UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

Trabalho de Conclusão de Curso

CRIAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE APARELHO INTRAORAL PARA AUXILIAR NO TRATAMENTO DO RONCO

Sergio Braga Hermes

Natal-RN

2025

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

CRIAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE APARELHO INTRAORAL PARA AUXILIAR NO TRATAMENTO DO RONCO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Engenharia Biomédica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte para obtenção do título de Graduado em Engenharia Biomédica.

Graduando: Sergio Braga Hermes
Orientadora: Prof.ª Dra. Caroline Dantas Vilar

Natal-RN

2025

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

CRIAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE APARELHO INTRAORAL PARA AUXILIAR NO TRATAMENTO DO RONCO

Banca Examinadora do Trabalho de Conclusão de Curso

Prof.ª Dra. Caroline Dantas Vilar
Orientadora – UFRN _____

Prof. Drª. Custodio Leopoldino De Brito Guerra Neto
Avaliadora Interna – UFRN _____

Prof. Drª. Arthur Costa Rodrigues Farias
Avaliadora Externa – UFRN _____

Natal-RN

2025

AGRADECIMENTOS

É com imensa gratidão que expresso meus agradecimentos a todas as pessoas que contribuíram de maneira significativa para a conclusão deste trabalho, um marco em minha jornada acadêmica.

Em primeiro lugar, quero render graças a Deus, fonte inesgotável de sabedoria e força, por guiar meus passos e iluminar meu caminho ao longo dessa trajetória. Sua presença foi a bússola que me orientou nos momentos desafiadores, e sou profundamente grato por Sua constante graça.

À minha orientadora, Caroline Vilar, expresso minha sincera gratidão. Seu apoio, orientação e ensinamentos preciosos foram essenciais para o êxito deste projeto. Agradeço por sua paciência, dedicação e por ser uma fonte constante de inspiração durante toda a jornada acadêmica.

Ao meu querido dentista e amigo Arthur Farias, dedico um agradecimento especial. Sua expertise, paciência e incentivo foram fundamentais para o desenvolvimento desse trabalho. Sem sua colaboração valiosa, não teria sido possível alcançar os resultados que hoje compartilho com orgulho. Sua amizade e profissionalismo são tesouros que carregarei para toda a vida.

À minha filha, namorada e familiares, manifesto meu profundo agradecimento pela compreensão, paciência e apoio inabalável. Seu amor e encorajamento foram a âncora que me sustentou nos momentos desafiadores, e sou imensamente grato por ter uma base tão sólida.

Aos professores e colegas que, de alguma forma, contribuíram para meu crescimento acadêmico, meu mais sincero agradecimento. Cada interação e aprendizado compartilhado moldaram minha trajetória e enriqueceram minha experiência.

Esta conquista não é apenas minha, mas de todos que, de alguma forma, estiveram ao meu lado ao longo desta jornada. Obrigado a cada um de vocês por fazerem parte deste capítulo significativo em minha vida acadêmica.

Que este trabalho seja não apenas um ponto final, mas um ponto de partida para novas descobertas e realizações. A todos, meu profundo agradecimento.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 9
1. 1 Considerações iniciais 9
1. 2 Justificativa 10
1. 3 Objetivos 10
1. 3. 1 Objetivo geral 10
1. 3. 2 Objetivos específicos 11
1. 4 Apresentação do trabalho 11
2 REFERENCIAL TEÓRICO 12
3 METODOLOGIA 26
3. 1 Classificação da pesquisa 27
3. 2 Planejamento e técnica de coleta de dados 27
3. 2. 1 Escaneamento intraoral 30
3. 2. 2 Uso de modelo 3D 31
3. 3 Amostra da pesquisa 31
3. 4 Análise de dados 32
3. 6 Materiais e equipamentos utilizados 33
4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS 33
5 CONCLUSÃO 47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 47

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ilustração da metodologia da pesquisa colocar validação do equipamento ..... Erro! Indicador não definido.
Figura 2: Faixa mandibular anti-ronco **28**
Figura 3: Dispositivo de língua anti-ronco **28**
Figura 4: Dispositivo moldável Anti-Ronco **28**
Figura 5: Causas do ronco e apnéia **29**
Figura 6: Modelo de aparelho laboratorial **29**
Figura 7: Modelo de aparelho laboratorial **29**
Figura 8; Figura 9: Escaneamento para modelo tridimensional da arcada dentária do paciente **30**
Figura 10: NemoCast e modelo de arcada dentária **31**
Figura 11; Figura 12; Figura 13: Imagens das 5 versões fabricadas, da interface do App para registros do ronco e da interação do usuário com o App, respectivamente **34**
Figura 14: Interface do NemoCast **34**
Figura 15: Representação gráfica inicial de ronco durante o sono **35**
Figura 16: Análise por *software* NemoCast para modelagem da versão 1 do protótipo **35**
Figura 17; Figura 18: Versão 1 impressa **36**
Figura 19: Resultado por App do ronco no P1 com falhas **36**
Figura 20: Versão 1 pós teste **37**
Figura 21: Análise por *software* NemoCast para modelagem da versão 2 do protótipo **37**
Figura 22; Figura 23: Versão 2 impressa **38**
Figura 24: Resultado por App do ronco no P2 com falhas **38**
Figura 25; Figura 26: Versão 2 impressa pós teste e resultados com falhas **39**
Figura 27; Figura 28; Figura 29: Análise por software NemoCast para modelagem da versão 2 do protótipo **39**
Figura 30: Versão 3 impressa **40**
Figura 31: Análise por App do ronco durante três noites de sono com uso do P3 ..... **41**
Figura 32; Figura 33: Versão 3 impressa pós teste **41**

Figura 34; Figura 35; Figura 36: Análise por software NemoCast para modelagem da versão 4 do protótipo.....42
Figura 37: Dispositivo de avanço mandibular - componentes principais.....43
Figura 38: Análise por App do ronco durante três noites de sono com uso do P4 43
Figura 39: Molas de projeção.....44
Figura 40: Versão 3 impressa pós teste.....44
Figura 41; Figura 42: Versão 5 impressa.....45
Figura 43: Análise por App do ronco durante noite de sono com uso do P5....45

HERMES, Sérgio Braga. Criação e Desenvolvimento de Aparelho Intraoral para Auxiliar no Tratamento do Ronco. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Biomédica). Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), 2025.

RESUMO

Esse trabalho trata da criação e desenvolvimento de um dispositivo intraoral para controlar o ronco. O objetivo geral dessa pesquisa foi criação e desenvolvimento de um protótipo de custo de aquisição final baixo, que minimize o distúrbio respiratório do sono que provoca o ronco, buscando utilizar as tecnologias de impressoras 3D. A metodologia utilizada foi a revisão bibliográfica e o estudo de caso. Inicialmente, a metodologia de revisão bibliográfica explorou vasta a científica para compreender os avanços tecnológicos e os métodos de fabricação utilizados na criação de dispositivos intraorais para controle do ronco. O estudo de caso foi essencial na evolução do dispositivo intraoral, representando uma aplicação prática e avaliação do dispositivo em um ambiente controlado. Utilizou-se 4 protótipos anteriores como base até a 5ª versão do dispositivo, submetidos à experimentação e aperfeiçoamentos em paciente seleto com sintomas de ronco. Foram coletados dados sobre a usabilidade, eficácia na redução do ronco e potencial impacto na qualidade do sono por App e software. Esses dados foram comparados com as versões anteriores, permitindo avaliar melhorias e efetuar ajustes no dispositivo, visando sua otimização. O potencial do dispositivo intraoral, na impressão 3D para controlar o ronco foi notável. A tecnologia de impressão 3D ofereceu vantagens na produção customizada e rápida dos dispositivos, permitindo adaptações precisas de acordo com a anatomia bucal. Isso não só agilizou o processo de fabricação, mas ofereceu maior conforto e adaptação ao paciente. Concluiu-se que a aplicação prática por meio de estudo de caso contribuiu para um desenvolvimento contínuo e refinado do dispositivo, fortalecendo seu potencial como uma solução eficaz no controle do ronco e possíveis distúrbios associados ao sono.

Palavras-chave: Avanço mandibular. Ronco. Desvio de septo nasal. Protótipo 3D. Engenharia Biomédica.

HERMES, Sérgio Braga. Creation and Development of an Intraoral Device to Assist in the Treatment of Snoring. 55 p. Final Year Project (Bachelor in Biomedical Engineering). Federal University of Rio Grande do Norte (UFRN), 2025.

ABSTRACT

This work deals with the development of an intraoral device to control snoring, especially focusing on its fourth version. The general objective of this research is to produce a prototype with a low final acquisition cost that minimizes the sleep respiratory disturbance that causes snoring, seeking to use 3D printer technologies. The methodology used was literature review and case study. Initially, the literature review methodology explored a vast scientific literature to understand the technological advances and manufacturing methods used in the creation of intraoral devices for snoring control. The case study was essential in the evolution of the intraoral device, representing a practical application and evaluation of the device in a controlled environment. Four previous prototypes were used as a basis for the 5th version of the device, which underwent experimentation and improvements in a selected patient with snoring symptoms. Data on usability, effectiveness in reducing snoring, and potential impact on sleep quality were collected through an app and software. These data were compared with previous versions, allowing for improvements and adjustments to the device to optimize it. The potential of the intraoral device, especially after its fourth version, in 3D printing to control snoring was remarkable. 3D printing technology offered advantages in custom and rapid production of devices, allowing for precise adaptations according to oral anatomy. This not only expedited the manufacturing process but also offered greater comfort and adaptation to the patient. It was concluded that practical application through a case study contributed to the continuous and refined development of the device, strengthening its potential as an effective solution in controlling snoring and possible associated sleep disorders.

