAG, em particular, pode atingir

profundidades aproximadas de 4–6 mm, sendo amplamente empregado em coagulação vascular, procedimentos em tecidos moles, descontaminação bacteriana e terapias de fotocoagulação, embora apresente risco aumentado de dano térmico profundo, carbonização e lesão de estruturas adjacentes, exigindo manejo criterioso dos parâmetros operatórios [9,18,19]. Já os lasers de diodo, com penetração intermediária de aproximadamente 2–3 mm, são indicados para procedimentos em tecidos moles, analgesia, terapia fotodinâmica e descontaminação, apresentando baixo risco de alterações indesejadas em tecidos duros quando utilizados dentro de parâmetros seguros[19–21]

A comparação entre os diferentes tipos de lasers utilizados em aplicações biomédicas evidencia distinções marcantes quanto à profundidade de penetração, perfil de segurança, faixa de potência operacional e indicações clínicas. Em termos de penetração óptica, estabelece-se uma hierarquia aproximada na qual lasers de CO<sub>2</sub> apresentam a menor profundidade, seguidos pelos lasers de Érbio (Er:YAG e Er,Cr:YSGG), enquanto Nd:YAG e diodo exibem os maiores alcances teciduais. Do ponto de vista da segurança biotérmica, CO<sub>2</sub> e Érbio demonstram desempenho superior para procedimentos de ablação superficial, dada a elevada absorção pela água e consequente limitação da difusão térmica, reduzindo significativamente o risco de dano profundo. Em contraste, Nd:YAG e diodo, devido à absorção preferencial por cromóforos sanguíneos e à maior penetração, exigem controle rigoroso da dosimetria para evitar efeitos térmicos indesejados, como necrose por carbonização ou lesões subjacentes. Embora todos esses lasers operem em amplitudes variáveis de potência, a seleção adequada depende do tecido-alvo, da profundidade desejada de ação e do efeito fotobiológico ou fototérmico pretendido. Clinicamente, os lasers de Érbio são considerados padrão para ablação precisa de tecidos duros e moles, enquanto o CO<sub>2</sub> se destaca em resurfacing, incisões e vaporização superficial com hemostasia eficiente; já Nd:YAG e diodo são preferidos para procedimentos profundos, incluindo fotocoagulação vascular, descontaminação e terapias em tecidos moles [19].

A compreensão desses fundamentos é essencial para a seleção adequada do tipo de laser, garantindo correspondência entre o objetivo terapêutico, as propriedades ópticas do tecido-alvo e o perfil clínico do paciente, de modo a assegurar eficácia e segurança [9]. A escolha da tecnologia laser deve considerar profundidade de penetração, seletividade, risco térmico e finalidade clínica, enquanto o domínio dos parâmetros operatórios e o treinamento adequado do profissional permanecem

determinantes para minimizar complicações e otimizar os resultados [17–19].

## **1.2.2 Aplicações médicas e odontológicas do laser**

### **1.2.2.1 Uso do laser em tecido moles e duros**

As aplicações médicas e odontológicas dos lasers abrangem, de forma consolidada, procedimentos cirúrgicos minimamente invasivos, promoção de cicatrização e regeneração tecidual, bioestimulação e controle da dor, tanto em tecidos moles quanto em tecidos duros. A literatura evidencia que esses dispositivos oferecem elevada precisão operatória, maior segurança e tempos de recuperação reduzidos, sustentando seu amplo uso clínico [22,23]. Os efeitos terapêuticos obtidos decorrem de mecanismos como ablação, coagulação, fotobiomodulação e estimulação celular, cuja manifestação depende diretamente do tipo de laser empregado, dos parâmetros de energia selecionados e do modo de aplicação, fatores determinantes para alcançar o resultado clínico desejado [22,24].

Em odontologia, lasers como Er:YAG, Er,Cr:YSGG, CO<sub>2</sub>, Nd:YAG e diodo são empregados para a ablação precisa de tecidos duros (esmalte, dentina, osso) e moles (gengiva, mucosa), proporcionando menor sangramento, edema e dor pós-operatória, além de favorecer cicatrização acelerada e redução do risco de infecção [22]. Nas cirurgias periodontais e peri-implantares, esses lasers desempenham papel importante na descontaminação, no debridamento e na estimulação da regeneração tecidual, com evidências que demonstram aumento da proliferação celular, diferenciação de células-tronco e modulação da resposta inflamatória [22,25]

Na medicina, a fotobiomodulação (PBM), também denominada terapia a laser de baixa intensidade (LLLT), especialmente com dispositivos de diodo e Gálio-Alumínio-Arsênio (GaAIs), é amplamente utilizada para modular processos biológicos envolvidos no reparo tecidual, na resposta inflamatória, na proliferação celular e na diferenciação de células-tronco, além de promover analgesia. Clinicamente, a PBM tem sido empregada no manejo da dor, na redução de inflamação, no tratamento de feridas complexas, neuropatias e diversas condições musculoesqueléticas, apresentando benefícios consistentes em alívio sintomático, recuperação funcional e qualidade de vida [24,26,27].

Estudos demonstram que a fotobiomodulação (PBM) pode acelerar a cicatrização de feridas, estimular a regeneração óssea e de tecidos moles e reduzir a dor em diversas condições orais e sistêmicas, incluindo patologias musculoesqueléticas e neuropáticas [24,26]. Seu mecanismo de ação envolve a absorção da luz por cromóforos celulares, especialmente a citocromo c oxidase, resultando em aumento da produção de adenosina trifosfato (ATP), modulação de citocinas e fatores de crescimento e ativação de vias de sinalização celular [26].

No contexto cirúrgico, lasers são utilizados para promover hemostasia eficiente, minimizando sangramento intraoperatório e facilitando procedimentos em áreas de difícil acesso, como cirurgias orais, dermatológicas, oftalmológicas e urogenitais. Parâmetros específicos de comprimento de onda, potência e tempo de exposição são fundamentais para otimizar a coagulação sanguínea e evitar danos térmicos excessivos [28].

Em cirurgia maxilofacial, LLLT é eficaz na cicatrização de mucosite oral, controle de dor e melhora da reparação tecidual [29].

A bioestimulação por laser promove aumento da densidade óssea, redução do volume de defeitos e melhora dos índices de cicatrização em procedimentos endodônticos e periodontais [25,30]. Protocolos com lasers de diodo (400–1500 nm, dose  $<25 \text{ J/cm}^2$ ) são recomendados para dor orofacial e disfunções temporomandibulares [27].

O laser é amplamente utilizado para procedimentos minimamente invasivos, cicatrização e regeneração tecidual, bioestimulação e controle da dor, com vantagens em precisão, segurança e recuperação acelerada [22,31].

Os grupos de pacientes que mais frequentemente utilizam lasers médicos variam conforme a especialidade clínica. Em dermatologia pediátrica, crianças com lesões vasculares — incluindo manchas em vinho do porto, hemangiomas infantis e outras malformações vasculares — constituem um dos principais perfis atendidos, especialmente com o uso de lasers vasculares dedicados. Além disso, esses dispositivos são empregados no tratamento de cicatrizes e de determinadas lesões pigmentadas, como o nevo de Ota, embora a necessidade eventual de anestesia geral em crianças menores de dois anos limite sua utilização, favorecendo a realização de procedimentos ambulatoriais sem sedação profunda ou anestesia geral [32].

Em dermatologia estética e cirúrgica, adultos que buscam tratamento para lesões pigmentadas benignas — como máculas café-com-leite, nevo de Ota, nevo de Becker e líquen plano pigmentoso — são frequentemente tratados com lasers Q-switched, especialmente o Nd:YAG 1064 nm, amplamente reconhecido por sua eficácia em distúrbios pigmentares dérmicos. Pacientes com fototipos elevados (Fitzpatrick IV–VI) também se beneficiam desses procedimentos, embora apresentem maior risco de efeitos adversos, incluindo hiperpigmentação pós-inflamatória e hipopigmentação, o que reforça a necessidade de protocolos individualizados e parâmetros rigorosamente controlados [33].

A demanda por tratamentos estéticos com lasers e dispositivos baseados em energia tem crescido significativamente entre pacientes do sexo masculino, embora ainda haja escassez de literatura dedicada às particularidades desse grupo na dermatologia estética. Homens buscam esses procedimentos principalmente para o manejo de dano actínico, cicatrizes de acne, rinofima e remoção de pelos, além de tratamentos voltados ao rejuvenescimento facial e à correção de lesões vasculares e pigmentares. Embora os princípios terapêuticos sejam semelhantes aos aplicados em mulheres, ajustes específicos na abordagem clínica podem ser necessários em função das diferenças anatômicas, hormonais e comportamentais que caracterizam o público masculino [34].

Na ginecologia, mulheres pós-menopausa com síndrome geniturinária, pacientes com líquen escleroso e aquelas com sintomas de atrofia vulvovaginal constituem os principais grupos em que o laser tem sido considerado como opção terapêutica adjuvante. Os autores sintetizam os dados de segurança e eficácia referentes às condições ginecológicas mais estudadas até o momento, incluindo atrofia vulvovaginal no contexto da síndrome geniturinária da menopausa, líquen escleroso e incontinência urinária. Apesar do uso crescente, a evidência para determinadas indicações — especialmente incontinência urinária e dor pélvica crônica — permanece limitada, reforçando a necessidade de ensaios clínicos bem conduzidos para estabelecer periodicidade, parâmetros de aplicação e perfis de benefício-real versus risco [35].

### 1.2.2.2 Laserterapia em Otorrinolaringologia e Medicina do Sono

As principais aplicações da laserterapia em otorrinolaringologia e medicina do sono incluem o tratamento de ronco e apneia obstrutiva do sono por meio de procedimentos minimamente invasivos, como a uvulopalatoplastia assistida por laser (LAUP), a redução volumétrica da mucosa faríngea e do palato mole, além do potencial de remodelamento tecidual e estímulo à produção de colágeno [36].

Na otorrinolaringologia e medicina do sono, a terapia laser tem ganhado destaque em procedimentos minimamente invasivos para tratamento de distúrbios respiratórios do sono, como o ronco e a apneia obstrutiva do sono (OSA). A LAUP e a redução volumétrica da mucosa faríngea e do palato mole são realizadas principalmente com lasers de CO<sub>2</sub>, Er:YAG e diodo, visando remodelar e estimular a produção de colágeno, aumentar a rigidez tecidual e reduzir a obstrução das vias aéreas superiores [22]. Esses procedimentos promovem remodelação tecidual por meio de efeitos fototérmicos e fotobiomoduladores, com evidências de melhora clínica dos sintomas e perfil de segurança favorável [22,26].

A LAUP emprega dispositivos como CO<sub>2</sub>, Nd:YAG, Er:YAG e diodo para ressecar ou remodelar o palato mole e a úvula, reduzindo a obstrução retropalatal e a vibração associada ao ronco. Evidências apontam melhora do ronco e redução do índice de apneia-hipopneia (AHI), embora com taxas de sucesso heterogêneas e risco de agravamento do AHI em alguns pacientes, destacando a importância da seleção criteriosa dos candidatos ao procedimento [36,37]. A associação com tonsilectomia pode potencializar os resultados em casos de obstrução significativa [38].

A redução volumétrica e o remodelamento do palato mole por lasers não ablativos, como o Er:YAG em modo SMOOTH e o CO<sub>2</sub> de baixa energia, promovem aumento da rigidez tecidual, contração do colágeno e estímulo à neocolagênese, resultando em diminuição da vibração palatal e melhora do ronco e da sonolência diurna [7,39]. O efeito é mediado por fototermólise seletiva, com mínima lesão superficial e baixo risco de complicações [7].

A bioestimulação por laser, especialmente em modos de baixa potência, favorece a reparação tecidual, modulação inflamatória e analgesia, sendo utilizada como adjuvante em pós-operatório e em condições inflamatórias crônicas [26].

A laserterapia em otorrinolaringologia e medicina do sono é empregada para uvulopalatoplastia assistida por laser, redução volumétrica da mucosa faríngea e do

palato mole, e para remodelamento tecidual com estímulo à produção de colágeno, visando melhora funcional e sintomática em pacientes selecionados com ronco e apneia obstrutiva do sono [36–38].

A estimulação da síntese de colágeno e reorganização das fibras contribui para o aumento da tonicidade do palato mole, sendo um mecanismo central na redução do colapso faríngeo durante o sono [21,26].

### **1.2.3 Laser no tratamento do ronco e da apneia obstrutiva do sono**

#### **1.2.3.1 Fisiopatologia do ronco e da OSA**

O ronco é um fenômeno do sono que ocorre devido a obstrução parcial das vias aéreas superiores, causando vibração dos tecidos da rino-oro-hipofaringe e, menos frequentemente da laringe [1]. Frequentemente associado à Apneia Obstrutiva do Sono (OSA), o ronco é um distúrbio respiratório que afeta cerca de 50% dos homens e 30% das mulheres na população em geral [2]. Acredita-se que a OSA seja uma condição progressiva, na qual o ronco primário e a OSA grave representam estágios distintos e opostos de uma mesma doença. O ronco pode ocorrer isoladamente, sem estar associado a apneia obstrutiva do sono, ou em conjunto com apneia do sono de intensidade leve a grave. Embora a apneia obstrutiva tenha consequências bem documentadas, incluindo perturbações no sono e aumento do risco de comorbidades graves, como hipertensão, doenças cardiovasculares e problemas metabólicos, o ronco em si é pouco estudado, apesar de suas implicações sociais e emocionais significativas [3].

O ronco, além de ser um fator de desconforto físico, é uma fonte de constrangimento para quem sofre com a condição. Pessoas que roncam frequentemente enfrentam situações de bullying devido ao barulho que produzem durante o sono e ao impacto negativo que causam na qualidade do sono de seus parceiros ou familiares [3]. Esse desconforto pode levar a mudanças no comportamento social, como a recusa em participar de viagens com amigos ou colegas de trabalho que envolvam a partilha de quartos, por medo de perturbar o sono dos outros. Além disso, o ronco pode afetar negativamente relacionamentos afetivos, com indivíduos evitando intimidade por vergonha de roncar na presença do parceiro.

O ronco afeta uma parcela significativa da população, com estimativas indicando que cerca de 45% dos adultos roncam ocasionalmente, enquanto 25% são roncadores habituais. Além disso, a apneia obstrutiva do sono (AOS), na qual o ronco é um dos principais sintomas, está presente em aproximadamente 95% dos casos de OSA. Essa condição está associada a sérios riscos à saúde, incluindo hipertensão, doenças cardiovasculares, acidente vascular cerebral (AVC) e diabetes tipo 2. Esses riscos aumentam conforme a severidade da apneia, tornando o manejo eficaz dessa condição crucial para melhorar a qualidade de vida e aumentar a longevidade dos pacientes. Estudos revelaram uma correlação positiva entre o ronco e o risco de ataque cardíaco e acidente vascular cerebral [40].

O ronco e a apneia obstrutiva do sono (OSA) resultam de obstrução parcial ou total das vias aéreas superiores durante o sono, levando à vibração dos tecidos (ronco) e episódios de cessação do fluxo aéreo (apneia/hipopneia). Os principais mecanismos envolvem o colapso do palato mole, úvula, tonsilas e base da língua, frequentemente exacerbados por fatores anatômicos (hipertrofia, flacidez tecidual), obesidade e alterações neuromusculares. Durante o sono, a diminuição do tônus muscular favorece o estreitamento e colapso das estruturas supraglóticas, especialmente o palato mole e a úvula, que são os principais alvos das terapias minimamente invasivas [41]

O ronco é um fenômeno comum, gerado pela vibração dos tecidos moles das vias aéreas superiores durante o sono. Devido à alta incidência de ronco isolado e à sobrecarga substancial para o paciente e o parceiro, um exame completo e uma terapia adequada são necessários. Muitas recomendações para o tratamento do ronco isolado não são baseadas em evidências ou são derivadas de recomendações para o manejo da apneia obstrutiva do sono [42].

### 1.2.3.2 Racional (base fisiopatológica) para o uso do laser na OSA

Base fisiopatológica ou racional descreve o conjunto de mecanismos biológicos e estruturais que sustentam o uso do laser para remodelação do palato mole por estímulo térmico controlado, aumento do tônus e rigidez palatal, e efeitos da fotobiomodulação em tecidos faríngeos, resultando em melhora da perviedade da via aérea superior [39,43].

A base fisiopatológica inclui evidências de que o estímulo térmico induz contração e reorganização das fibras de colágeno, promovendo aumento da rigidez tecidual e redução da vibração do palato, além de efeitos regenerativos e anti-inflamatórios mediados pela fotobiomodulação [43,44].

O enrijecimento do palato mole por laser de baixa energia apresenta-se como alternativa menos invasiva quando comparado à uvulopalatofaringoplastia, sendo, a primeira, uma técnica simples, segura e potencialmente eficaz para reduzir o comprimento e a vibração palatina, embora ainda exija validação por meio de estudos clínicos para uso ambulatorial no tratamento do ronco [39].

No contexto do tratamento do ronco, o laser Erbium YAG atua por meio de seu efeito térmico, que promove a retração do palato mole e a tonificação dos tecidos da orofaringe. Essa retração reduz significativamente a vibração dos tecidos durante a respiração, que é a principal causa do ronco. A contração resultante do colágeno e da neocolagênese altera a configuração da garganta e reduz o ronco e outros problemas associados aos distúrbios respiratórios do sono, com a taxa média de melhoria de 65% [1]. A aplicação precisa do laser permite um tratamento direcionado, minimizando danos colaterais e proporcionando uma intervenção mais confortável para o paciente.

Nos últimos anos, o laser Erbium YAG tem se destacado como uma tecnologia altamente versátil na medicina, com aplicações consolidadas em áreas como dermatologia, odontologia e cirurgia plástica. Sua popularidade se deve à sua capacidade de ablação precisa, associada a uma abordagem minimamente invasiva, que resulta em menor trauma aos tecidos e recuperação mais rápida. Essa tecnologia, devido às suas características únicas, tem sido recentemente explorada como uma alternativa promissora no tratamento do ronco, oferecendo uma abordagem inovadora e eficaz [7].

### 1.2.3.3 Evidências clínicas do uso do laser em ronco e OSA leve/moderada

Ensaio clínicos têm investigado o uso do laser Erbium:YAG no tratamento do ronco e da apneia leve, com resultados preliminares indicando redução significativa da intensidade do ronco e melhora da qualidade do sono, frequentemente com efeitos que se mantêm por meses. Em estudos controlados, observou-se redução de aproximadamente 50% na frequência do ronco após três sessões de tratamento, sem registro de eventos adversos graves. Esses achados sugerem que o laser

Erbium:YAG constitui uma alternativa terapêutica promissora, especialmente para indivíduos que apresentam baixa adesão ou intolerância a outras modalidades de tratamento [2].

O tratamento não cirúrgico e não invasivo com laser Erbium:YAG demonstrou ser uma abordagem eficaz na redução da intensidade do ronco e de outros sintomas relacionados aos distúrbios do sono, promovendo o alargamento das vias aéreas superiores. A satisfação dos pacientes alcançou aproximadamente 85%, indicando alta aceitação e percepção positiva dos resultados [3].

O laser Erbium:YAG promove redução significativa da intensidade do ronco, configurando-se como um método minimamente invasivo e de fácil aplicação, sem necessidade de preparo prévio. A maioria dos pacientes apresenta boa tolerabilidade ao procedimento e relata benefícios clínicos relevantes, com aproximadamente 80% demonstrando resposta favorável [1,45,46]. Além disso, a técnica tem se mostrado altamente eficaz na indução de melhorias nos padrões de sono, sem depender de dispositivos noturnos ou intervenções farmacológicas, reforçando seu potencial como alternativa terapêutica segura e funcional [47].

Após três sessões de tratamento com laser Erbium:YAG, os pacientes com distúrbios do sono apresentaram redução expressiva na gravidade do ronco, associada a elevados índices de satisfação, superiores a 96% em avaliações realizadas após um e seis meses [48].

A terapia com laser, especialmente o Er:YAG em modo não ablativo (SMOOTH ou long-pulse), tem sido proposta para o tratamento do ronco e da OSA leve a moderada, com o objetivo de promover remodelamento tecidual do palato mole por meio de estimulação térmica controlada. Esse processo induz neocolagênese, aumento da rigidez e do tônus do palato, reduzindo sua flacidez e vibração, e ampliando a patência da via aérea superior. Além disso, efeitos de fotobiomodulação podem modular processos inflamatórios e favorecer a regeneração tecidual, contribuindo para a melhora funcional do palato e da mucosa faríngea [3,7].

A aplicação do laser Erbium:YAG (2940 nm) demonstrou efeitos terapêuticos relevantes em pacientes com distúrbios crônicos do sono relacionados ao ronco, com mínima sensação dolorosa durante o procedimento e ausência de efeitos adversos relevantes. Observou-se elevada satisfação dos pacientes, com predominância de avaliações muito positivas e apenas raras manifestações de insatisfação. Houve melhora significativa em parâmetros clínicos associados ao colapso das vias

aéreas superiores, bem como redução consistente na sonolência diurna e na intensidade do ronco, além da diminuição de despertares, da sensação de boca seca ao acordar e de episódios de engasgo. Ademais, muitos pacientes relataram melhora subjetiva da respiração e menor sensação de aperto na garganta [3].

Protocolos com Er:YAG (NightLase) consistem em 2 a 3 sessões, geralmente realizadas em intervalos de 2 a 4 semanas, utilizando fluências entre 1,6 e 2,0 J/cm<sup>2</sup>, frequência de 10 Hz e duração de 15-20 minutos por sessão, sem necessidade de anestesia. Os resultados apontam redução significativa da intensidade do ronco (avaliada por VAS), melhora da qualidade do sono e da vida dos pacientes e seus parceiros, e alta taxa de satisfação (65-85%). Os efeitos adversos são mínimos e transitórios, como leve irritação ou sensação de garganta seca [3].

No contexto da OSA, os dados sugerem que o Er:YAG pode reduzir o índice de apneia-hipopneia (AHI) em pacientes com OSA leve a moderada (AHI 5-30 eventos/hora), embora a magnitude da redução seja modesta e os resultados variem conforme a anatomia orofaríngea, índice de massa corpórea (BMI) e outros fatores clínicos [2,3,7]. Em relação à LAUP, meta-análises e diretrizes apontam que, embora haja redução média do AHI (cerca de 32%), a taxa de sucesso é baixa (23%) e há risco de piora do AHI em até 44% dos casos, além de efeitos adversos como boca seca e sensação de corpo estranho. Por isso, a LAUP não é recomendada rotineiramente para OSA, conforme consenso da American Academy of Sleep Medicine [36,49].

Os protocolos de laserterapia para o tratamento do ronco e da apneia obstrutiva do sono que já foram padronizados e validados em ensaios clínicos randomizados recentes, especialmente aqueles que utilizaram polissonografia como desfecho objetivo, concentram-se principalmente no uso do laser Er:YAG em modo não ablativo (SMOOTH ou long-pulse), com sessões ambulatoriais e parâmetros específicos [7].

O protocolo mais estudado envolve o Er:YAG 2940 nm, aplicado em 2 a 3 sessões, com fluência de aproximadamente 1,6 J/cm<sup>2</sup> e frequência de 10 Hz, visando remodelamento do palato mole e mucosa faríngea. Os estudos demonstram redução significativa da intensidade do ronco e melhora subjetiva da qualidade do sono, com efeitos mantidos por 12–24 meses em parte dos pacientes, embora cerca de 25–40% necessitem sessões de manutenção. A melhora objetiva do índice de apneia-hipopneia (AHI) é limitada, sendo mais consistente em casos de ronco primário ou

apneia leve a moderada (AHI 5–30 eventos/hora) [3,7].

Em relação à laserterapia de baixa intensidade (LLLT), há ensaios randomizados que mostram redução do AHI em curto prazo (3 meses), porém com eficácia inferior à proloterapia e sem padronização universal dos parâmetros. O protocolo típico utiliza laser de diodo em múltiplas sessões, com doses ajustadas conforme o grau de obstrução [50].

A uvulopalatoplastia assistida por laser (LAUP), utilizando laser de CO<sub>2</sub> ou Nd:YAG, apresenta protocolos cirúrgicos padronizados, mas os resultados em ensaios clínicos randomizados indicam benefício modesto e risco de piora do AHI em até 44% dos pacientes, sendo recomendada apenas em casos selecionados e com cautela [36,38].

O protocolo mais validado e seguro é o Er:YAG não ablativo em sessões ambulatoriais para ronco e apneia leve a moderada, com avaliação objetiva por polissonografia e critérios clínicos rigorosos para seleção dos pacientes [3,7].

Pacientes com ronco leve a moderado e apneia obstrutiva do sono leve a moderada, especialmente aqueles com envolvimento tecidual discreto e anatomia favorável do palato mole, demonstram a melhor resposta clínica à terapia com laser Er:YAG não ablativo em comparação a outras modalidades, como lasers ablativos ou procedimentos cirúrgicos convencionais [51,52]. Indivíduos que buscam tratamentos minimamente invasivos, com menor risco de efeitos adversos, rápida recuperação e alta satisfação — incluindo pacientes com fototipos mais claros ou intolerância a terapias mais agressivas — também se beneficiam mais do Er:YAG, que apresenta perfil de segurança superior e menor tempo de inatividade em relação ao laser de CO<sub>2</sub> e outros métodos ablativos [52,53].

O Er:YAG é particularmente vantajoso para pacientes que desejam resultados eficazes sem os efeitos colaterais, dor e tempo de recuperação prolongado associados a lasers ablativos, sendo preferido em casos de contra-indicação a procedimentos mais invasivos ou em pacientes com maior risco de hiperpigmentação pós-inflamatória. A literatura destaca que, embora o Er:YAG não ablativo promova remodelamento tecidual e estímulo à neocolagênese com melhora funcional e estética, sua eficácia é mais pronunciada em casos leves e moderados, e menos em quadros graves ou com alterações anatômicas extensas [52,54].

Os efeitos adversos específicos da terapia com laser de érbio:YAG relatados em diferentes faixas etárias de pacientes submetidos ao tratamento para ronco e apneia obstrutiva do sono leve a moderada são predominantemente leves e transitórios, independentemente da idade. Os eventos mais comuns incluem leve dor ou desconforto local, sensação de garganta seca e, ocasionalmente, leve irritação ou sensação de corpo estranho na orofaringe. Em estudos prospectivos e revisões sistemáticas, a incidência de efeitos adversos graves foi extremamente baixa, sem relatos de complicações significativas como sangramento, infecção, estenose ou alterações permanentes da voz em adultos ou idosos [2,7].