Keywords: Mandibular advancement. Snoring. Nasal septum deviation. 3D prototype. Biomedical engineering.

1 INTRODUÇÃO

1. 1 Considerações iniciais

O sono é um estado fisiológico caracterizado pela insensibilidade dos sentidos e pelo repouso. Durante esse período, Lopes (2020) esclarece que ocorrem diversos mecanismos fisiológicos que visam controlar a temperatura corporal, reparar e construir tecidos, além de regular o metabolismo, o sistema imunológico e os sistemas motor e musculoesquelético. O sono desempenha um papel fundamental no estímulo e consolidação de funções cognitivas como memória, aprendizagem e criatividade. Qualquer perturbação nesse funcionamento normal pode causar alterações na homeostase, afetando o sono em si e o dia a dia e o bem-estar do indivíduo.

O ronco, por outro lado, é um som respiratório áspero e forte que ocorre durante o sono devido à vibração das estruturas da garganta, principalmente quando há obstrução parcial das vias aéreas superiores. A Engenharia Biomecânica, campo multidisciplinar que aplica os princípios da mecânica e engenharia para entender o corpo humano, pode ser aplicada na odontologia para desenvolver dispositivos como o aparelho de avanço mandibular. Esse aparelho é projetado para posicionar a mandíbula levemente para frente durante o sono, mantendo as vias aéreas abertas e facilitando a passagem do ar, auxiliando no tratamento da apneia/hipopneia (Lopes, 2020).

A Engenharia Biomédica tem avançado no desenvolvimento tecnológico em saúde, graças às suas contribuições e ao reconhecimento dos profissionais com conhecimento interdisciplinar em engenharia, biociências e saúde. Isso tem levado ao reconhecimento desses profissionais como peças fundamentais em equipes multidisciplinares na área da saúde. Nesse contexto, a reabilitação oral pode ser considerada uma área de atuação para o profissional de Engenharia Biomédica, permitindo implementações de protótipos, análise de materiais, elaboração de cálculos biomecânicos e intervenções que contribuem de forma significativa para a melhoria do quadro clínico do paciente.

A importância do sono e os estudos fisiológicos associados encontram um ponto de interseção significativo na Engenharia Biomecânica, área multidisciplinar que se concentra na aplicação de princípios mecânicos e de engenharia para compreender e solucionar questões relacionadas ao corpo humano. No contexto do

sono, a Engenharia Biomecânica desempenha um papel importante na criação de dispositivos médicos e tecnologias para seu monitoramento, como sensores de movimento, dispositivos intraorais, polissonografia e sistemas de monitoramento fisiológico.

Essas ferramentas e tecnologias desenvolvidas pela Engenharia Biomecânica auxiliam na compreensão dos processos do sono, contribuindo para diagnósticos mais precisos de distúrbios do sono e no desenvolvimento de terapias eficazes para melhorar a qualidade do descanso e, consequentemente, a qualidade de vida dos indivíduos.

Diante do exposto esse trabalho tem por finalidade conhecer os estudos em distúrbios do sono, usando-os como embasamento para avaliar, discutir e elaborar um protótipo de dispositivo que minimize o ronco manifestado por distúrbios do sono com a implementação da manufatura aditiva (impressão 3D).

1. 2 Justificativa

A disponibilidade de equipamentos que mitiguem ou reparem o descanso do paciente com relação à qualidade do sono é uma dificuldade recorrente de muitos profissionais da saúde, considerando aspectos fisiológicos, critérios de engenharia, experiência em dispositivos e valor de produção do artefato. Esse trabalho proporciona a prática dos conhecimentos em Engenharia e reabilitação oral, com abordagem multidisciplinar focada no desenvolvimento e na produção de um dispositivo com potencial de ajudar no descanso de pacientes que apresentam o ronco e na reformulação da qualidade de vida de acordo com a avaliação de aspectos que uma boa noite de sono pode implicar.

1. 3 Objetivos

1. 3. 1 Objetivo geral

Criar e desenvolver um protótipo de custo de aquisição final baixo, que minimize o distúrbio respiratório do sono que provoca o ronco, buscando utilizar as tecnologias de impressoras 3D.

1. 3. 2 Objetivos específicos

- Conhecer distúrbios respiratórios do sono relacionados ao ronco;
- Melhorar a respiração durante o sono;
- Abrir as vias promovendo uma melhor posição fisiológica;
- Reduzir o ronco associado a distúrbios respiratórios do sono;
- Avaliar e aprimorar a utilização da impressão 3D na reabilitação do ronco.

1. 4 Apresentação do trabalho

Esse TCC está estruturado em Introdução, que apresenta o ronco como um problema que afeta a qualidade de vida e a saúde dos indivíduos, podendo estar associado a distúrbios do sono, como a apneia, bem como sua justificativa e objetivos. O Referencial teórico analisa os fundamentos anatômicos envolvidos no ronco, destacando a relação entre a obstrução das vias aéreas superiores e o distúrbio respiratório durante o sono, além disso, explora estudos prévios sobre dispositivos protéticos e a protração mandibular como estratégias para melhorar a respiração e reduzir o ronco.

A seguir, a Metodologia descreve o processo de criação e desenvolvimento do protótipo 3D, envolvendo a aquisição de dados anatômicos por meio de scanners intraorais, modelagem tridimensional, seleção de materiais e aprimoramentos baseados em propostas anteriores do dispositivo. Em Resultados e Discussão, detalha-se o uso de aplicativos para análise do sono e resultados obtidos com cada versão do protótipo até o desenvolvimento com eficácia do protótipo 3D na redução do ronco, no que se inclui observações sobre resistência, retenção e conforto discutidas em cada versão, apontando os avanços alcançados e as limitações encontradas.

Por fim, as Considerações finais destaca a importância do desenvolvimento de dispositivos personalizados para o controle do ronco, apesar dos desafios enfrentados, o protótipo 3D apresentou potencial para melhorar a qualidade do sono e de vida.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O ronco é um problema comum que afeta um grande número de pessoas em todo o mundo, influenciando a qualidade do sono do indivíduo e sua vida. Diversas pesquisas têm se dedicado ao desenvolvimento de soluções para esse problema e um dos avanços significativos nessa área é a criação de aparelhos intraorais para o seu tratamento, bem como da apneia do sono. Esses dispositivos são projetados para modificar a posição da mandíbula e a abertura das vias aéreas superiores, reduzindo a vibração dos tecidos moles responsáveis pelo ronco.

Esse capítulo explora o referencial teórico sobre o desenvolvimento desses aparelhos intraorais, analisando suas bases científicas, os princípios biomecânicos envolvidos e os avanços tecnológicos que os tornam uma alternativa promissora e não invasiva para o tratamento do ronco e distúrbios relacionados.

2. 1 Qualidade do sono e saúde geral

A qualidade do sono é essencial à saúde física, mental e emocional das pessoas. É durante suas fases que o corpo se regenera, consolida a memória, fortalece o sistema imunológico e regula processos metabólicos. Avaliar e compreender a qualidade do sono é essencial para garantir um estilo de vida saudável e equilibrado (Palomo; Piccoli; Menezes, 2023).

Existem diferentes métodos de avaliação da qualidade do sono que oferecem insights sobre os padrões de sono de um indivíduo. Um método comum é o uso de questionários e escalas subjetivas, nos quais os indivíduos relatam sua qualidade de sono, duração, eficiência e experiências durante a noite. Essas ferramentas, como o Índice de Qualidade de Sono de Pittsburgh (PSQI) ou a Escala de Sonolência de Epworth (ESS), ajudam a identificar problemas como insônia, sonolência diurna excessiva e distúrbios do sono (Diniz *et al*., 2019).

Além dos métodos subjetivos, há abordagens objetivas que incluem o uso de dispositivos de monitoramento do sono, como a polissonografia. A polissonografia computadorizada é um exame que registra diversas variáveis fisiológicas durante o sono, como padrões respiratórios, atividade cerebral, frequência cardíaca, movimentos oculares e musculares. Essa técnica é valiosa para diagnosticar

distúrbios do sono, como a SAOS, síndrome das pernas inquietas e outros distúrbios relacionados.

Para avaliar e compreender a qualidade do sono, existem métodos e tecnologias que têm sido desenvolvidos e utilizados. A polissonografia é um exame detalhado que monitora variáveis fisiológicas durante o sono, como padrões respiratórios, atividade cerebral, frequência cardíaca, movimentos oculares e musculares. Realizado em clínicas especializadas, fornece uma análise abrangente do sono e é frequentemente usado para diagnosticar distúrbios do sono, como apneia, narcolepsia e distúrbios do movimento durante o sono (Zancanella, 2019).

Além disso, dispositivos de rastreamento do sono, como smartwatches e aplicativos de monitoramento, ganharam popularidade. Eles usam sensores para registrar informações como padrões de sono, tempo total de sono, fases do sono (sono REM e não REM) e até mesmo a qualidade do ambiente de sono, como ruídos e temperatura do quarto (Diniz *et al*., 2019).

O estudo de Garcia *et al*. (2023) teve como objetivo desenvolver, avaliar e disponibilizar um aplicativo, chamado *Somnum*, que contemplasse medidas de higiene do sono e pudesse gerar mudanças na qualidade do sono e verificar a ocorrência de sonolência diurna excessiva.

O aplicativo foi avaliado por 26 fonoaudiólogos certificados em sono e posteriormente por 38 estudantes universitários que usaram o aplicativo. Os resultados mostraram uma melhora significativa na qualidade do sono após o uso do aplicativo, conforme avaliado pelo Índice de Qualidade do Sono de *Pittsburgh* (que avalia a qualidade e os distúrbios do sono por meio de 19 questões). No entanto, não houve diferença significativa na Escala de Epworth (que analisa queixas de sonolência conforme 8 situações), que avalia a sonolência diurna. O aplicativo foi bem recebido pelos usuários e mostrou ser uma ferramenta útil para melhorar a qualidade do sono (Garcia *et al*., 2023).

Percebe-se que a qualidade do sono é essencial para a saúde física e mental, fortalecendo o sistema imunológico e regulando processos metabólicos. Métodos como questionários e polissonografia ajudam a avaliar padrões de sono e diagnosticar distúrbios.

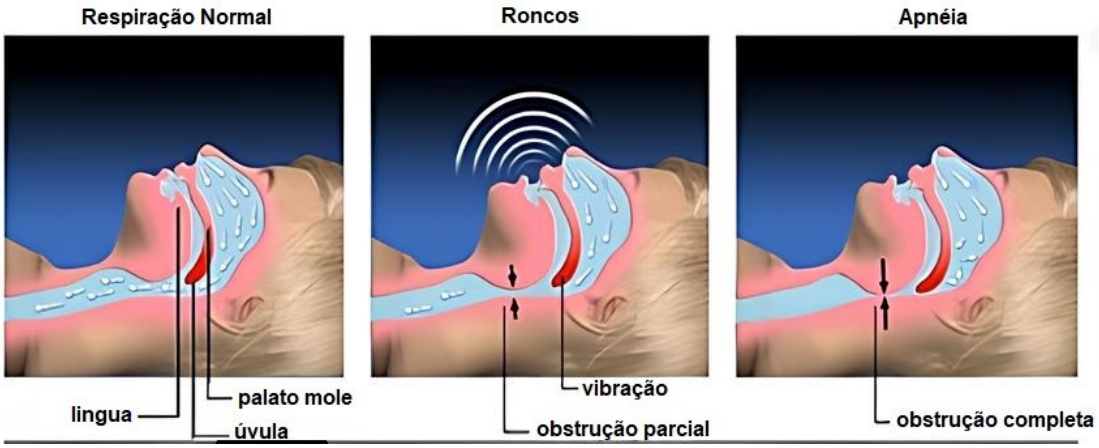
2. 2 Morfologia facial e anatomia das vias aéreas superiores no ronco

Conforme a análise de 2014 da Academia Americana de Medicina do Sono (AASM) sobre os Distúrbios do Sono, o ronco primário é um problema com a respiração enquanto se dorme. Cerca de 40% das pessoas são afetadas, principalmente homens de meia-idade, sendo reconhecidos pelos sons das vias aéreas superiores durante o sono (Meyer *et a*l., 2019).

O ronco é um som respiratório que acontece principalmente na fase inspiratória do ciclo respiratório durante o sono, podendo ocorrer também na fase expiratória. Ele se origina de áreas nasais e da faringe das vias aéreas superiores, sendo influenciado pela posição do corpo durante o sono, e, principalmente pelas assimetrias anatômicas maxilo-mandibulares. Durante o repouso, a falta de tônus muscular nessas vias áreas leva ao estreitamento e aumento da resistência, resultando em turbulência no fluxo de ar e vibração dos tecidos da garganta, como o palato mole, as paredes faríngeas, a epiglote e a língua (Benoist *et al.,* 2018).

Essa vibração citada é mais comum no palato mole, que é a área mais propensa a colapsos nas vias aéreas superiores. Estudos endoscópicos durante o sono induzido por medicamentos evidenciaram a vibração do palato mole, podendo estar associada à geração de ruídos em outras áreas, como amígdalas, base da língua e epiglote (Avci *et al*., 2019). A figura1, a seguir, mostra o processo de obstrução das vias aéreas superiores.

Figura 1: Comparação entre a respiração normal, ronco e apnéia no funcionamento das vias aéreas



Fonte: AlserDental, 2024.

O ronco é um dos sintomas principais da síndrome da apneia obstrutiva do sono (SAOS). Além disso, aqueles que roncam primariamente (normalmente com um índice de apneia-hipopneia (IAH) < 5) têm maior probabilidade de desenvolver SAOS, sugerindo que o ronco primário pode representar uma etapa inicial (Huang *et al*., 2016).

Anormalidades anatômicas nas vias aéreas superiores, como colapsibilidade, tamanho e comprimento, bem como alterações na estrutura craniofacial e aumento de tecidos moles ao redor (por exemplo, nariz, língua e paredes faríngeas laterais), desempenham um papel importante no desenvolvimento da SAOS. Esses diferentes padrões podem ser alvo de intervenções terapêuticas (Eckert, 2018).

Capistrano *et al*. (2015) conduziram uma pesquisa visando avaliar a relação entre padrões morfológicos e tipos faciais (braquifacial, mesofacial e dolicofacial) em 252 pacientes com Síndrome da Apneia Obstrutiva do Sono (SAOS) de uma clínica especializada em distúrbios do sono. Utilizando fotografias faciais dessas pessoas, analisaram a associação entre os padrões faciais (classificados por 3 ortodontistas) e o diagnóstico do tipo facial através de um índice facial, correlacionando-os com o Índice de Apneia e Hipopneia (IAH).

A análise de Capistrano *et al.* (2015) revelou uma ordem crescente de influência no IAH: padrão morfológico facial, sexo masculino, idade e Índice de Massa corporal (IMC), ressaltando a importância dos fatores morfológicos na gravidade da SAOS. O estudo identificou uma relação entre padrões morfológicos faciais e a gravidade da SAOS, que está intimamente relacionada ao ronco. Os resultados destacam que pacientes com diferentes tipos faciais apresentaram níveis variados de IAH, que é um indicador da gravidade da SAOS. Esses achados sugerem que características faciais como a forma do rosto podem influenciar a gravidade do distúrbio respiratório durante o sono, incluindo o ronco.

Um dos achados sobre a morfologia facial em pacientes foi a relação entre a SAOS e o Padrão II: perfil II facial convexo (característica morfológica da face em que a região do terço inferior do rosto se projeta para trás em relação às regiões do terço médio e superior, resultando em uma mandíbula retroposicionada e um queixo deficiente). Embora não tenha sido encontrada diferença significativa, os pacientes do Padrão II apresentaram uma maior prevalência de SAOS (80,3%) em comparação com os pacientes sem a doença (19,7%) (Capistrano *et al*., 2015). O perfil facial convexo pode ser encontrado em diversas pessoas e não é necessariamente

indicativo de alguma condição médica específica. No entanto, em alguns casos, esse tipo de perfil pode estar associado a problemas respiratórios, como a SAOS e ao ronco.

Constata-se que o ronco primário afeta cerca de 40% das pessoas, principalmente homens de meia-idade. Resulta da fragilidade do tônus muscular nessas vias, causando estreitamento e aumento da resistência, levando à turbulência no fluxo de ar. É um sintoma chave da síndrome da apneia obstrutiva do sono (SAOS), com roncadores primários tendo maior probabilidade de desenvolver SAOS. Anormalidades anatômicas nas vias aéreas superiores e alterações craniofaciais influenciam o desenvolvimento da SAOS. Estudos mostram associações entre diferentes padrões morfológicos faciais e a gravidade da SAOS, com pacientes braquifaciais apresentando maior índice de apneia e hipopneia (IAH) do que os dolicofaciais. Esses achados sugerem que características faciais, como a forma do rosto podem influenciar a gravidade dos distúrbios respiratórios durante o sono, incluindo o ronco.

2. 3 Fatores de risco associados ao ronco

O ronco é um sintoma comum que pode ser agravado por diversos fatores de risco, estando associado a várias consequências médicas. Estudos indicam que a intensidade do ronco está relacionada ao agravamento da Síndrome da Apneia Obstrutiva do Sono (SAOS), medida pelo Índice de Apneia-Hipopneia (IAH) (Meyer *et al*., 2021).