Em crianças e adolescentes, o uso do Er:YAG para essas indicações é raro e pouco documentado, mas os dados disponíveis sugerem perfil de segurança semelhante ao observado em adultos, com predominância de desconforto leve e autolimitado. Não há evidências de efeitos adversos específicos ou aumento de risco em faixas etárias avançadas, desde que respeitados os critérios de seleção e parâmetros técnicos adequados [7,45].

A tolerabilidade do procedimento é alta em todas as faixas etárias, com ausência de necessidade de anestesia e rápida recuperação. A maioria dos pacientes retorna às atividades normais imediatamente após o tratamento, e os sintomas adversos desaparecem em poucos dias [2,3]. Não foram observadas diferenças significativas na frequência ou gravidade dos efeitos adversos entre adultos jovens, adultos de meia-idade e idosos [2,7,45].

#### 1.2.3.4 Limitações e considerações atuais

As principais limitações da literatura científica atual sobre laserterapia para ronco e apneia obstrutiva do sono incluem heterogeneidade metodológica significativa entre os estudos, ausência de padronização dos protocolos (parâmetros do laser, número de sessões, critérios de seleção dos pacientes) e predominância de séries de casos ou estudos observacionais, com poucos ensaios clínicos randomizados e seguimento prolongado [7].

A variabilidade nos tipos de laser, modos de aplicação e critérios de inclusão dificulta a comparação direta dos resultados e limita a generalização dos achados [7,36,52]. Além disso, muitos estudos utilizam instrumentos não validados para avaliação dos desfechos, e frequentemente combinam pacientes com ronco primário

e apneia obstrutiva do sono, o que compromete a precisão das conclusões [42,55].

Foram identificadas diversas lacunas importantes na literatura sobre o diagnóstico e tratamento do ronco isolado. Ainda faltam evidências científicas de alto nível para a maioria das medidas diagnósticas e terapêuticas para o ronco [42].

A evidência para benefícios sustentados além de 12–24 meses é considerada de baixa qualidade, com relatos de redução da eficácia ao longo do tempo e necessidade frequente de sessões de manutenção [7,36]. Não há consenso sobre a durabilidade dos resultados, e parte dos pacientes pode apresentar piora do índice de apneia-hipopneia após o procedimento [36].

As principais limitações da literatura incluem heterogeneidade metodológica dos estudos, ausência de padronização dos protocolos (parâmetros, número de sessões, critérios de seleção), predominância de séries de casos e poucos ensaios clínicos randomizados com seguimento prolongado [7].

Diante desse cenário, destaca-se a necessidade de ensaios clínicos multicêntricos, randomizados e com desfechos objetivos, como polissonografia, índice de apneia-hipopneia e medidas de qualidade de vida, para consolidar o papel da laserterapia no tratamento do ronco e da apneia obstrutiva do sono [7]. O desenvolvimento de protocolos padronizados e a adoção de conjuntos mínimos de desfechos são fundamentais para aprimorar a qualidade metodológica e a aplicabilidade clínica das futuras pesquisas.

A terapia a laser Er:YAG parece ser um tratamento seguro e eficaz de curto a médio prazo para pacientes selecionados com ronco ou OSA leve a moderada. Otimizar a seleção de pacientes e os protocolos de tratamento pode melhorar os resultados a longo prazo. Com base em evidências de qualidade moderada para os efeitos imediatos e perfil de segurança, mas evidências de qualidade baixa a muito baixa para resultados a longo prazo, o tratamento a laser de érbio:ítrio-alumínio-granada parece ser uma opção potencialmente eficaz e bem tolerada para alcançar melhora a curto a médio prazo em pacientes cuidadosamente selecionados com ronco primário ou apneia obstrutiva do sono leve a moderada. O significado prático dessas descobertas reside no refinamento dos critérios de seleção de candidatos, nas configurações dos parâmetros do laser e no desenvolvimento de protocolos ideais para o controle do ronco a longo prazo [7]. Estudos adicionais com acompanhamento de longo prazo e um grupo controle são necessários para confirmar os resultados promissores obtidos em séries de casos [2].

O laser Er:YAG demonstrou ser eficaz na redução do ronco sem alterações significativas no AHI. No entanto, ensaios clínicos randomizados, dados objetivos, cooperação multicêntrica e resultados de longo prazo são necessários para confirmar os benefícios deste laser para o ronco [45].

Ainda não há evidências robustas que comparem diretamente o Er:YAG não ablativo com CPAP ou dispositivos intraorais em apneia obstrutiva do sono, sendo necessária pesquisa adicional para definir o papel do laser em populações específicas e os resultados a longo prazo [7].

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 Objetivo Geral**

Avaliar a eficácia do laser Erbium YAG no tratamento do ronco e da apneia do sono leve, por meio da comparação dos resultados obtidos nos grupos de intervenção e controle placebo.

### **1.3.2 Objetivo Específico**

Comparar a eficácia de duas diferentes peças de mão do laser Erbium YAG no tratamento do ronco, uma convencional (Angled Handpiece- AH, Light Instruments Ltd., Brasil) para aplicação do laser e outra recém desenvolvida e exclusiva para o tratamento do ronco (Straight Handpiece- SH, Light Instruments Ltd., Brasil).

## 1.4 REFERÊNCIAS

1. Cetinkaya EA, Turker M, Kiraz K, Gulkesen HK. Er: Yag laser treatment of simple snorers in an outpatient setting. *ORL*. 2016 Apr 1;78(2):70–6.
2. Frelich H, Ścierski W, Marków M, Frelich J, Frelich H, Maciej M. Minimally invasive erbium laser treatment for selected snorers. *Lasers Med Sci*. 2019 Sep 1;34(7):1413–20.
3. Storchi IF, Parker S, Bovis F, Benedicenti S, Amaroli A. Outpatient erbium:YAG (2940 nm) laser treatment for snoring: a prospective study on 40 patients. *Lasers Med Sci*. 2018 Feb 15;33(2):399–406.
4. Sarkis LM, Jones AC, Ng A, Pantin C, Appleton SL, MacKay SG. Australasian Sleep Association position statement on consensus and evidence based treatment for primary snoring. *Respirology*. 2023 Feb 1;28(2):110–9.
5. Veasey SC, Rosen IM. Obstructive Sleep Apnea in Adults. *New England Journal of Medicine*. 2019 Apr 11;380(15):1442–9.
5. Lastra AC, Neborak JM, Mokhlesi B. Diagnosis and Treatment of Obstructive Sleep Apnea. *JAMA Intern Med*. 2025 Oct 1;185(10):1280.
6. Dembicka-Mączka D, Gryka-Deszczyńska M, Sitkiewicz J, Makara A, Fiegler-Rudol J, Wiench R. Effectiveness of the Er:YAG Laser in Snoring Treatment Based on Systematic Review and Meta-Analysis Results. *J Clin Med* [Internet]. 2025 Jun 1 [cited 2025 Aug 31];14(12). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40566115/>
7. Hollinger R, Malevich P, Shumakova V, Alisaukas S, Zapf M, Röder R, et al. Strong light-field driven nanolasers [Internet]. 2019. Available from: <http://pubs.acs.org>
9. Franck P, Henderson PW, Rothaus KO. Basics of Lasers: History, Physics, and Clinical Applications. *Clin Plast Surg*. 2016 Jul 1;43(3):505–13.
10. Niemz MH. Laser-tissue interactions : fundamentals and applications. 2007;305.
11. Insero G, Fusi F, Romano G. The safe use of lasers in biomedicine: Principles of laser-matter interaction. *J Public Health Res* [Internet]. 2023 Jul 1 [cited 2025 Oct 28];12(3):22799036231187076. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/37539442>

12. Barbosa RCS, Mendes PM. A Comprehensive Review on Photoacoustic-Based Devices for Biomedical Applications. *Sensors*. 2022 Dec 1;22(23).
13. de Sales PVA, Godói IPD, Brito GA de C, Leitão RC, de Araújo AA, de Medeiros CACX. Mechanisms of photobiomodulation therapy in treating and preventing antineoplastic-induced oral mucositis: a systematic review. Vol. 40, *Acta Cirurgica Brasileira*. Sociedade Brasileira para o Desenvolvimento de Pesquisa em Cirurgia; 2025.
14. Oliveira de Andrade Filho V, Amarante MOC, Gonzalez-Lima F, Gomes da Silva S, Cardoso F dos S. Systematic review of photobiomodulation for multiple sclerosis. Vol. 15, *Frontiers in Neurology*. Frontiers Media SA; 2024.
15. Colucci V, Do Amaral FLB, Pécora JD, Palma-Dibb RG, Milori Corona SA. Water flow on erbium:yttrium-aluminum-garnet laser irradiation: Effects on dental tissues. Vol. 24, *Lasers in Medical Science*. 2009. p. 811–8.
16. Hérou J, Maatouk I, Moutran R, Obeid G, Stephan F. Efficacy and safety of 10,600-nm carbon dioxide fractional laser on facial skin with previous volume injections. *J Cutan Aesthet Surg*. 2013;6(1):30.
17. Riggs K, Keller M, Humphreys TR. Ablative laser resurfacing: high-energy pulsed carbon dioxide and erbium:yttrium-aluminum-garnet. *Clin Dermatol*. 2007 Sep;25(5):462–73.
18. Deppe H, Horch HH. Laser applications in oral surgery and implant dentistry. Vol. 22, *Lasers in Medical Science*. 2007. p. 217–21.
19. Ramirez I, Bertolini GR, Candemil AP, Sousa-Neto MD, Souza-Gabriel AE. Chemical and morphological analysis of dentin irradiated by different high-power lasers: a systematic review. Vol. 38, *Lasers in Medical Science*. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH; 2023.
20. Magid KS, Strauss RA. Laser Use for Esthetic Soft Tissue Modification. Vol. 51, *Dental Clinics of North America*. 2007. p. 525–45.
21. Natto ZS, Aladmawy M, Levi PA, Wang HL. Comparison of the Efficacy of Different Types of Lasers for the Treatment of Peri-Implantitis: A Systematic Review. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2015 Mar;30(2):338–45.
22. Aoki A, Mizutani K, Schwarz F, Sculean A, Yukna RA, Takasaki AA, et al. Periodontal and peri-implant wound healing following laser therapy. 2015.
23. Mikami R, Mizutani K, Sasaki Y, Iwata T, Aoki A. Patient-reported outcomes of laser-assisted pain control following non-surgical and surgical periodontal therapy: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2020 Sep 1;15(9 September).
24. Previti A, Pugliese M, Meggiolaro S, Passantino A. A systematic review via text mining approaches of human and veterinary applications of

- photobiomodulation: focus on multiwave locked system laser therapy. Vol. 40, *Lasers in Medical Science*. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH; 2025.
25. Ohsugi Y, Niimi H, Shimohira T, Hatasa M, Katagiri S, Aoki A, et al. In vitro cytological responses against laser photobiomodulation for periodontal regeneration. *Int J Mol Sci*. 2020 Dec 1;21(23):1–37.
  26. Dompe C, Moncrieff L, Matys J, Grzech-Leśniak K, Kocherova I, Bryja A, et al. Photobiomodulation—underlying mechanism and clinical applications. Vol. 9, *Journal of Clinical Medicine*. MDPI; 2020. p. 1–17.
  27. de Oliveira-Souza AIS, Mohamad N, de Castro Carletti EM, Müggenborg F, Dennett L, de Oliveira DA, et al. What are the best parameters of low-level laser therapy to reduce pain intensity and improve mandibular function in orofacial pain? A systematic review and meta-analysis. Vol. 45, *Disability and Rehabilitation*. Taylor and Francis Ltd.; 2023. p. 3219–37.
  28. Adly AS, Adly MS, Cuisinier F, Egea JC, Panayotov I, Adly AS, et al. Laser-Induced Blood Coagulation for Surgical Application: A Scoping Review. *Semin Thromb Hemost*. 2024 Mar 23;50(02):236–52.
  29. Doeuk C, Hersant B, Bosc R, Lange F, SidAhmed-Mezi M, Bouhassira J, et al. Current indications for low level laser treatment in maxillofacial surgery: A review. Vol. 53, *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. Churchill Livingstone; 2015. p. 309–15.
  30. Metin R, Tatli U, Evlice B. Effects of low-level laser therapy on soft and hard tissue healing after endodontic surgery. *Lasers Med Sci*. 2018 Nov 1;33(8):1699–706.
  31. Mizutani K, Aoki A, Coluzzi D, Yukna R. *Lasers in minimally invasive periodontal and peri-implant therapy*. 2016.
  32. Loh TY, Cotton CH, Vasic JB, Goldberg GN. Current Practices in Pediatric Dermatology Laser Therapy: An International Survey. *Lasers Surg Med*. 2021 Sep 1;53(7):946–52.
  33. Zhang AD, Clovie J, Lazar M, Vashi NA. Treatment of Benign Pigmented Lesions Using Lasers: A Scoping Review. Vol. 14, *Journal of Clinical Medicine*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI); 2025.
  34. Crispin MK, Hruza GJ, Kilmer SL. *Lasers and Energy-Based Devices in Men*. Vol. 43, *Dermatologic surgery : official publication for American Society for Dermatologic Surgery [et al.]*. 2017. p. S176–84.
  35. Iglesia CB, Choi JE, Tadir Y. *Lasers in Gynecology*. *Obstetrics and Gynecology*. 2024 Aug 1;144(2):181–94.

36. Camacho M, Nesbitt NB, Lambert E, Song SA, Chang ET, Liu SY, et al. Laser-assisted uvulopalatoplasty for obstructive sleep apnea: A systematic review and meta-analysis. Vol. 40, *Sleep*. Associated Professional Sleep Societies, LLC; 2017.
37. Krespi YP, Kacker A. Laser-assisted uvulopalatoplasty revisited. Vol. 36, *Otolaryngologic Clinics of North America*. W.B. Saunders; 2003. p. 495–500.
38. Kern RC, Kutler DI, Reid KJ, Conley DB, Herzon GD, Zee P. Laser-Assisted Uvulopalatoplasty and Tonsillectomy for the Management of Obstructive Sleep Apnea Syndrome. Vol. 113, *Laryngoscope*. 2003.
39. Wang Z, Rebeiz EE, Shapshay SM. Laser soft palate “stiffening”: An alternative to uvulopalatopharyngoplasty. *Lasers Surg Med*. 2002;30(1):40–3.
40. Brown DL, Zahuranec DB, Majersik JJ, Wren PA, Gruis KL, Zupancic M, et al. Risk of sleep apnea in orchestra members. *Sleep Med*. 2009 Jun;10(6):657–60.
41. Gottlieb DJ, Punjabi NM. Diagnosis and Management of Obstructive Sleep Apnea: A Review. *JAMA - Journal of the American Medical Association*. 2020 Apr 14;323(14):1380–400.
42. Hofauer B, Braumann B, Heiser & C, Herzog & M, Maurer JT, Plößl & S, et al. Diagnosis and treatment of isolated snoring-open questions and areas for future research. Available from: <https://www.cebm.net/>
43. Fassarella Marquiore L, Ferrer Oliveira R, Almeida Queiroz Ferreira L, Gomes NA, Martins Olavo de Souza M, Gomes Lucardians B, et al. Oral mucosa cues for regeneration using Photobiomodulation. *Lasers Med Sci*. 2025 Dec 1;40(1).
44. Badreddine AH, Couitt S, Kerbage C. Histopathological and biomechanical changes in soft palate in response to non-ablative 9.3- $\mu\text{m}$  CO<sub>2</sub> laser irradiation: an in vivo study. *Lasers Med Sci*. 2021 Mar 1;36(2):413–20.
45. Neruntarat C, Khuancharee K, Shoowit P. Er:YAG laser for snoring: a systemic review and meta-analysis. *Lasers Med Sci*. 2020 Aug 28;35(6):1231–8.
46. Miracki K, Vizintin Z. Nonsurgical Minimally Invasive Er:YAG Laser Snoring Treatment. *Journal of the Laser and Health Academy* [Internet]. 2014;2013(1):36–41. Available from: [www.laserandhealth.com](http://www.laserandhealth.com)
47. Svahnström K. Er:YAG Laser Treatment of Sleep-Disordered Breathing. *Journal of the Laser and Health Academy* [Internet]. 2013;2013(2):13–6. Available from: [www.laserandhealth.com](http://www.laserandhealth.com)
48. Monteiro L, Macedo A, Corte-Real L, Salazar F, Pacheco JJ. Treatment of snoring disorder with a non-ablative Er:YAG laser dual mode protocol. An

- interventional study. *J Clin Exp Dent*. 2020 Jun 1;12(6):e561–7.
49. Ferguson KA, Heighway K, Ruby RRF. A randomized trial of laser-assisted uvulopalatoplasty in the treatment of mild obstructive sleep apnea. *Am J Respir Crit Care Med*. 2003 Jan 1;167(1):15–9.
  50. Attia AAMM, Haggag MA, Ahmed WS, El-Saed A, Saleh MAM, Saleh AM. Dextrose prolotherapy versus low level laser therapy in the treatment of patients with obstructive sleep apnea syndrome; a randomized controlled trial. *Sleep and Breathing*. 2025 Oct 1;29(5).
  51. Lukac M, Zorman A, Lukac N, Perhavec T, Tasic B. Characteristics of Non-Ablative Resurfacing of Soft Tissues by Repetitive Er:YAG Laser Pulse Irradiation. *Lasers Surg Med*. 2021 Nov 1;53(9):1266–78.
  52. Alster TS, Lupton JR. FUNDAMENTALS OF COSMETIC SURGERY ERB1UM:YAG CUTANEOUS LASER RESURFACING.
  53. Sodagar S, Dehghani A, Jafarzadeh A, Seirafianpour F, Amin NG, Valizadeh R, et al. A systematic review and meta-analysis of the comparison between lasers and other therapeutic modalities in skin rejuvenation and resurfacing with a focus on RCTs. Vol. 40, *Lasers in Medical Science*. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH; 2025.
  54. Haji Mohammadi A, Seirafianpour F, Khosravi M, Jafarzadeh A, Neshastesaz Kashi H, Baradaran H, et al. A systematic review of comparative clinical trials on the efficacy, safety, and patient satisfaction of ablative and non-ablative laser therapies for atrophic, hypertrophic, and keloid scars. Vol. 40, *Lasers in Medical Science*. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH; 2025.
  55. Changsiripun C, Chirakalwasan N, Dias S, McDaid C. Management of primary snoring in adults: A scoping review examining interventions, outcomes and instruments used to assess clinical effects. Vol. 77, *Sleep Medicine Reviews*. W.B. Saunders Ltd; 2024.

## **CAPÍTULO 2**

*Avaliação do uso do Laser Erbium YAG no tratamento do ronco: um ensaio clínico randomizado controlado com placebo*

## RESUMO

**Introdução:** O ronco afeta cerca de metade da população adulta e pode ocorrer isoladamente ou associado a apneia obstrutiva do sono, prejudicando qualidade de vida e relações sociais. Embora terapias convencionais apresentem eficácia, a baixa adesão limita seus resultados. O laser não ablativo Er:YAG surge como alternativa promissora, com potencial para maior conforto e aceitabilidade. **Objetivos:** Avaliar a eficácia do laser Er:YAG no tratamento do ronco associado a apneia obstrutiva do sono leve e comparar o desempenho de duas peças de mão (convencional e específica para ronco). **Métodos:** Ensaio clínico randomizado single-blind com trinta adultos entre quarenta e sessenta anos, de ambos os sexos, com ronco associado a apneia leve, sem uso prévio de pressão positiva contínua nas vias aéreas ou aparelho de avanço mandibular. Foram excluídos indivíduos com doenças respiratórias graves, cirurgia prévia das vias aéreas, uso de medicamentos que interferem no sono, gestantes ou lactantes. Os participantes foram alocados em três grupos (placebo, peça de mão convencional —Angled Handpiece e peça de mão específica para ronco —Straight Handpiece). O tratamento consistiu em três sessões com laser Er:YAG de 2940 nm (LiteTouch, Light Instruments Ltd., Israel) no modo Gentle para tecidos moles (40 mJ, 30 Hz, 1,20 W), em intervalos de duas semanas, com duração de 15 a 20 minutos por sessão. Parâmetros polissonográficos e medidas subjetivas foram avaliados no início e após três meses. **Resultados:** A Angled Handpiece promoveu maiores reduções no índice de dessaturação de oxigênio, carga hipóxica e escore de ronco quando comparada aos demais grupos. **Conclusão:** O laser Er:YAG, especialmente quando aplicado com a Angled Handpiece, mostrou-se uma abordagem promissora para o tratamento do ronco associado a apneia obstrutiva do sono leve, embora estudos com amostras ampliadas e seguimento prolongado sejam necessários para confirmar e fortalecer sua aplicabilidade clínica.

**Palavras-chave:** Apneia Obstrutiva do Sono; Aparelho de Avanço Mandibular; Eficácia; Ultrassonografia; Predição; Polissonografia.

## ABSTRACT

**Introduction:** Snoring affects nearly half of the adult population and may occur alone or alongside obstructive sleep apnea, compromising quality of life and social interactions. Although conventional therapies show efficacy, limited adherence reduces their effectiveness. The non-ablative Er:YAG laser has emerged as a promising alternative, offering greater comfort and acceptability. **Objectives:** To evaluate the effectiveness of the Er:YAG laser in treating snoring associated with mild obstructive sleep apnea, compare the performance of two handpieces (conventional and snoring-specific). **Methods:** A single-blind randomized clinical trial was conducted with thirty adults aged forty to sixty years, of both sexes, presenting snoring associated with mild obstructive sleep apnea and no previous use of continuous positive airway pressure or mandibular advancement devices. Individuals with severe respiratory diseases, previous airway surgery, medications affecting sleep, or pregnancy/lactation were excluded. Participants were allocated into three groups: placebo, conventional handpiece (*Angled Handpiece*), and snoring-specific handpiece (*Straight Handpiece*). Treatment consisted of three sessions with a 2940 nm Er:YAG laser (LiteTouch, Light Instruments Ltd., Israel) in Gentle mode for soft tissues (40 mJ, 30 Hz, 1.20 W), at two-week intervals, with sessions lasting 15–20 minutes. Polysomnographic parameters and subjective measures were assessed at baseline and after three months. **Results:** The *Angled Handpiece* produced the greatest reductions in oxygen desaturation index, hypoxic burden, and snoring score compared with the other groups. **Conclusion:** The Er:YAG laser, particularly when applied with the *Angled Handpiece*, demonstrated promising outcomes for reducing snoring associated with mild obstructive sleep apnea. Further studies with larger samples and extended follow-up are needed to confirm and expand its clinical applicability.

**Keywords:** Obstructive Sleep Apnea; Snoring; Erbium YAG Laser; Randomized Clinical Trial; Non-Invasive Intervention; Sleep-Disordered Breathing; Patient Satisfaction.

## INTRODUÇÃO

O ronco corresponde a um som respiratório decorrente da vibração dos tecidos da orofaringe durante o sono, em resposta ao fluxo aéreo turbulento gerado pelo estreitamento ou pela obstrução parcial dessas estruturas [1,2]. Trata-se de um importante marcador clínico dos distúrbios respiratórios do sono, podendo ocorrer como manifestação isolada — caracterizando o ronco primário — ou associado a eventos respiratórios obstrutivos, configurando um sintoma relevante da apneia obstrutiva do sono (OSA).

A OSA é uma condição prevalente, subdiagnosticada e em expansão, impulsionada principalmente pela epidemia global de obesidade e pelo envelhecimento populacional [3–6]. Estima-se que aproximadamente um bilhão de adultos sejam afetados em todo o mundo [7]. Como enfermidade crônica, associa-se a risco elevado de diversas comorbidades cardiovasculares e metabólicas, além de maior probabilidade de acidentes, produzindo impacto substancial na saúde pública e na economia [8–11].

As opções terapêuticas tradicionais, como cirurgias das vias aéreas e dispositivos intraorais ou de pressão positiva contínua nas vias aéreas, embora eficazes, frequentemente apresentam limitações relacionadas ao desconforto, baixa adesão ou necessidade de recuperação prolongada [12–14]. Nesse cenário, terapias alternativas não invasivas têm recebido crescente atenção. O laser de érbio:ítrio-alumínio-granada (Er:YAG) tem sido proposto como estratégia segura, capaz de promover fototermomodulação dos tecidos da orofaringe, favorecendo seu enrijecimento e diminuindo a vibração estrutural responsável pelo ronco, com impacto positivo nos parâmetros polissonográficos e na percepção subjetiva de melhora do sono [12].

A efetividade do tratamento com laser Er:YAG em indivíduos com ronco associado à OSA leve ou moderada parece relacionar-se a fatores como índice de massa corporal (BMI), anatomia orofaríngea, índice de dessaturação de oxigênio (ODI), parâmetros de energia e intervalo entre sessões. Estudos relatam elevada satisfação dos participantes — variando entre 65% e 85% — e perfil de segurança favorável, restrito a efeitos adversos leves e transitórios. Os benefícios terapêuticos

tendem a persistir por 12 a 24 meses, embora parcela dos participantes (25% a 40%) necessite de sessões de manutenção [12–15].

Embora promissores, os resultados ainda carecem de validação por ensaios clínicos randomizados metodologicamente robustos, com protocolos padronizados e follow-up prolongado, a fim de subsidiar recomendações terapêuticas mais consistentes para o uso do laser Er:YAG no manejo do ronco e da OSA leve.

Diante desse contexto, o presente estudo tem como objetivo avaliar a eficácia do tratamento com laser Er:YAG em participantes com ronco e OSA leve, comparando duas peças de mão distintas: uma convencional, utilizada rotineiramente em aplicações orais (Angled Handpiece — AH, Light Instruments Ltd., Brasil), e outra recentemente desenvolvida (Straight Handpiece — SH, Light Instruments Ltd., Brasil).

## **METODOLOGIA**

Trata-se de ensaio clínico randomizado controlado com placebo realizado para avaliação da eficácia do laser Erbium YAG no tratamento do ronco associado a apneia do sono leve, por meio da comparação dos resultados obtidos nos grupos de intervenção e controle placebo.

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília, registrado na Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) sob o CAAE 86074125.8.0000.0030.

### **Seleção da amostra**

O cálculo amostral foi realizado utilizando o software G\*Power, baseando-se em dados obtidos de um estudo anterior de Frelich et al [16]. Com um nível de significância de 5% e um poder estatístico (power) de 0,95, estimamos que 8 participantes por grupo seriam necessários para detectar uma diferença estatisticamente significativa. No entanto, para compensar possíveis perdas amostrais e garantir a robustez dos resultados, foram incluídos mais 2 participantes por grupo, totalizando 30 participantes no estudo.

Elaboramos uma carta-convite destinada à divulgação da pesquisa em mídias sociais com o objetivo de informar o público e identificar possíveis interessados em participar do estudo. Os interessados em participar da pesquisa foram submetidos a uma consulta inicial, na qual foram informados sobre a natureza do estudo e a forma como este seria conduzido. Na sequência, realizamos anamnese (anexo 1) e exame clínico (anexo 2) para avaliação da saúde física e bucal. A coleta de dados permitiu a seleção dos participantes do estudo, segundo critérios de inclusão e exclusão.