A presença de ronco sem sonolência diurna excessiva não está associada a um aumento na mortalidade. No entanto, a combinação de ronco e sonolência diurna excessiva parece estar relacionada a uma taxa de mortalidade mais alta, variando de acordo com a idade. Além disso, o ronco está relacionado à obesidade abdominal, hipertrigliceridemia e hipertensão. A obesidade abdominal e a hipertrigliceridemia são mais comuns em mulheres, enquanto a hipertensão é mais prevalente em homens (Zou *et al*., 2019).

Vários fatores podem contribuir para o desenvolvimento do ronco, incluindo o excesso de peso, em que o acúmulo de tecido adiposo ao redor da garganta pode comprimir as vias aéreas, aumentando a probabilidade de obstrução parcial e, consequentemente, de ronco. Os problemas respiratórios são condições como rinite,

sinusite e desvio de septo nasal podem obstruir parcialmente as vias aéreas, dificultando a passagem do ar e favorecendo a vibração dos tecidos da garganta (Dekon *et al*., 2020).

As amígdalas ou adenoides aumentadas ou maiores do que o normal podem obstruir as vias aéreas, causando dificuldades respiratórias e ronco. Refluxos gastroesofágicos podem também irritar a garganta e as vias aéreas, aumentando a probabilidade de ocorrência de ronco (Dekon *et al*., 2020).

O gênero masculino tem maior probabilidade de roncar do que o feminino, com a prevalência do ronco sendo maior em homens, principalmente à medida que envelhecem. O consumo excessivo de álcool e tabaco pode aumentar a probabilidade de ronco, pois o álcool relaxa os músculos da garganta, levando ao estreitamento das vias aéreas, enquanto o tabagismo pode causar inflamação e irritação nas vias aéreas superiores. Anormalidades estruturais nas vias aéreas superiores, como desvio de septo nasal, amígdalas aumentadas, palato mole alongado e língua grande, podem obstruir as vias respiratórias e contribuir para o ronco, conforme mostrado por estudos clínicos (Zou *et al*., 2019).

Anomalias na arcada dentária dos dentes ou da mandíbula podem afetar a posição da língua e da mandíbula, aumentando o risco de obstrução das vias aéreas e, consequentemente, de ronco. A posição supina durante o sono pode fazer com que a língua e os tecidos moles da garganta se desloquem para trás, aumentando a probabilidade de obstrução das vias aéreas e de ronco. Esses fatores individuais ou combinados podem aumentar a probabilidade de um indivíduo roncar durante o sono, especialmente quando associados a outros fatores de risco. A longo prazo, o ronco pode resultar em sintomas como dor de cabeça ao acordar, arritmia cardíaca, falta de concentração, sonolência diurna, fadiga e irritabilidade, impactando negativamente a qualidade de vida do indivíduo (Dekon *et al*., 2020).

É importante ressaltar que o ronco pode ser um sinal de um problema mais sério, conhecido como apneia obstrutiva do sono (SAOS). Essa condição é caracterizada pela obstrução parcial ou completa das vias aéreas superiores durante o sono, levando a pausas na respiração. Essas pausas, conhecidas como apneias, podem durar de 20 segundos a até dois minutos e ocorrer várias vezes durante a noite. A SAOS é mais comum em homens e afeta cerca de 5% da população em geral, com uma prevalência de cerca de 30% em pessoas acima de 50 anos de idade. Além

disso, a SAOS é um importante fator de risco para doenças cardiovasculares e acidente vascular cerebral (AVC) (Dekon *et al*., 2020).

2. 4 Fisiopatologia e distúrbios respiratórios do sono

O ronco é um sintoma comum de distúrbios respiratórios do sono, como a apneia obstrutiva do sono (AOS), caracterizado pela emissão de sons ruidosos durante o sono devido à vibração dos tecidos da garganta quando o fluxo de ar é parcialmente obstruído. Essa condição pode resultar na interrupção da respiração por curtos períodos, levando a despertares frequentes ao longo da noite. Além do ronco, os sintomas da AOS incluem sonolência diurna excessiva, falta de concentração, irritabilidade e, a longo prazo, aumento do risco de problemas cardiovasculares, como hipertensão, acidente vascular cerebral e doenças cardíacas (Amaral, Misson, Paulin; 2017).

A compreensão dos distúrbios respiratórios do sono avançou consideravelmente, permitindo o desenvolvimento de diferentes abordagens terapêuticas. Entre essas abordagens, os aparelhos intraorais se destacam como uma opção não invasiva e eficaz para o tratamento do ronco e da AOS leve a moderada. Esses dispositivos são projetados para manter as vias aéreas superiores abertas durante o sono, reposicionando a mandíbula e a língua para evitar a obstrução, diminuindo assim o ronco e melhorando a qualidade do sono (Faber, Faber, Faber; 2019).

Os distúrbios respiratórios relacionados ao sono são prevalentes, mas nem sempre diagnosticados ou tratados adequadamente. A Síndrome da apneia obstrutiva do sono (SAOS) é uma das entidades clínicas mais comuns na população e suas consequências envolvem sonolência excessiva, risco de acidentes de trabalho e de trânsito, déficits cognitivos e doenças cardiovasculares (Palomo; Piccoli; Menezes, 2023).

A fisiopatologia do ronco e da Síndrome da Apneia Obstrutiva do Sono (SAOS) está intimamente ligada à obstrução parcial ou completa das vias respiratórias superiores. Durante o sono, os músculos da garganta relaxam naturalmente, e em alguns casos, esse relaxamento excessivo resulta no estreitamento das vias aéreas, levando ao colapso parcial das estruturas da garganta durante a respiração. Isso cria vibrações nos tecidos moles da garganta, gerando o som característico do ronco. Em

situações mais graves, a obstrução pode ser completa, resultando na interrupção temporária da respiração (apneia), o que reduz os níveis de oxigênio no sangue e perturba o sono (Faber, Faber, Faber; 2019).

Os distúrbios respiratórios do sono, incluindo o sintoma ronco, são motivos comuns para procurar ajuda especializada. Os tratamentos variam de acordo com a gravidade do quadro clínico. Em casos leves, mudanças no estilo de vida, como evitar o consumo de álcool antes de dormir, perder peso e dormir de lado, podem ajudar a reduzir o ronco. Por outro lado, em casos mais graves, podem ser necessários dispositivos médicos específicos, como os aparelhos de pressão positiva nas vias aéreas (CPAP), que fornecem um fluxo de ar contínuo para manter as vias aéreas abertas durante o sono (Ito *et al*., 2005).

Além do CPAP, os aparelhos intraorais têm se destacado como uma opção eficaz para tratar o ronco e a Síndrome da Apneia Obstrutiva do Sono (SAOS) leve a moderada. Esses dispositivos são projetados para manter a mandíbula e a língua em uma posição que evite o colapso das vias aéreas, reduzindo o ronco e melhorando a respiração durante o sono (Godolfim, 2002).

Os distúrbios do sono, com o ronco habitual e a apneia obstrutiva do sono, estão associados a fatores que prejudicam a saúde, especialmente a cardiovascular, e podem comprometer a qualidade de vida e reduzir a expectativa de vida. Portanto, o diagnóstico precoce e os tratamentos adequados são essenciais para minimizar os efeitos adversos dessas condições, promovendo uma melhor qualidade de sono e bem-estar geral. A abordagem terapêutica deve ser personalizada e determinada por profissionais de saúde especializados, levando em consideração as necessidades específicas de cada paciente.

McMillan *et al.* (2017), em um estudo de revisão sistemática, destaca que os Distúrbios Respiratórios do Sono (DRS) englobam diversas condições que afetam a respiração durante o sono, como o ronco, a Síndrome da Apneia/Hipopneia Obstrutiva do Sono (SAOS), a Apneia Central do Sono (ACS) e as Síndromes de Hipoventilação. A autora concentra-se nos distúrbios respiratórios do sono em adultos e nas abordagens diagnósticas, especialmente na avaliação clínica e durante o sono noturno.

A SAOS, caracterizada por episódios repetidos de obstrução das vias aéreas superiores durante o sono, resulta em interrupções temporárias da respiração (apneia) ou em uma redução acentuada do fluxo de ar (hipopneia). Esses episódios podem

levar a despertares frequentes durante a noite e estão associados a sintomas como sonolência diurna excessiva, falta de concentração, irritabilidade e, a longo prazo, aumento do risco de problemas cardiovasculares (Mcmillan *et al.*, 2017).

A ACS é uma condição menos comum em que a respiração cessa repetidamente durante o sono devido a uma falha na transmissão do sinal respiratório do cérebro para os músculos respiratórios. Isso resulta em episódios de apneia central, onde não há esforço respiratório. As síndromes de hipoventilação são caracterizadas por uma respiração insuficiente durante o sono, levando a uma acumulação de dióxido de carbono no sangue e a uma redução nos níveis de oxigênio. Isso pode ocorrer devido a uma diminuição na frequência respiratória ou na profundidade da respiração (Mcmillan *et al.*, 2015).

Os distúrbios respiratórios do sono têm um impacto significativo na qualidade de vida e na saúde geral dos pacientes. Uma avaliação cuidadosa e um diagnóstico preciso dessas condições envolvem a realização de uma avaliação clínica detalhada e, em alguns casos, estudos do sono durante a noite para monitorar a respiração e outros parâmetros fisiológicos.