Os participantes selecionados nessa primeira etapa foram submetidos a uma polissonografia do tipo IV, através de um oxímetro de alta resolução (Biologix, Biologix Sistemas, Brasil), onde foram recrutados aqueles que apresentaram Índice de Dessaturação de Oxigênio (IDO) no intervalo entre 5 e 15 eventos por hora, associado a presença de ronco. O dispositivo foi adquirido diretamente da empresa fabricante e selecionado devido à sua confiabilidade, facilidade de aplicação em ensaios clínicos e validação prévia em estudos semelhantes [12]. Entre suas vantagens destacam-se

o baixo custo e a possibilidade de realização do exame em domicílio, o que aumenta a adesão dos participantes. A validação de oxímetros de alta resolução para uso domiciliar demonstra elevada precisão na detecção de eventos de dessaturação, com desempenho comparável ao de testes tradicionais do sono, reforçando sua utilidade clínica e segurança [17,18].

Após essa etapa, foram selecionados 30 indivíduos, de ambos os sexos, com idade entre 40 e 60 anos e diagnóstico prévio de ronco associado a OSA leve, conforme critérios clínicos e polissonográficos estabelecidos. Participantes com doenças respiratórias graves ou que faziam uso regular de CPAP e/ou aparelho de avanço mandibular, com histórico de cirurgia nas vias aéreas, uso de medicamentos que poderiam interferir na qualidade do sono, grávidas ou lactantes e participantes com condições médicas ou psicológicas que poderiam comprometer a adesão ao protocolo do estudo, foram excluídos da pesquisa. Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (anexo 3).

A Figura 1 apresenta, em formato de fluxograma, o processo de seleção e alocação dos participantes nos grupos do estudo, incluindo o número de indivíduos em cada etapa do delineamento amostral.

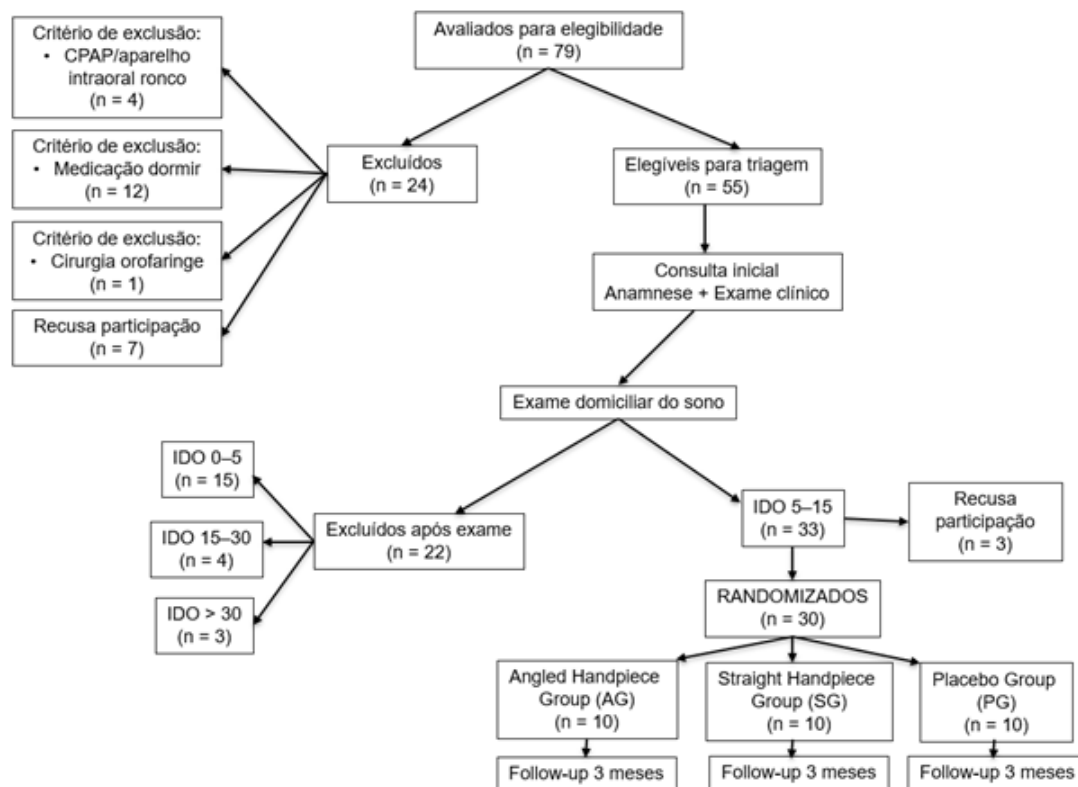


Figura 1 – Fluxograma de seleção e alocação dos participantes.

## Randomização

O estudo seguiu o delineamento de um ensaio clínico randomizado, *single-blinded* e controlado por placebo. Trinta (30) participantes foram recrutados e, subsequentemente, alocados aleatoriamente em três grupos, cada um composto por dez (n=10) participantes: Angled Handpiece Group (AG) - (*Angled Handpiece*, Light Instruments, Israel), Straight Handpiece Group (SG) - (*Straight Handpiece*, Light Instruments, Israel) e Placebo Group (PG). A sequência de alocação foi gerada por randomização simples no Microsoft Excel.

## Protocolo de Tratamento

### Consulta 1

Na consulta inicial foram avaliados os resultados da polissonografia para determinar a severidade do distúrbio respiratório do sono. Aqueles que tiverem OSA moderadas e graves foram orientados a buscar o serviço de pneumologia do Hospital Universitário de Brasília. Os que tiverem ronco e OSA leve associados foram convidados a participar do estudo. Os interessados em participar foram orientados a assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo 3).

Foi realizada a Anamnese (Anexo 1), além dos exames intrabucal e físico (Anexo 2). Dados antropométricos foram coletados: Índice de Mallampati [19], Índice de Massa Corporal (BMI) e medida da circunferência cervical (cm). Esses parâmetros, quando combinados, aumentam a acurácia na predição da presença e gravidade da OSA em pacientes com ronco habitual [20]. A pressão arterial sistólica (SAP\_T0) e diastólica (DAP\_T0) de todos os participantes foi aferida na consulta inicial [21], por meio do aparelho de pressão digital de pulso GP 300 (G-Tech, Brasil).

A Escala de Sonolência de Epworth (Anexo 4) foi aplicada e utilizada para avaliar o nível de sonolência diurna dos participantes (Epworth\_T0). A aplicação desta escala teve por objetivo avaliar mudanças na percepção da sonolência diurna pelo indivíduo [22]. A Escala Visual Analógica (VAS) de qualidade de vida e de qualidade do sono, variando de 0 a 10 — em que valores mais baixos indicam melhor percepção — foi utilizada para avaliar a percepção dos participantes (Anexo 5). A literatura demonstra que o VAS é amplamente empregado para mensurar tanto qualidade de

vida global quanto qualidade de sono, sendo reconhecido por sua validade, confiabilidade e responsividade em contextos clínicos e de pesquisa [23–26] .

Ao final, foi agendada a primeira intervenção de aplicação do laser Er:YAG.

## Intervenções

Os procedimentos de tratamento com o laser Erbium YAG foram realizados em ambiente ambulatorial. Três sessões de aplicação do laser foram realizadas em intervalos de duas a três semanas entre si. Em cada sessão, o tempo total de aplicação do laser foi de 15 minutos, distribuídos nas seguintes áreas anatômicas: arco palatoglossal, arco palatofaríngeo, palato mole e úvula, conforme ilustrado na Figura 2. O protocolo de aplicação consistiu na repetição de 7 ciclos de 2 minutos, seguidos por 1 ciclo de 1 minuto. Visando minimizar o desconforto durante o procedimento, foram aplicados previamente dois jatos de lidocaína a 10% spray (Xylestesin, Cristália Produtos Químicos Farmacêuticos Ltda., Brasil) na região do palato mole, o que proporcionou anestesia tópica da mucosa oral dos participantes antes do início da aplicação do laser [15]. Ao final, os participantes receberam alta para casa após um breve acompanhamento de 10 minutos.

O laser Erbium YAG de 2940 nm (LiteTouch, Light Instruments Ltd., Israel) foi operado no protocolo clínico “Gentle” para tecidos moles, com parâmetros ajustados para 40 mJ, 30 Hz e 1,20 W. A seleção dos parâmetros utilizados fundamentou-se em suas propriedades ópticas, especialmente na alta absorção pela água, que permite aquecimento superficial e controlado dos tecidos moles sem efeito ablativo. O protocolo clínico “Gentle”, do dispositivo LiteTouch, foi empregado por fornecer pulso estável e adequado à fototermomodulação, garantindo segurança e conforto. Os valores de 40 mJ, 30 Hz e 1,20 W foram escolhidos por promoverem estímulo térmico suficiente para induzir remodelamento tecidual do palato mole, conforme descrito em abordagens não ablativas para o tratamento do ronco, mantendo-se dentro dos parâmetros seguros recomendados para aplicações intraorais [12,13,15,16,27] .

Os participantes da pesquisa foram divididos em três grupos: Angled Handpiece Group (AG), Straight Handpiece Group (SG) e Placebo Group (PG).

Os participantes alocados no Angled Handpiece Group (AG) foram tratados com o Laser Er:YAG utilizando a peça de mão convencional (Angled Handpiece – Light Instruments, Israel), seguindo o protocolo de aplicação.

Por sua vez, os participantes do Straight Handpiece Group (SG) foram tratados com o mesmo Laser Er:YAG, mas empregando a peça de mão específica (Straight Handpiece – Light Instruments, Israel), desenvolvida para o tratamento do ronco. Para garantir a consistência metodológica e permitir uma comparação direta e válida da eficácia entre as duas peças de mão, o protocolo de tratamento seguiu rigorosamente os mesmos parâmetros de tempo, áreas de aplicação e configuração dos parâmetros do feixe do laser utilizados no AG.

O Placebo Group (PG) foi submetido ao mesmo protocolo de aplicação do laser que os grupos de intervenção; no entanto, a peça de mão convencional foi modificada pela remoção do seu espelho refletivo, garantindo, assim, a ausência de emissão de energia laser. O tratamento simulado foi realizado nas mesmas áreas anatômicas, com a mesma duração estabelecida para os grupos ativos. Para servir como um fator confundidor e manter o cegamento dos participantes, foram aplicados previamente dois jatos de lidocaína a 10% *spray* (Xylestesin, Cristália Produtos Químicos Farmacêuticos Ltda., Brasil) na região do palato mole, imediatamente antes do procedimento simulado com o equipamento.

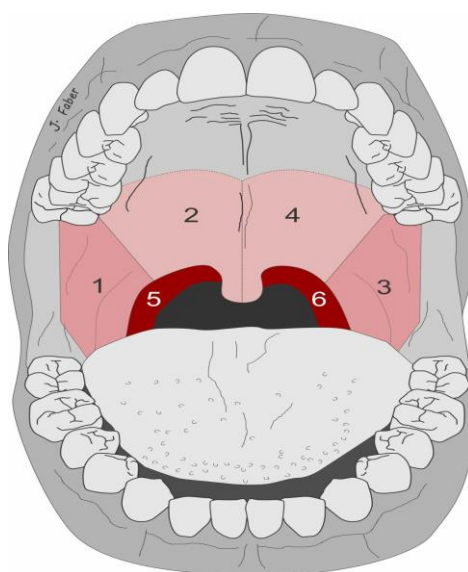


Figura 2 – Áreas anatômicas para aplicação do laser: arco palatoglosso (1,3), arco palatofaríngeo (5,6), palato mole (2,4), úvula. Fonte: Elaborada por Jorge Faber, material não publicado (2025).

Após três meses da última sessão de aplicação do laser foi realizada outra polissonografia Tipo 4 (Oxistart, Biologix Sistemas Ltd., Brasil), onde a eficácia foi monitorada através das seguintes variáveis: índice de dessaturação de oxigênio (ODI\_T1), carga hipóxica (HB\_T1), saturação de oxigênio mínima durante o sono (O2Sp Min\_T1), porcentagem do tempo total de sono em que a saturação de oxigênio está abaixo de 90% (T90\_T1) e escore do ronco (SS\_T1).

Para monitorar a eficácia do tratamento, as variáveis polissonográficas foram avaliadas em dois momentos: inicialmente, antes da aplicação do laser (T0), e três meses após a última sessão (T1). A Escala de Sonolência de Epworth foi aplicada nesses mesmos períodos para mensurar a sonolência diurna. A qualidade do sono e a qualidade de vida foram avaliadas por meio da Escala Visual Analógica (VAS), igualmente aplicadas nos tempos T0 e T1.