O ronco é um sintoma comum desses distúrbios e afeta mais de dois terços dos parceiros de pessoas que o manifestam, resultando em sonolência diurna e distúrbios do sono para eles. A persistência do barulho, ronco e respiração anormal pode estender o período de vigília durante o sono, aumentando o estresse diurno, desencadeando sentimentos de depressão e contribuindo para a fadiga, afetando diretamente a qualidade de vida (Stuck, 2015).

Os distúrbios respiratórios do sono apresentam desafios diagnósticos que exigem habilidade clínica para avaliar sua gravidade e as opções de tratamento. A abordagem diagnóstica desses distúrbios, embora direta, demanda perspicácia clínica. Diagnosticar distúrbios respiratórios do sono baseando-se apenas em características clínicas possui limitações, apesar dos avanços nos padrões diagnósticos e no reconhecimento desses distúrbios. Estima-se que mais de dois terços dos parceiros de pessoas que roncam sejam afetados pelo barulho, o que pode resultar em sonolência diurna e distúrbios do sono. O ronco persistente e a respiração anormal durante o sono podem prolongar o tempo de vigília noturna, reduzindo a qualidade do sono e aumentando o estresse diurno. Esses efeitos podem desencadear sentimentos de depressão e contribuir para a fadiga, impactando

diretamente a qualidade de vida dos indivíduos afetados e de seus parceiros (Stuck, 2015).

2. 5 Abordagens terapêuticas para tratamento do sono e do ronco

O manejo do ronco pode envolver alterações no estilo de vida, perda de peso, procedimentos cirúrgicos e terapia com aparelhos bucais. Os aparelhos de avanço mandibular (AAMs) são reconhecidos como a principal opção de tratamento para o ronco e amplamente empregados (Verburg *et al*, 2018). Os AAM utilizados por roncadores com um IAH < 5 têm um design semelhante aos empregados em pacientes com SAOS (IAH ≥ 5) (Saglam-Aydinatay, 2018).

Meyer *et al*. (2021) destacaram os mecanismos do avanço mandibular que melhoram as vias aéreas, incluindo o movimento anterior-posterior da língua e o alargamento das vias aéreas laterais. Os músculos das vias aéreas superiores, como língua, palato e faringe, juntamente com o dispositivo intraoral, desempenham um papel importante nesse processo. O genioglosso, músculo primário na protrusão da língua, quando ativado pelo dispositivo oral de avanço mandibular (DAM), impede o recuo da língua para a garganta. Além disso, a conexão do palato mole à base da língua através do pilar palatino anterior, contendo o músculo palatoglosso, auxilia na prevenção do colapso do palato mole, permitindo o uso eficaz dos dispositivos no tratamento do ronco.

O ronco está frequentemente associado à Síndrome da Privação de Sono (PS), sendo os DAMs considerados o tratamento inicial para pacientes com essa condição, ajudando a reduzir o ronco e melhorar a qualidade do sono. Os DAMs no tratamento do ronco alcançam entre 50% e 70% da protrusão mandibular máxima Meyer *et al*. (2019).

Os estudos de Meyer *et al*. (2019) empregaram métricas como o Índice de Apneia-Hipopneia, a Escala de Sonolência de Epworth e o Índice de Dessaturação de Oxigênio, revelando melhorias pós-tratamento. Os efeitos colaterais mais frequentes foram dores na articulação temporomandibular, salivação excessiva, sensibilidade nos dentes e boca seca, geralmente atenuados com o tempo. Os pesquisadores ressaltaram a importância de abordagens preventivas e psicossociais no tratamento do ronco para evitar complicações e impactos econômicos significativos. Eles destacaram a eficácia dos DAMs no tratamento do ronco e da SAOS, oferecendo

benefícios a diversas populações de pacientes, aliviando os sintomas associados ao ronco.

Os DAMs são amplamente adotados, simples de utilizar e, adicionalmente, não requerem energia para funcionar. A questão do conforto ou desconforto ao utilizar um MAD é essencial para alcançar resultados de tratamento consistentes (Marklund, 2017).

O tratamento do ronco tem sido objeto de interesse no campo da medicina do sono, impulsionando avanços significativos no desenvolvimento e aplicação de diversas tecnologias. O ronco, frequentemente associado à apneia obstrutiva do sono (AOS), é foco de uma ampla gama de tecnologias que tem o intuito de mitigar os sintomas e melhorar os resultados terapêuticos. Uma das abordagens inovadoras compreende o uso de dispositivos intraorais, alternativa não invasiva (Dantas, Gonçalves; 2022).

Além dos dispositivos intraorais, a terapia com pressão positiva nas vias aéreas (CPAP) permanece como uma das principais modalidades de tratamento para a apneia obstrutiva do sono. O CPAP consiste em um equipamento que fornece um fluxo de ar contínuo através de uma máscara nasal durante o sono, mantendo as vias respiratórias abertas e reduzindo significativamente o ronco e os episódios de apneia (Dantas, Gonçalves; 2022).

Outras tecnologias emergentes no tratamento do ronco incluem procedimentos cirúrgicos minimamente invasivos, como a radiofrequência e os implantes palatais, que visam fortalecer os tecidos da garganta para reduzir a flacidez e prevenir a obstrução das vias aéreas. Além disso, novas modalidades terapêuticas, como a estimulação do nervo hipoglosso, têm demonstrado promissoras perspectivas para o tratamento de casos mais graves de apneia obstrutiva do sono.

A seleção da tecnologia mais apropriada para o tratamento, conforme Duarte *et al*. (2022) leva em consideração a gravidade do distúrbio respiratório do sono, as características individuais do paciente e a orientação de profissionais especializados. As tecnologias atuais no tratamento do ronco refletem um panorama dinâmico e diversificado, oferecendo uma variedade de opções terapêuticas para abordar essa condição. O desenvolvimento contínuo dessas tecnologias amplia ainda mais as possibilidades de intervenções eficazes e individualizadas, contribuindo significativamente para melhorar a qualidade de vida daqueles afetados por distúrbios respiratórios do sono.

Os aparelhos de avanço mandibular e a terapia com pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP) são abordagens distintas e eficazes para o manejo desses distúrbios respiratórios do sono. Os aparelhos de avanço mandibular (DAM) são uma opção no tratamento do ronco e da AOS leve a moderada. Esses dispositivos são projetados para serem usados durante o sono e atuam reposicionando a mandíbula inferior ligeiramente para frente, o que ajuda a manter as vias aéreas superiores abertas, reduzindo assim o ronco e os episódios de apneia. O design varia, podendo incluir placas dentárias ajustáveis e confortáveis, permitindo uma adaptação personalizada para cada paciente. Embora sejam eficazes para muitos indivíduos, sua aplicação pode ser limitada por desconforto temporário, salivação excessiva ou problemas dentários (Duarte *et al.*, 2022; Godolfim, 2002).

A terapia com pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP) é amplamente reconhecida como o tratamento de escolha para casos graves de apneia obstrutiva do sono. Esse dispositivo consiste em uma máscara facial conectada a um aparelho que fornece um fluxo de ar pressurizado durante o sono, mantendo as vias aéreas abertas e reduzindo os episódios de apneia e o ronco. No entanto, apesar de sua eficácia, o CPAP pode ser desafiador para alguns pacientes devido a desconforto inicial, irritação da pele ou dificuldade de adaptação à máscara (Lei *et al*., 2017).

Por outro lado, os Dispositivos de Avanço Mandibular (DAMs) são considerados uma opção inicial para pacientes com apneia obstrutiva do sono leve a moderada, podendo ajudar a reduzir o ronco e melhorar a qualidade do sono. Esses dispositivos funcionam reposicionando a mandíbula inferior ligeiramente para frente, o que ajuda a manter as vias aéreas superiores abertas. A escolha entre CPAP e DAM depende da gravidade do distúrbio respiratório do sono, das preferências do paciente e da orientação de profissionais de saúde especializados. Em alguns casos, uma abordagem combinada ou alternância entre esses métodos pode ser mais adequada para otimizar os resultados terapêuticos (Lei *et al*., 2017; Duarte *et a.l*, 2022).

O mercado de soluções para o tratamento do ronco e da apneia obstrutiva do sono está em constante evolução, com pesquisas e inovações buscando melhorar a eficácia, o conforto e a acessibilidade desses dispositivos terapêuticos. A individualização do tratamento e a busca por opções personalizadas são essenciais para garantir uma abordagem terapêutica eficaz e confortável para cada pessoa afetada por esses distúrbios do sono.

Um estudo recente realizado por Li *et al*. (2023) avaliou os efeitos do CPAP e do DAM em adultos com apneia obstrutiva do sono, comparando seus impactos no bruxismo do sono. Os resultados indicaram que ambos os tratamentos foram eficazes na redução do bruxismo do sono, sem diferenças significativas em relação ao controle do problema. No entanto, destacou-se a variabilidade nos efeitos individuais de cada terapia, ressaltando a importância de considerar as características de cada paciente no tratamento dessas condições.

2. 6 Eficácia de aparelhos no tratamento do ronco

A eficácia dos aparelhos no tratamento do ronco varia conforme o tipo e a condição do paciente. Dispositivos como o DAM e o DEB têm sido eficazes, reduzindo o ruído do ronco e melhorando o sono. Os dispositivos duo blocos permitem mais movimento lateral e reduzem desconfortos, aumentando a adesão ao tratamento. Contudo, a eficácia pode variar com a causa do ronco e a gravidade do distúrbio, e nem todos os pacientes se beneficiam.

Dieltjens *et al*. (2015) empregaram métodos subjetivos para avaliar a eficácia de dispositivos utilizados no tratamento do ronco. Utilizaram o Inventário de Sintomas de Ronco (ISR) e a Escala Analógica Visual (EAV) para medir a intensidade do ronco, variando de 0 a 10. Tanto o Aparelho de Avanço Mandibular (AAM) quanto o Dispositivo de Elevação Bucal (DEB) apresentaram redução estatisticamente significativa na média de intensidade do ronco, com o AAM reduzindo em média 5,5 pontos e o DEB em média 3,1 pontos.

A escala EAV foi utilizada pelos parceiros de cama, onde 0 indicava ausência de ronco e 10 indicava um ronco tão alto que o parceiro de cama precisava sair do quarto ou dormir separadamente. Em um dos estudos, 37% dos pacientes apresentaram melhora positiva, com uma redução de 3 pontos na escala EAV (Dieltjens *et al.,* 2015).

Os autores destacaram as diferentes capacidades de movimento entre os dispositivos AAM, observando que os dispositivos duo blocos permitem maior movimento lateral em comparação com os monoblocos. Os dispositivos duo blocos, compostos por duas peças, causam menor impacto na dor dentária, função oclusal e desconforto orofacial. Durante o sono, os músculos mastigatórios exibem atividade rítmica natural, aumentando a salivação, o que lubrifica a boca e permite uma

variedade de movimentos que facilitam aos músculos orofaciais desempenharem suas funções fisiológicas, reduzindo os efeitos colaterais e melhorando a adesão ao tratamento (Dieltjens *et al*., 2015).

Leppänen et al. (2017), em seu estudo, optaram por um nível de ajuste equivalente a 65% da protrusão máxima. Em outro cenário, foi utilizado dois terços da protrusão máxima, resultando em impactos positivos no Índice de Distúrbios Respiratórios (RDI), Escala de Sonolência de Epworth (ESS), Questionário de Resultados Funcionais do Sono e na avaliação de fadiga. Conclusões de dois estudos indicaram que um avanço maior (75%) teve maior eficácia na redução do Índice de Apneia-Hipopneia (AHI) em comparação com um avanço menor (50%).

Com base nos estudos, os dispositivos intraorais têm demonstrado eficácia no tratamento do ronco. Eles proporcionam uma redução significativa no ruído do ronco, melhorando a qualidade do sono para os pacientes e seus parceiros de cama. Os dispositivos duo blocos são especialmente vantajosos, permitindo maior movimento lateral e reduzindo desconfortos como dor dentária e desconforto orofacial, o que pode aumentar a adesão ao tratamento. Apesar da eficácia desses dispositivos, não há um consenso sobre a extensão ideal do avanço mandibular, sendo que um avanço maior pode ser mais eficaz na redução do Índice de AHI. Esses resultados destacam a importância dos dispositivos intraorais como uma alternativa confortável e eficaz no tratamento do ronco e da apneia do sono.

Os dispositivos intraorais demonstraram eficácia no tratamento do ronco, resultando em significativa redução da intensidade do ruído e melhora da qualidade do sono tanto para os pacientes quanto para seus parceiros de cama. Entretanto, a eficácia desses dispositivos pode variar de acordo com a etiologia e a gravidade do ronco, não sendo universalmente benéfica para todos os pacientes.

A análise de Reis e Dekon (2018) entre CPAP e aparelho intra-oral para o tratamento do ronco primário e da síndrome de apneia e hipopneia do sono destaca algumas desvantagens do uso do aparelho intra-oral. Entre essas desvantagens estão o desconforto inicial, salivação excessiva, possíveis problemas dentários, como desalinhamento dos dentes ou desconforto na articulação temporomandibular (ATM), eficácia limitada para alguns tipos de ronco ou apneia do sono, e a necessidade de adaptação contínua ao dispositivo.

Ao decidir o tratamento adequado para distúrbios do sono e ronco, considera-se a individualidade de cada paciente. É recomendável, portanto, que se consulte um

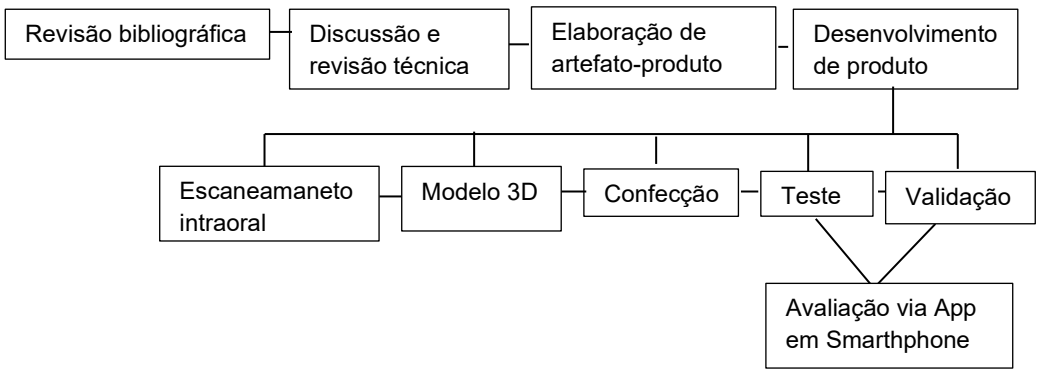
profissional especializado em distúrbios do sono para uma avaliação precisa e a seleção do tratamento mais apropriado. Essa abordagem personalizada leva em conta a gravidade do distúrbio, a causa subjacente do ronco e outros fatores específicos do paciente, garantindo assim a eficácia e segurança do tratamento escolhido.

3 METODOLOGIA

A metodologia adotada para a criação e o desenvolvimento do dispositivo tridimensional para controle do ronco durante o sono baseou-se em princípios ergonômicos e científicos. O projeto foi concebido para se adaptar confortavelmente à anatomia bucal do usuário, proporcionando uma solução personalizada. Inicialmente, foram realizadas pesquisas bibliográficas para compreender as tecnologias e materiais disponíveis para a criação do protótipo 3D. Em seguida, foi elaborado um projeto preliminar, considerando requisitos técnicos como precisão e materiais adequados para uso intraoral.

O dispositivo foi desenvolvido levando em conta as diretrizes da ergonomia, garantindo conforto e eficácia durante o uso. Utilizou-se uma abordagem iterativa, com testes e ajustes ao longo do processo de desenvolvimento, com o objetivo de aprimorar a usabilidade e a funcionalidade do protótipo. A figura 2 apresenta o fluxograma do desenvolvimento do protótipo, destacando os principais marcos e aprendizados ao longo do projeto. Essa abordagem permitiu a criação de um dispositivo personalizado e eficiente para o controle do ronco, atendendo às necessidades específicas do usuário.

Figura 2: Ilustração da metodologia da pesquisa



Fonte: O autor, 2023

3. 1 Classificação da pesquisa

Esse estudo utilizou a revisão bibliográfica para compreender as tecnologias e materiais disponíveis para a criação de protótipos 3D intraorais, bem como para levantar requisitos técnicos, como precisão, ergonomia e materiais adequados para uso intraoral. Os estudos selecionados que compuseram a discussão teórica dessa pesquisa foram extraídos de base de dados: PubMed, Scielo, Science Direct e Google Acadêmico a partir de palavras chaves: Dispositivo intraoral. Ronco. Apneia do sono. Protótipo 3D. Os artigos referem-se a estudos atualizados dos últimos 8 anos.

Trata-se de um estudo de caso em que um paciente do sexo masculino, com sintoma de ronco devido a desvio de septo nasal (como uma das causas), utilizou o protótipo intraoral em um ambiente controlado com o auxílio de um aplicativo em smartphone. O aplicativo registrou observações sobre a usabilidade, funcionalidade e possíveis melhorias identificadas durante o uso.

Segundo Yin (2015), um estudo de caso é uma abordagem de pesquisa que analisa um fenômeno particular, geralmente em um contexto real ou específico. Envolve a coleta e análise de dados detalhados sobre um indivíduo, grupo ou situação, buscando compreender profundamente um caso específico. Nesse contexto, A criação e desenvolvimento do protótipo 3D para controle do ronco foi investigado como uma possível solução para reduzir ou controlar esse problema.

A escolha por um estudo de caso permitiu uma análise detalhada do uso do protótipo em um cenário real, fornecendo insights valiosos sobre sua eficácia e possíveis melhorias. Esse método possibilitou a coleta de informações específicas sobre um caso particular, contribuindo para a compreensão do impacto do protótipo no controle do ronco.