As variáveis analisadas no estudo, suas descrições, unidades e momentos de mensuração estão apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Variáveis analisadas no estudo, respectivas descrições, unidades e momentos de avaliação (T0 e T1)

Variável	Descrição	Unidade	Momento de Avaliação
BMI	Índice de massa corporal - peso/altura <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	T0; T1
DAP	Pressão arterial diastólica aferida em repouso	mmHg	T0; T1
Epworth	Escore da Escala de Sonolência de Epworth.	(0-24)	T0; T1
HB	Soma ponderada de episódios de dessaturação	%min/hora	T0; T1
HR Ave	Frequência cardíaca média registrada	bpm	T0; T1
HR Max	Frequência cardíaca máxima registrada	bpm	T0; T1
HR Min	Frequência cardíaca mínima registrada	bpm	T0; T1
Índice de Mallampati	Avaliação visual da orofaringe	(I – IV)	T0; T1
MAP	Pressão arterial média (MAP = DAP + (SAP – DAP) /3)	mmHg	T0; T1
Neck Circumference	Circunferência cervical medida em posição ereta	cm	T0; T1
O2Sp Ave	Saturação média de oxigênio	%	T0; T1
O2Sp Max	Saturação máxima de oxigênio	%	T0; T1
O2Sp Min	Saturação mínima de oxigênio	%	T0; T1
ODI	Índice de dessaturação de oxigênio	eventos/h	T0; T1

Variável	Descrição	Unidade	Momento de Avaliação
QoL	Escore de qualidade de vida VAS	(0–10)	T0; T1
SAP	Pressão arterial sistólica aferida em repouso	mmHg	T0; T1
SQ	Escore de qualidade do sono VAS	(0–10)	T0; T1
SS	Escore de ronco calculado como: (silence × 0) + (low × 0,3) + (moderate × 0,7) + (high × 1,4)	pontos	T0; T1
T90	Percentual do tempo de sono com saturação < 90%	% do tempo	T0; T1

T0: antes do tratamento; T1: três meses após a última sessão do laser Er:YAG

## Análise Estatística

Estatísticas descritivas foram calculadas para todas as variáveis analisadas, incluindo os parâmetros polissonográficos obtidos em dois momentos — antes da intervenção e três meses após — nos três grupos paralelos de tratamento (duas modalidades ativas de aplicação do laser e um grupo placebo), bem como a classificação de Mallampati, os escores da Escala de Sonolência de Epworth e as medidas de pressão arterial registradas no período diurno em ambos os tempos de avaliação. A normalidade das variáveis contínuas foi examinada por meio do teste de Shapiro–Wilk e da inspeção visual dos gráficos Quantile–Quantile (Q–Q). As variáveis que apresentaram distribuição compatível com a normalidade foram expressas como média  $\pm$  desvio-padrão.

ANOVAs, teste de Kruskal-Wallis e teste de Qui-Quadrado foram utilizados para avaliar possíveis diferenças entre os grupos nas características demográficas em T0. ANOVAs de medidas repetidas com checagem de esfericidade foram realizadas, utilizando, quando adequado, testes *post hoc* com correção de Bonferroni. Uma variável com distribuição não normal foi transformada por função logarítmica (Log10).

Para as variáveis de qualidade de vida e de sono, aplicou-se o teste de Friedman, seguido de comparações pareadas pelo método de Durbin–Conover, considerando os dois momentos de avaliação e os três grupos analisados.

## RESULTADOS

As características demográficas e antropométricas dos participantes — incluindo idade, índice de massa corporal, circunferência cervical, pressão arterial sistólica e diastólica, distribuição por sexo e classificação de Mallampati — estão apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Características demográficas, antropométricas e parâmetros polissonográficos primários dos participantes nos três grupos de tratamento. Os valores são apresentados como média  $\pm$  desvio-padrão para variáveis contínuas e como frequências absolutas para variáveis (categóricas).

Variables	Groups			p
	Angled Handpiece Mean $\pm$ SD	Straight Handpiece Mean $\pm$ SD	Placebo Mean $\pm$ SD	
Age (y)	48.9 $\pm$ 6.64	48.6 $\pm$ 5.56	49.6 $\pm$ 6.31	0.934
BMI_T0 (kg/m <sup>2</sup> )	27.8 $\pm$ 2.33	29.2 $\pm$ 3.31	28.7 $\pm$ 3.51	0.595
Neck Circunference (cm)	42.3 $\pm$ 4.22	41.0 $\pm$ 3.71	42.9 $\pm$ 3.41	0.528
SAP_T0 (mmHg)	129 $\pm$ 19.4	146 $\pm$ 19.3	135 $\pm$ 23.2	0.185
DAP_T0 (mmHg)	82.1 $\pm$ 15.0	97.8 $\pm$ 11.4	88.4 $\pm$ 15.4	0.059
Sex (n for M;F)	8;2	6;4	9;1	0.828
Malampatti score(n)	I(0) II(2) III(7) IV(1)	I(1) II(3) III(2) IV(4)	I(0) II(1) III(7) IV(2)	0.819
T90_T0	6.71 $\pm$ 5.05	7.97 $\pm$ 6.97	6.76 $\pm$ 6.53	0.892
HB_T0	42.1 $\pm$ 13.4	44.8 $\pm$ 11.9	40.0 $\pm$ 12.0	0.679
O2Sp Max_T0	98.4 $\pm$ 1.07	98.6 $\pm$ 1.26	98.4 $\pm$ 0.843	0.910
O2Sp Min_T0	86.1 $\pm$ 3.41	84.4 $\pm$ 1.71	85.5 $\pm$ 3.10	0.332
O2Sp Ave_T0	93.6 $\pm$ 1.43	93.3 $\pm$ 1.34	93.5 $\pm$ 0.850	0.885
HR Max_T0	110 $\pm$ 10.0	108 $\pm$ 9.24	107 $\pm$ 8.63	0.720
HR Min_T0	53.5 $\pm$ 10.9	51.3 $\pm$ 4.03	49.4 $\pm$ 5.78	0.538
HR Ave_T0	67.6 $\pm$ 11.8	67.8 $\pm$ 6.16	66.3 $\pm$ 7.83	0.894
Snoring_ScoreT0	26.3 $\pm$ 16.4	28.9 $\pm$ 16.8	29.6 $\pm$ 22.2	0.912

Não houve diferenças estatisticamente significativas entre os três grupos em todas as variáveis de base, com todos os valores de  $p$  superiores a 0,05 indicando a homogeneidade dos grupos no tempo T0. A idade média dos participantes foi de 49 anos. Todos os grupos se enquadraram na faixa de sobrepeso (BMI  $\geq$ 25 kg/m<sup>2</sup>). Houve predomínio de participantes do sexo masculino (homens: 23; mulheres: 7). Considerando a circunferência cervical, as médias apresentadas foram ligeiramente

elevadas, acima de 40 cm. Quanto à classificação de Mallampati, a maior frequência observada foi Classe III, seguida pelas Classes II e IV.

Os parâmetros polissonográficos basais, bem como as variáveis de frequência cardíaca, não mostraram diferenças significativas entre os grupos. Adicionalmente, o escore de ronco basal (Snoring\_Score\_T0) foi semelhante entre os três grupos.

Os desfechos primários do estudo consistiram em parâmetros polissonográficos avaliados em dois momentos — antes da intervenção (T0) e três meses após (T1) — em três grupos paralelos de tratamento: duas modalidades ativas de aplicação do laser Er:YAG e um grupo placebo. Como desfechos secundários, foram analisadas possíveis mudanças na classificação de Mallampati, nos escores da Escala de Sonolência de Epworth e nas medidas de pressão arterial obtidas durante o período diurno, nos dois tempos de avaliação, além dos escores de qualidade de vida (QoL) e de sono (SQ) da VAS.

#### Desfechos Primários

Os desfechos polissonográficos são apresentados na Tabela 2 como média  $\pm$  desvio-padrão.

**Tabela 2.** Group Descriptives. Variação dos parâmetros polissonográficos após 3 meses de acompanhamento nos três grupos de tratamento. Os valores são apresentados como média  $\pm$  desvio-padrão.

Variables	Groups			F	p
	Angled Handpiece Mean $\pm$ SD	Straight Handpiece Mean $\pm$ SD	Placebo Mean $\pm$ SD		
$\Delta$ ODI	-4.11 $\pm$ 2.44	-0.74 $\pm$ 3.35	0.88 $\pm$ 3.08	8.405	0.003
$\Delta$ T90	-4.71 $\pm$ 3.95	-1.58 $\pm$ 3.39	2.40 $\pm$ 7.51	3.882	0.041
$\Delta$ HB	-14.87 $\pm$ 12.22	-9.54 $\pm$ 14.03	-2.04 $\pm$ 11.20	2.934	0.079
$\Delta$ O2Sp Max	0.10 $\pm$ 1.10	-0.10 $\pm$ 1.19	-0.10 $\pm$ 0.87	0.113	0.894
$\Delta$ O2Sp Min	2.50 $\pm$ 2.95	-1.20 $\pm$ 4.18	1.20 $\pm$ 3.12	2.516	0.109
$\Delta$ O2Sp Ave	0.40 $\pm$ 1.43	-0.70 $\pm$ 2.62	0.00 $\pm$ 0.81	0.696	0.514
$\Delta$ HR Max	-0.30 $\pm$ 10.96	-1.40 $\pm$ 6.83	1.80 $\pm$ 13.11	0.230	0.797
$\Delta$ HR Min	-2.30 $\pm$ 7.86	2.70 $\pm$ 5.16	1.80 $\pm$ 5.24	1.400	0.273
$\Delta$ HR Ave	-0.20 $\pm$ 8.97	1.30 $\pm$ 7.00	1.80 $\pm$ 8.23	0.140	0.871
$\Delta$ Snoring Score ¥	-15.10 $\pm$ 8.81	-8.94 $\pm$ 9.01	-1.83 $\pm$ 14.20	3.239	0.001

¥ - Variable analyzed after Log10 transformation; original untransformed values are reported for clarity.

A análise dos desfechos primários, apresentada na Tabela 2, revelou diferenças significativas entre os grupos para algumas variáveis, indicando efeito diferencial das intervenções ao longo do período avaliado.

O índice de dessaturação de oxigênio (ODI) exibiu valores distintos das médias entre as modalidades de tratamento. O Angled Handpiece Group (AG) demonstrou a redução mais expressiva da média, alcançando um nível estatisticamente distinto daquele observado no Placebo Group (PG).

A carga hipóxica (HB) não mostrou redução estatisticamente significativa, apesar de tendência à redução mais expressiva no Angled Handpiece Group (AG).

As variáveis  $\Delta$  O2Sp Max,  $\Delta$  O2Sp Min e  $\Delta$  O2Sp Ave, assim como  $\Delta$  HR Max,  $\Delta$  HR Min e  $\Delta$  HR Ave, não apresentaram diferenças significativas entre os grupos ( $p > 0,05$ ).

Foi observada diferença estatisticamente significativa entre os grupos em relação ao escore do ronco (SS). Os dois grupos das ponteiros ativas apresentaram redução expressiva do escore de ronco, sendo que a maior redução média do SS foi observada no Angled Handpiece Group (AG).

### Desfechos secundários

Os desfechos secundários — incluindo a classificação de Mallampati, os escores da Escala de Sonolência de Epworth e as medidas de pressão arterial obtidas durante o período diurno nos dois tempos de avaliação — são apresentados na Tabela 3.

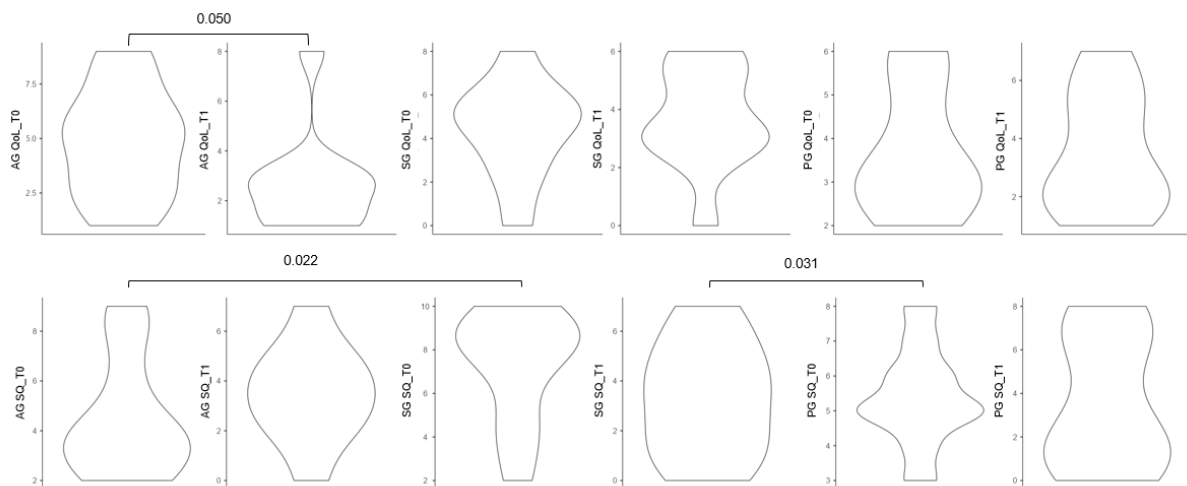
**Tabela 3.** Desfechos secundários avaliados antes da intervenção e após 3 meses nos três grupos de tratamento. São apresentados a classificação de Mallampati, os escores da Escala de Sonolência de Epworth e as medidas de pressão arterial sistólica e diastólica obtidas durante o período diurno. Os valores são expressos como média  $\pm$  desvio-padrão.