3. 2 Planejamento e técnica de coleta de dados

Após estudos sobre o problema, foi feita análise de possíveis resolutivas alternativas já disponíveis no mercado. Foram encontrados desde equipamentos industriais de baixo custo e uso externo, a aparelhos anti-ronco de protração mandibular e desenvolvimento laboratorial, ilustrados nas figuras a seguir (3, 4 e 5).

Figura 3: Faixa mandibular anti-ronco

Fonte: EfficienteImport, 2023

Figura 4: Dispositivo de língua anti-ronco

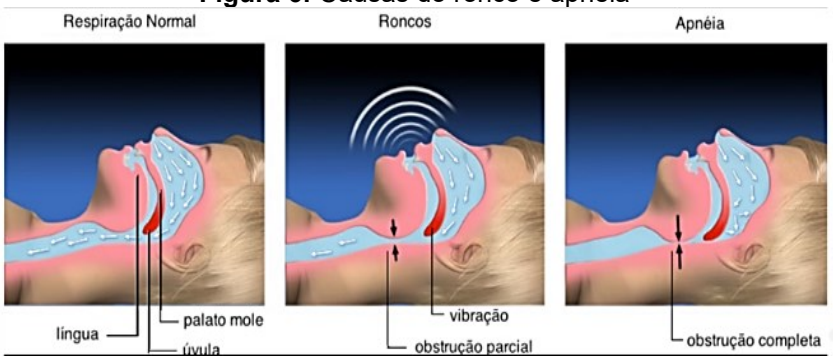
Fonte: AliExpress, 2023

Figura 5: Dispositivo moldável Anti-Ronco

Fonte: Americanas, 2023

É possível observar que as soluções procuram manter a boca do paciente fechada e melhorar a circulação de ar, aprimorando o fluxo de circulação de ar com as vias aéreas relaxadas, o que é ilustrado na figura 6.

Figura 6: Causas do ronco e apnéia



Fonte: Fraga, 2023

Das soluções laboratoriais disponíveis tem-se uma maior eficácia de funcionamento e conforto para o paciente em aparelhos ortodônticos, porém o custo deles é bem maior, tornando-se inviável para a grande maioria das pessoas. Eles são mostrados nas figuras 7 e 8, a seguir.

Figura 7: Modelo de aparelho laboratorial

Fonte: Sormani Ortodontia, 2023

Figura 8: Modelo de aparelho laboratorial

Fonte: Lima, 2023

Esses dispositivos ortodônticos já existentes e os estudos publicados foram a base para a criação de um novo dispositivo original e personalizado, uma vez que forneceram conhecimentos técnicos para o desenvolvimento de soluções inovadoras, pois conforme Benjafield *et al*. (2019) uma compreensão fundamental das estruturas anatômicas bucais (posicionamento dos dentes, maxilar, mandíbula e estruturas adjacentes); dos materiais e tecnologias (polímeros, metais e resinas, tecnologias de fabricação da impressão 3D e moldagem); da funcionalidade (interação com a cavidade oral e realização de funções com ajustes na mandíbula, alinhamento dos dentes e controle das vias aéreas); da adaptação personalizada (atendimento às necessidades individuais do paciente, levando em consideração diferenças anatômicas e requisitos específicos de tratamento) favorecem o desenvolvimento de um protótipo eficiente.

3. 2. 1 Escaneamento intraoral

Foi necessário utilizar um modelo específico da arcada dentária do paciente para a realização da modelagem tridimensional do protótipo. Para a extração do modelo tridimensional do paciente, empregou-se o Scanner Intraoral CS3600 da Carestream Dental, mostrado nas figuras 9 e 10.

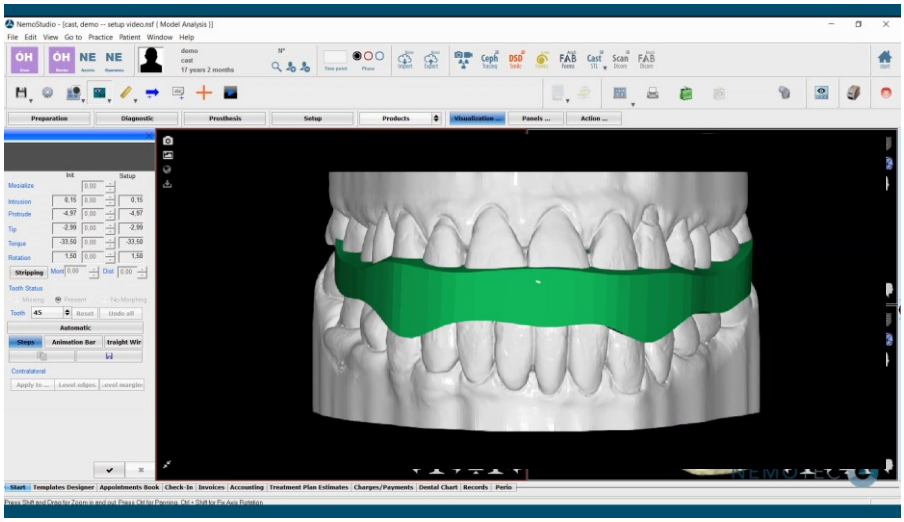
Figura 9; Figura 10: Escaneamento para modelo tridimensional da arcada dentária do paciente

Fonte: Moreno, 2023

3. 2. 2 Uso de modelo 3D

Com o scanner tridimensional do paciente realizado, foi possível gerar o modelo do aparelho com o software NemoCast, software de Ortodontia com diversas aplicações, desde a análise de modelos digitais, diagnóstico e planejamento digital, até a impressão dos modelos. A figura 11 apresenta o processo de utilização do Nemocast na criação de um modelo 3D para o desenvolvimento do protótipo para controle do ronco.

Figura 11: NemoCast e modelo de arcada dentária



Fonte: O autor, 2023

A representação visual evidencia a estrutura da cavidade oral por meio do Nemocast para obtenção precisa do modelo tridimensional que serve como base fundamental para a elaboração e customização do protótipo 3D, permitindo a análise das características anatômicas do paciente.

3. 3 Amostra da pesquisa

Paciente, sexo masculino, sofria de ronco crônico associado a um desvio de septo nasal, considerado uma das causas possíveis do distúrbio. Esse estudo investigou a eficácia de um protótipo intraoral no controle do seu ronco, realizado em um ambiente controlado (seu quarto) durante as noites de sono. Durante o período de teste, o paciente usou um aplicativo móvel para registrar suas observações sobre a usabilidade e eficácia do protótipo.

A pesquisa teve início em 2023, com o escaneamento e a modelagem do protótipo realizado em consultório. O paciente começou a utilizar o protótipo no primeiro semestre de 2023, testando cada versão (primeira, segunda, terceira, quarta) por aproximadamente uma semana, e a quinta versão até o presente momento. Durante cada semana de teste, ele documentou suas observações no aplicativo. As três primeiras versões do protótipo foram confeccionadas com resina para impressora 3D Cosmos Splint SLA Yller, enquanto a quarta e quinta versão empregou resina biocompatível.

3. 4 Análise de dados

O aplicativo Dol Snore Or Grid foi fundamental para o monitoramento e obtenção de informações sobre o controle do ronco. O aplicativo registrou dados sobre a qualidade do sono e a frequência dos eventos de ronco ao longo da noite, utilizando o microfone do smartphone para capturar e analisar os sons durante o repouso.

Além disso, o aplicativo forneceu relatórios detalhados sobre a intensidade, duração e frequência do ronco. Isso permitiu uma visão compreensível dos padrões de sono, possibilitando a avaliação dessa condição ao longo do tempo. Essa análise dos dados coletados pelo aplicativo foi essencial para o acompanhamento preciso da eficácia do protótipo 3D no controle do ronco.

3. 5 Limitações do método

Embora o Do I Snore Or Grid possa ser uma ferramenta útil para o monitoramento inicial dos padrões de ronco, a precisão na identificação e avaliação de distúrbios do sono pode não ser tão rigorosa quanto os equipamentos utilizados em laboratórios especializados. É certo que o aplicativo oferece uma maneira prática de registrar e visualizar dados sobre o ronco, mas é fundamental que os usuários busquem orientação médica profissional para uma avaliação e um diagnóstico preciso e adesão a estratégias de tratamento adequadas com profissionais de saúde especializados em distúrbios do sono.

3. 6 Materiais e equipamentos utilizados

Na criação, desenvolvimento e confecção dos protótipos, foi empregada uma impressora 3D de resina da marca Anycubic, especificamente o modelo Photon Mono 4K. Este equipamento foi configurado com ajustes precisos para otimizar a qualidade e a eficácia da impressão dos diferentes protótipos. As configurações do software de impressão para o perfil Prizma Splint incluíram uma altura de camada de 0.05 mm e sete camadas de base. O tempo de exposição foi ajustado para 3 segundos por camada, com um tempo de exposição base de 65 segundos para fortalecer as primeiras camadas. Os ajustes de elevação e retração da plataforma foram configurados como segue: distância de elevação inferior de 8 mm, velocidade de elevação inferior de 100 mm/min e velocidade de elevação geral de 180 mm/min, com uma velocidade de retração de 150 mm/min.