Variables	Groups						Hypothesis tests		
	Angled Handpiece		Straight Handpiece		Placebo		Tests	F	p
	T0	T1	T0	T1	T0	T1			
Epworth	6.00 $\pm$ 3.13	4.40 $\pm$ 2.01	8.90 $\pm$ 5.43	7.10 $\pm$ 5.26	6.70 $\pm$ 2.91	5.70 $\pm$ 0.95	Time	5.52	0.030
							Time*Group	0,14	0.870
							Group	1.96	0.161
MAP	97.6 $\pm$ 15.7	90.8 $\pm$ 5.78	114 $\pm$ 13.8	103 $\pm$ 16.7	104 $\pm$ 17.6	98.7 $\pm$ 10.7	Time	13.39	0.001
							Time*Group	0.687	0.511
							Group	3.06	0.063

DAP	82.1±15.0	74.4±7.85	97.8±11.4	88.2±15.9	88.4±15.4	82.7±8.63	Time	12.11	0.002
							Time*Group	0.261	0.772
							Group	4.27	0.024
SAP	129±19.4	124±16.4	146±19.3	132±19.3	135±23.2	131±18.8	Time	7.41	0.011
							Time*Group	1.20	0.316
							Group	1.28	0.294

A análise dos desfechos secundários evidenciou alterações significativas ao longo do tempo em diversas variáveis. Observou-se uma redução geral da sonolência diurna em todos os grupos, sem diferença entre eles quanto ao padrão dessa mudança. Da mesma forma, os parâmetros hemodinâmicos — pressão arterial sistólica, diastólica e média — apresentaram variações significativas relacionadas ao tempo, indicando melhora global desses índices independentemente do grupo avaliado.

Testes de Friedman com comparações pareadas de Durbin-Conover foram realizadas para os escores de qualidade de vida e qualidade de sono e os resultados estão presentes na figura 3.



**Figura 3.** Violin Plot. Distribuição dos escores de qualidade de vida (superior) e qualidade do sono (inferior) nos tempos T0 e T1 nos grupos AG, SG e PG. Valores de p obtidos pelo teste de Friedman com *post hoc* de Durbin–Conover.

O escore de qualidade de vida apresentou variação entre o AG QoL\_T0 e AG QoL\_T1, com melhora nos escores de qualidade de vida com o tratamento.

## DISCUSSÃO

Esse não é o primeiro estudo que analisa a eficácia do Er:YAG laser aplicado de forma não ablativa ao palato e pilares faríngeos para o tratamento de distúrbios respiratórios do sono [12–14,16], mas é, em nosso melhor entendimento, o primeiro ensaio clínico randomizado e controlado por placebo focado nesse objetivo. Os resultados demonstraram que o grupo AH apresentou melhoras significativas em parâmetros fisiológicos relacionados à oxigenação noturna, enquanto o grupo SH — com os parâmetros energéticos empregados neste estudo — e o PG não tiveram efeitos significativos. Esses achados contribuem para preencher uma lacuna relevante na literatura, até então dominada por estudos observacionais, séries de casos e ensaios com limitações metodológicas importantes [12].

A melhora observada no índice de dessaturação de oxigênio (ODI) e no tempo percentual de sono com saturação abaixo de 90% (T90), sugere que a aplicação do Er:YAG em configuração específica (AH) pode modular a patência faríngea durante o sono por meio de enrijecimento e remodelamento dos tecidos do palato mole [28]. Tais resultados são coerentes com o mecanismo proposto em estudos prévios, que indicam aumento da rigidez tecidual e redução da vibração como efeitos primários da fototermia subablativa do laser Er:YAG [12,15].

Nossos achados reforçam que, embora o laser não tenha sido testado neste estudo em indivíduos com OSA moderada ou grave — e, portanto, não seja possível afirmar seu impacto direto nesses fenótipos — é plausível que a terapia possa, ao menos em parte, atenuar a gravidade da doença nesses casos, reduzindo potencialmente a pressão necessária no CPAP ou a magnitude de avanço mandibular requerida nos dispositivos de avanço mandibular, tornando essas terapias mais confortáveis e, talvez, de mais fácil adesão. No entanto, essas possibilidades precisam ser testadas em estudos futuros.

A eficácia observada do laser depende de parâmetros de entrega de energia, incluindo a energia por pulso (mJ), a frequência de repetição (Hz) e a potência média (W). Esses fatores influenciam diretamente a distribuição espacial da energia, a densidade de potência e a profundidade de penetração tecidual, determinando o tipo e a magnitude da interação fototérmica. Embora a configuração testada no grupo SH não tenha mostrado benefícios clínicos significativos, não se pode excluir que ajustes

em variáveis operacionais possam gerar respostas fisiológicas mais favoráveis [29]. Estudos futuros devem explorar sistematicamente essas variáveis para determinar as configurações ideais de potência e extensão do tratamento [12].

Os achados também devem ser interpretados à luz das barreiras conhecidas às terapias tradicionais da OSA. A baixa adesão ao CPAP, os efeitos adversos orais dos dispositivos de avanço mandibular e o risco percebido das intervenções cirúrgicas levam muitos participantes a procurarem alternativas menos invasivas. Nesse contexto, o laser não ablativo representa uma opção de perfil favorável em termos de tolerabilidade e aceitabilidade, para participantes portadores de OSA leve, em especial se, depois de reproduzido, nossos resultados se mostrarem consistentes [12,14,30].

Este estudo apresenta fortalezas importantes, incluindo o delineamento randomizado controlado por placebo, a avaliação fisiológica detalhada e a análise comparativa entre duas modalidades de aplicação. Contudo, limitações devem ser reconhecidas. A amostra é composta por indivíduos com OSA leve, o que limita a generalização para fenótipos mais graves. Além disso, a durabilidade dos efeitos não foi avaliada; considerando que estudos prévios sugerem um declínio gradual entre 12 e 24 meses, investigações longitudinais são essenciais [12,14,16].

Finalmente, os resultados aqui apresentados indicam que o laser Er:YAG — quando aplicado com a Angled Handpiece — pode oferecer benefício clínico mensurável na OSA leve, particularmente em parâmetros de oxigenação associados ao risco cardiovascular. A possibilidade de aperfeiçoamento dos resultados por meio de ajustes dos parâmetros energéticos, especialmente na Straight Handpiece, representa uma linha promissora para pesquisas subsequentes. Ensaios multicêntricos, com maior tamanho amostral, períodos de seguimento prolongados e desfechos centrados no paciente, serão fundamentais para definir o papel definitivo do laser Er:YAG como terapia adjuvante no manejo contemporâneo da apneia obstrutiva do sono.

## CONCLUSÕES

O presente estudo demonstrou a eficácia clínica com o laser Er:YAG no tratamento do ronco associado a apneia do sono leve. A análise dos desfechos primários demonstrou que a aplicação do laser, em contraste com o grupo placebo, esteve associada a uma melhora objetiva e sustentada dos parâmetros polissonográficos em três meses. Notavelmente, a modalidade que empregou a Angled Handpiece (AH) resultou em uma redução estatisticamente significativa do índice de dessaturação de oxigênio (ODI), no tempo percentual de sono com saturação abaixo de 90% (T90) e do escore do ronco (SS). Angled Handpiece Group (AG) demonstrou uma melhora subjetiva na qualidade de vida referida pelos participantes.

Em síntese, o laser Er:YAG, particularmente administrado com a Angled Handpiece, constitui-se como uma opção terapêutica não invasiva para melhora do ronco associado a apneia do sono leve. Recomenda-se a realização de estudos longitudinais, com amostras maiores e metodologia padronizada, a fim de confirmar estes achados preliminares e validar a aplicabilidade clínica em larga escala desta intervenção.

## REFERÊNCIAS

1. Pevernagie D, Aarts RM, De Meyer M. The acoustics of snoring. *Sleep Med Rev.* 2010 Apr;14(2):131–44.
2. Fiz Fernández JA, Solà Soler J, Jané Campos R. Métodos de análisis del ronquido. *Med Clin (Barc).* 2011 Jun;137(1):36–42.
3. Young T PMDJPPNFHKM. Burden of Sleep Apnea: Rationale, Design, and Major Findings of the Wisconsin Sleep Cohort Study. .
4. Senaratna C V., Perret JL, Lodge CJ, Lowe AJ, Campbell BE, Matheson MC, et al. Prevalence of obstructive sleep apnea in the general population: A systematic review. *Sleep Med Rev.* 2017 Aug;34:70–81.
5. Lim DC, Pack AI. Obstructive Sleep Apnea: Update and Future. *Annu Rev Med.* 2017 Jan 14;68(1):99–112.
6. Sutherland K, Almeida FR, de Chazal P, Cistulli PA. Prediction in obstructive sleep apnoea: diagnosis, comorbidity risk, and treatment outcomes. *Expert Rev Respir Med.* 2018 Apr 3;12(4):293–307.
7. Benjafield A V, Ayas NT, Eastwood PR, Heinzer R, Ip MSM, Morrell MJ, et al. Estimation of the global prevalence and burden of obstructive sleep apnoea: a literature-based analysis. *Lancet Respir Med.* 2019 Aug;7(8):687–98.
8. Dong JY, Zhang YH, Qin LQ. Obstructive sleep apnea and cardiovascular risk: Meta-analysis of prospective cohort studies. *Atherosclerosis.* 2013 Aug;229(2):489–95.
9. Gupta MA, Simpson FC. Obstructive Sleep Apnea and Psychiatric Disorders: A Systematic Review. *Journal of Clinical Sleep Medicine.* 2015 Feb 15;11(02):165–75.
10. Javaheri S, Barbe F, Campos-Rodriguez F, Dempsey JA, Khayat R, Javaheri S, et al. Sleep Apnea. *J Am Coll Cardiol.* 2017 Feb;69(7):841–58.
11. Lin CH, Lurie RC, Lyons OD. Sleep Apnea and Chronic Kidney Disease. *Chest.* 2020 Mar;157(3):673–85.
12. Dembicka-Mączka D, Gryka-Deszczyńska M, Sitkiewicz J, Makara A, Fiegler-Rudol J, Wiench R. Effectiveness of the Er:YAG Laser in Snoring Treatment Based on Systematic Review and Meta-Analysis Results. *J Clin Med [Internet].* 2025 Jun 1 [cited 2025 Aug 31];14(12). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40566115/>

13. Storchi IF, Parker S, Bovis F, Benedicenti S, Amaroli A. Outpatient erbium:YAG (2940 nm) laser treatment for snoring: a prospective study on 40 patients. *Lasers Med Sci.* 2018 Feb 15;33(2):399–406.
14. Neruntarat C, Khuancharee K, Shoowit P. Er:YAG laser for snoring: a systemic review and meta-analysis. *Lasers Med Sci.* 2020 Aug 28;35(6):1231–8.
15. Cetinkaya EA, Turker M, Kiraz K, Gulkesen HK. Er: Yag laser treatment of simple snorers in an outpatient setting. *ORL.* 2016 Apr 1;78(2):70–6.
16. Frelich H, Ścierski W, Marków M, Frelich J, Frelich H, Maciej M. Minimally invasive erbium laser treatment for selected snorers. *Lasers Med Sci.* 2019 Sep 1;34(7):1413–20.
17. Hasan R, Genta PR, Pinheiro G do L, Garcia ML, Scudeller PG, de Carvalho CRR, et al. Validation of an overnight wireless high-resolution oximeter for the diagnosis of obstructive sleep apnea at home. *Sci Rep.* 2022 Dec 1;12(1).
18. Pinheiro G do L, Cruz AF, Domingues DM, Genta PR, Drager LF, Strollo PJ, et al. Validation of an Overnight Wireless High-Resolution Oximeter plus Cloud-Based Algorithm for the Diagnosis of Obstructive Sleep Apnea. *Clinics.* 2020 Jan 1;75.
19. Yu JL, Rosen I. Utility of the modified Mallampati grade and Friedman tongue position in the assessment of obstructive sleep apnea. *Journal of Clinical Sleep Medicine.* 2020 Feb 15;16(2):303–8.
20. Lin H, Lai C, Lin P, Friedman M, Salapatas AM, Chang H, et al. Clinical Prediction Model for Obstructive Sleep Apnea among Adult Patients with Habitual Snoring. *Otolaryngology–Head and Neck Surgery.* 2019 Jul 2;161(1):178–85.
21. Pio-Abreu A, Moreno H, Drager LF. Obstructive sleep apnea and ambulatory blood pressure monitoring: current evidence and research gaps. *J Hum Hypertens.* 2021 Apr 7;35(4):315–24.
22. Naimaier Bertolazi A CFSSHLDPVSMBSJMW. Portuguese-language version of the Epworth sleepiness scale: validation for use in Brazil\*. [www.jornaldepneumologia.com.br](http://www.jornaldepneumologia.com.br). 2009;Vol. 35.
23. Masa JF, Jiménez A, Durán J, Carmona C, Monasterio C, Mayos M, et al. Visual analogical well-being scale for sleep apnea patients: validity and responsiveness. *Sleep and Breathing.* 2011 Sep 5;15(3):549–59.
24. Grunberg SM, Groshen S, Steingass S, Zaretsky S, Meyerowitz B. Comparison of conditional quality of life terminology and visual analogue scale measurements. *Quality of Life Research.* 1996 Feb;5(1):65–72.

25. García-Pérez MA, Alcalá-Quintana R. Accuracy and precision of responses to visual analog scales: Inter- and intra-individual variability. *Behav Res Methods*. 2023 Dec 1;55(8):4369–81.
26. Åström M, Thet Lwin ZM, Teni FS, Burström K, Berg J. Use of the visual analogue scale for health state valuation: a scoping review. *Quality of Life Research*. 2023 Oct 7;32(10):2719–29.
27. Lukac M, Zorman A, Lukac N, Perhavec T, Tasic B. Characteristics of Non-Ablative Resurfacing of Soft Tissues by Repetitive Er:YAG Laser Pulse Irradiation. *Lasers Surg Med*. 2021 Nov 1;53(9):1266–78.
28. Kassab AN, Kharbotly A El, Elsamie AA, Ahmed MR. A Long-Term Follow-up Study for the Treatment of Snoring after Using Patterned Non-Ablative Erbium: YAG 2,940 nm Laser. *Int Arch Otorhinolaryngol*. 2023 Jan 27;27(01):e104–10.
29. Franck P, Henderson PW, Rothaus KO. Basics of Lasers: History, Physics, and Clinical Applications. *Clin Plast Surg*. 2016 Jul 1;43(3):505–13.
30. Monteiro L, Macedo A, Corte-Real L, Salazar F, Pacheco JJ. Treatment of snoring disorder with a non-ablative Er:YAG laser dual mode protocol. An interventional study. *J Clin Exp Dent*. 2020 Jun 1;12(6):e561–7.

## **CAPÍTULO 3**

*Press Release*

## Press Release

Laser Erbium YAG demonstra eficácia no tratamento do ronco e distúrbios respiratórios do sono leves, aponta ensaio clínico randomizado.

Um ensaio clínico randomizado conduzido no âmbito de um programa de mestrado acadêmico confirmou que o laser Erbium YAG é uma intervenção eficaz para indivíduos com ronco e apneia do sono leve. Os resultados reforçam o potencial desse recurso terapêutico como alternativa não invasiva às abordagens tradicionais.

A pesquisa demonstrou que, ao longo de três meses, a aplicação do laser promoveu melhora objetiva e sustentada em parâmetros polissonográficos quando comparada ao placebo. Entre os achados de destaque, a utilização da peça de mão Angled Handpiece (AH) resultou em redução estatisticamente significativa tanto do Índice de Dessaturação de Oxigênio (ODI), no tempo percentual de sono com saturação abaixo de 90% (T90), além do Escore de Ronco (Snoring Score), indicando impacto direto na qualidade respiratória noturna. Além da melhora subjetiva da qualidade de vida, conforme relatado pelos participantes.

De forma geral, o estudo conclui que o laser Erbium YAG — especialmente quando aplicado com a peça de mão AH — representa uma alternativa terapêutica bem tolerada, capaz de promover benefícios clínicos relevantes para participantes que sofrem com ronco e apneia leves.

Os pesquisadores destacam que novos estudos, com mais participantes e acompanhamento prolongado, são necessários para ampliar o conhecimento sobre o uso dessa tecnologia no tratamento dos distúrbios respiratórios do sono em maior escala.



**ANEXO 1**

**ANAMNESE**

Nome: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_ Peso: \_\_\_\_\_ Altura: \_\_\_\_\_

IMC: \_\_\_\_\_

Queixa

Principal: \_\_\_\_\_

Sente cansaço ao acordar?  Sim  Não

Sente que seu sono é reparador?  Sim  Não

Acorda durante a noite com o som do seu ronco?  Sim  Não

Acorda durante a noite com falta de ar com taquicardia?  Sim  Não

Dores de cabeça ao acordar?  Sim  Não

Sente sono ou cansaço durante o dia?  Sim  Não

Dificuldade de memorização e esquecimentos frequentes?  Sim  Não

Depressão ou irritabilidade?  Sim  Não

Histórico pessoal de doenças cardiovasculares?  Sim  Não

Infarto ou acidente vascular cerebral?  Sim  Não

Possui hipertensão arterial?  Sim  Não

Histórico familiar de hipertensão arterial ou doenças cardiovasculares?  Sim  Não

Tem Diabetes?  Sim  Não

Histórico familiar de diabetes?  Sim  Não

Dores na articulação têmporo mandibular?  Sim  Não

Dores nos músculos da face (temporal, masseter)?  Sim  Não

Fuma?  Sim  Não

Consumo de álcool?  diário  2x semana  eventualmente

Outras doenças crônicas ou

infecciosas: \_\_\_\_\_

Medicações de uso frequente:

\_\_\_\_\_



**ANEXO 2**

**EXAME CLÍNICO**

Nome: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_

Sexo (Masculino=M; Feminino =F): \_\_\_\_\_

Medida da circunferência cervical:

\_\_\_\_\_

\*Risco aumentado: Mulheres > 35 | Homens > 40

Medida da pressão arterial:

\_\_\_\_\_

\*Hipertensão arterial: maior que 140mmHg X 90 mmHg

Exame intraoral:

\_\_\_\_\_

Classificação de Mallampati:  I  II  III  IV

\*Classificação III e IV: maior risco de ronco

Perdas dentárias?

\_\_\_\_\_

Perda de dimensão vertical por perdas dentárias posteriores?

\_\_\_\_\_

Presença de implantes dentários, próteses dentárias?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Retrognatismo mandibular?  Sim  Não

Abertura bucal normal?  Sim  Não

Exame da ATM Dor:

\_\_\_\_\_

Deslocamento de disco:

\_\_\_\_\_

Crepitação ou Estalidos?

\_\_\_\_\_



### ANEXO 3

#### ***Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE***

Convidamos o(a) Senhor(a) a participar voluntariamente do projeto de pesquisa “**Avaliação do Uso do Laser Erbium YAG no Tratamento do Ronco: Um Ensaio Clínico Randomizado**”, sob a responsabilidade da pesquisadora Djane Cordeiro Rodrigues Brasil. O projeto tem a finalidade de estudar a eficácia do laser Erbium YAG para tratamento do ronco e da apneia obstrutiva do sono.

Este estudo tem como objetivo principal avaliar a eficácia do laser Erbium YAG no tratamento do ronco em pacientes com ronco primário e apneia leve. Os objetivos específicos incluem: (1) avaliar o impacto do laser em pacientes com ronco primário; (2) medir a redução do ronco em casos de ronco primário e apneia leve; (3) comparar a eficácia de duas ponteiros de laser com um placebo; e (4) analisar a satisfação e o conforto dos pacientes submetidos ao tratamento.

O(a) senhor(a) receberá todos os esclarecimentos necessários antes e no decorrer da pesquisa e lhe asseguramos que seu nome não aparecerá sendo mantido o mais rigoroso sigilo pela omissão total de quaisquer informações que permitam identificá-lo(a).

Será realizada entrevista prévia ao estudo para identificar seu interesse em participar do estudo. A sua participação se dará por meio da permissão ao pesquisador realizar a aplicação do laser Erbium YAG na região do palato (céu da boca).

Os riscos decorrentes de sua participação na pesquisa são o surgimento de desconforto na mucosa, dor local, vermelhidão. Mas o maior risco seria o participante diagnosticado com apneia não realizar nenhum tratamento. Para minimizar esses riscos, todas as aplicações serão realizadas por profissional qualificado e treinado para o procedimento. Além disso, o(a) senhor(a) será monitorado(a) durante todo o processo, sendo fornecidas orientações detalhadas sobre os cuidados pós-procedimento. Caso ocorram reações adversas, haverá suporte médico adequado e imediato para manejo dos sintomas.

Ao participar desta pesquisa, o (a) senhor (a) terá como benefício o tratamento não invasivo da apneia obstrutiva do sono com laser Erbium YAG. Além disso, esperamos que este estudo traga informações importantes sobre o uso dessa modalidade de tratamento da apneia.

O(a) Senhor(a) pode se recusar a responder (ou participar de qualquer procedimento) qualquer questão que lhe traga constrangimento, podendo desistir de participar da pesquisa em qualquer momento sem nenhum prejuízo para o(a) senhor(a). Sua participação é voluntária, isto é, não há pagamento por sua colaboração.

---

Participante da Pesquisa

(Nome e assinatura)

---

Pesquisador Responsável

(Nome e assinatura)

Todas as despesas que o(a) senhor(a) o(a) senhor(a) tiver relacionadas diretamente ao projeto de pesquisa (tais como, exames para realização da pesquisa) serão cobertas pelo pesquisador responsável. Além disso, será realizado o ressarcimento das despesas referentes ao deslocamento/ transporte para a realização das consultas clínicas.

Caso haja algum dano direto ou indireto decorrente de sua participação na pesquisa, o(a) senhor(a) deverá buscar ser indenizado, obedecendo-se as disposições legais vigentes no Brasil.

Os resultados da pesquisa serão divulgados na Universidade de Brasília podendo ser publicados posteriormente. Os dados e materiais serão utilizados somente para esta pesquisa e ficarão sob a guarda do pesquisador por um período de cinco anos, após isso serão destruídos.

Se o(a) Senhor(a) tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, entre em contato com: Djane Brasil - celular: (61)991164500 / e-mail: [djanebrasil@gmail.com](mailto:djanebrasil@gmail.com). O contato com os pesquisadores pode ser feito a qualquer hora, inclusive com ligação a cobrar.

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde (CEP/FS) da Universidade de Brasília. O CEP é composto por profissionais de diferentes áreas cuja função é defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. As dúvidas com relação à assinatura do TCLE ou os direitos do participante da pesquisa podem ser esclarecidos pelo telefone (61) 3107-1947 ou do e-mail [cepfs@unb.br](mailto:cepfs@unb.br) ou [cepfsunb@gmail.com](mailto:cepfsunb@gmail.com). O CEP/FS se localiza na Faculdade de Ciências da Saúde, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Universidade de Brasília, Asa Norte.

Caso concorde em participar, pedimos que assine este documento que foi elaborado em duas vias, uma ficará com o pesquisador responsável e a outra com o(a) Senhor(a). Caso concorde em participar, pedimos que assine este documento que foi elaborado em duas vias, uma ficará com o pesquisador responsável e a outra com o(a) Senhor(a).

---

Nome e assinatura do Participante de Pesquisa

---

Nome e assinatura do Pesquisador Responsável

Brasília, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.



#### ANEXO 4

#### ESCALA DE SONOLÊNCIA DE EPWORTH

Nome: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_

Sexo (Masculino=M; Feminino =F): \_\_\_\_\_

Qual a probabilidade de você cochilar ou dormir e não se sentir apenas cansado, nas seguintes situações? Considere o modo de vida que você tem levado recentemente. Mesmo se você não tenha feito algumas dessas coisas recentemente, tente imaginar como elas o afetariam. Escolha o número mais apropriado para responder cada questão:

0= nunca cochilaria

1= pequena probabilidade de cochilar

2= probabilidade média de cochilar

3= grande probabilidade de cochilar

Situação:	Probabilidade de cochilar:			
	0	1	2	3
Sentado e lendo	0	1	2	3
Sentado, quieto, em local público (teatro, reunião, palestra)	0	1	2	3
Andando de carro por 1 hora sem parar, como passageiro	0	1	2	3
Ao deitar-se à tarde para descansar, quando possível	0	1	2	3
Sentado conversando com alguém	0	1	2	3
Sentado quieto após almoço sem bebida de álcool	0	1	2	3
Em um carro parado no trânsito por alguns poucos minutos	0	1	2	3

**ANEXO 5****ESCALA VISUAL ANALÓGICA (EVA) DE QUALIDADE DE VIDA E SONO**

Nome: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_

Sexo (Masculino=M; Feminino =F): \_\_\_\_\_

A Escala Visual Analógica (EVA) apresentada a seguir é utilizada para medir a percepção subjetiva de qualidade de vida e sono. Em cada item, por favor, marque com um "X" o número na escala de 0 a 10 que melhor representa sua experiência. Nesta escala, valores mais baixos indicam melhor qualidade de vida e sono, enquanto valores mais altos indicam pior qualidade de vida e sono.

---

**Parte 1: Qualidade de Vida****1. Avaliação Geral da Qualidade de Vida**

- Marque o número que melhor representa sua percepção geral da qualidade de vida nas últimas duas semanas.

0 (Melhor Qualidade de Vida) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 (Pior Qualidade de Vida)

**2. Satisfação com a Saúde Física**

- Marque o número que melhor reflete sua satisfação com sua saúde física nas últimas duas semanas.

0 (Totalmente Satisfeito) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 (Totalmente Insatisfeito)

**3. Satisfação com a Saúde Mental**

- Marque o número que melhor reflete sua satisfação com sua saúde mental nas últimas duas semanas.

0 (Totalmente Satisfeito) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 (Totalmente Insatisfeito)

---

**Parte 2: Qualidade do Sono****4. Qualidade Geral do Sono**

- Marque o número que melhor reflete a qualidade do seu sono nas últimas duas semanas.

0 (Sono Excelente) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 (Sono Muito Ruim)

**5. Dificuldade em Adormecer**

- Marque o número que melhor reflete sua dificuldade em adormecer nas últimas duas semanas.

0 (Nenhuma Dificuldade) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 (Dificuldade Máxima)

**6. Frequência de Despertares Noturnos**

- Marque o número que melhor reflete a frequência de despertares noturnos nas últimas duas semanas.

0 (Nenhum Despertar) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 (Despertares Frequentes)

**7. Nível de Descanso ao Acordar**

- Marque o número que melhor reflete como você se sente ao acordar nas últimas duas semanas.

0 (Completamente Revigorado) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 (Extremamente Cansado)

---

**Parte 3: Impacto na Qualidade de Vida****8. Impacto do Sono na Qualidade de Vida**

- Marque o número que melhor reflete o impacto do seu sono na qualidade de vida geral nas últimas duas semanas.

0 (Nenhum Impacto Negativo) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 (Impacto Muito Negativo)

**9. Energia e Vitalidade Diárias**

- Marque o número que melhor reflete seu nível de energia e vitalidade durante o dia nas últimas duas semanas.

0 (Muita Energia) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 (Sem Energia)

**Considerações Finais:****10. Comentários ou Observações**

- Se desejar, escreva abaixo qualquer comentário adicional sobre sua qualidade de vida ou sono:

---



---



---