Para a validação das versões 1 a 3 dos protótipos, utilizou-se resina cinza com características técnicas específicas: baixa flexibilidade, baixa resistência ao impacto e queda, e uma dureza Shore de 85-90. Tal escolha de material foi ideal para testar a forma e a funcionalidade básicas dos protótipos iniciais.

Na quarta versão do protótipo, optou-se pela utilização de resina transparente, o que proporcionou uma visibilidade aprimorada das características internas e detalhes durante o processo de revisão do design. Para a quinta versão, que exigia testes e uma aplicação prática no desenvolvimento de placas miorrelaxantes, foi escolhida uma resina biocompatível transparente. Esse material cumpriu com os requisitos regulatórios, como indicado pelo registro na ANVISA (81009350022), e ofereceu propriedades mecânicas superiores: uma resistência à flexão de 76 Mpa, um módulo de elasticidade de 1650 Mpa e uma dureza Shore de 60.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

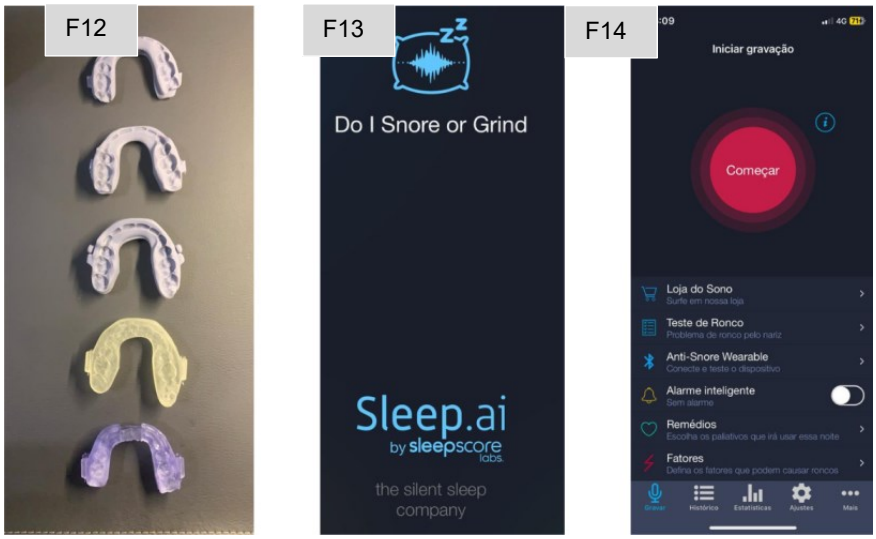
Foram confeccionados 5 protótipos e cada um deles passou por análise utilizando o aplicativo *Do I Snore Or Grind* instalados em smartphone (Iphone XS). Cada protótipo foi avaliado com base em seus resultados e parâmetros, visando o aprimoramento para a próxima versão.

O aplicativo *Do I Snore Or Grind* utiliza parâmetros específicos para a verificação do ronco, como intensidade e duração, que são base para a análise de

vibrações, critérios essenciais para avaliar e quantificar o ruído emitido durante o sono, fornecendo informações sobre a força e a persistência das vibrações das vias aéreas superiores, o que auxilia na análise do comportamento do ronco ao longo do tempo e durante diferentes estágios do sono (Sleep Score Store, 2023).

A progressão dos protótipos da versão 1 à 5 (P1 a P5) estão ilustrados na figura 12, assim também a interface de uso do App com o qual acompanhou-se a diminuição do ronco e a praticidade no seu modo de uso (F12, F13, F14). A interface do Nemocast está representada em F15.

Figura 12; Figura 13; Figura 14: Imagens das 5 versões fabricadas, da interface do App para registros do ronco e da interação do usuário com o App, respectivamente



Fonte: O autor, 2023; *Dol Snore Or Grind*, 2023

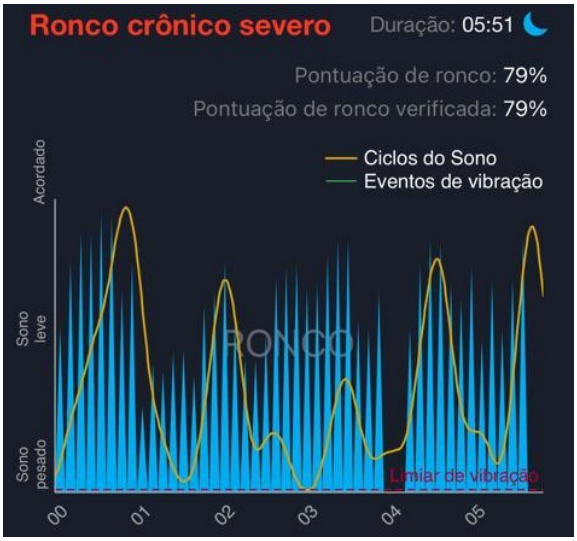
Figura 15: Interface do NemoCast

Fonte: NemoCast, 2023

O acompanhamento teve como referência inicial uma análise utilizando o aplicativo *Do I Snore Or Grind* para avaliação do sono sem o uso do protótipo 1 (P1), conforme demonstrado na Figura 16, que serve como parâmetro base para avaliar o

ronco antes do uso do dispositivo intraoral. Nesse registro inicial, o aplicativo pontuou 79%, representado graficamente. Tal escore considera diferentes métricas associadas aos padrões de som e sua frequência durante o sono, permitindo determinar o nível e a intensidade do ronco. Esses parâmetros foram utilizados para uma avaliação objetiva por meio de análises acústicas pelo aplicativo, fornecendo uma avaliação percentual do ruído respiratório durante o sono. A figura 16 traz a representação gráfica do primeiro registro do ronco durante o sono percebido pelo App.

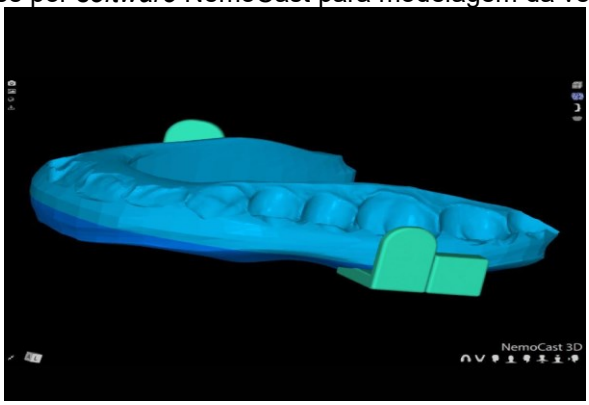
Figura 16: Representação gráfica inicial de ronco durante o sono



Fonte: *Dol Snore Or Grind*, 2023

O primeiro protótipo 3D intraoral, teve sua análise anatômica (figura 17) com uma reconstrução tridimensional da estrutura em questão a partir do sujeito experimental, fornecendo informações precisas sobre as dimensões e contornos intrínsecos necessários para a criação do protótipo.

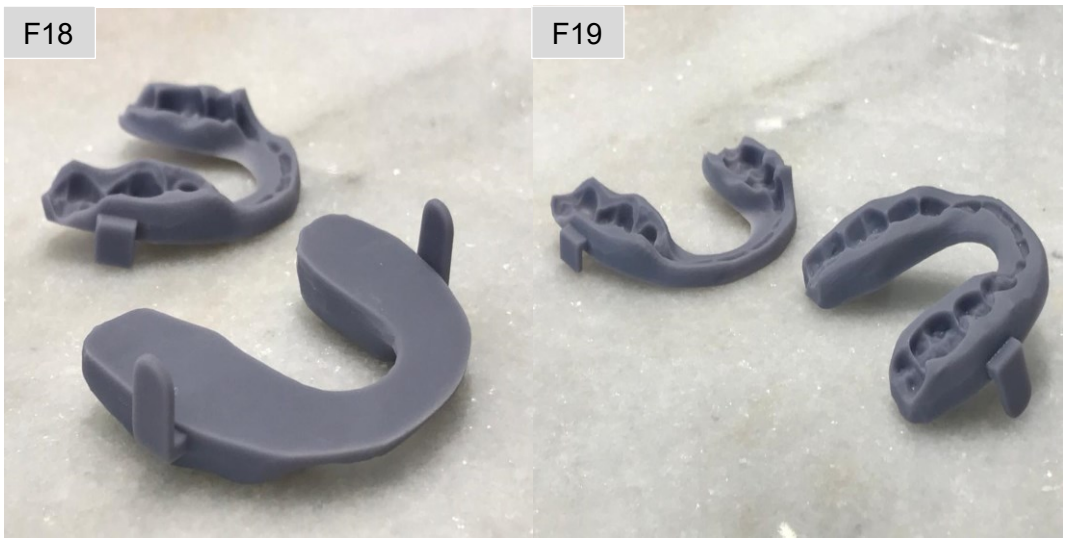
Figura 17: Análise por *software* NemoCast para modelagem da versão 1 do protótipo



Fonte: NemoCast, 2023

Os dados imagiológicos, convertidos em um modelo tridimensional, forneceram uma base confiável para o desenvolvimento do protótipo, contribuindo significativamente para a precisão à anatomia real na criação do dispositivo em questão, mostrado nas figuras a seguir (F18, F19).

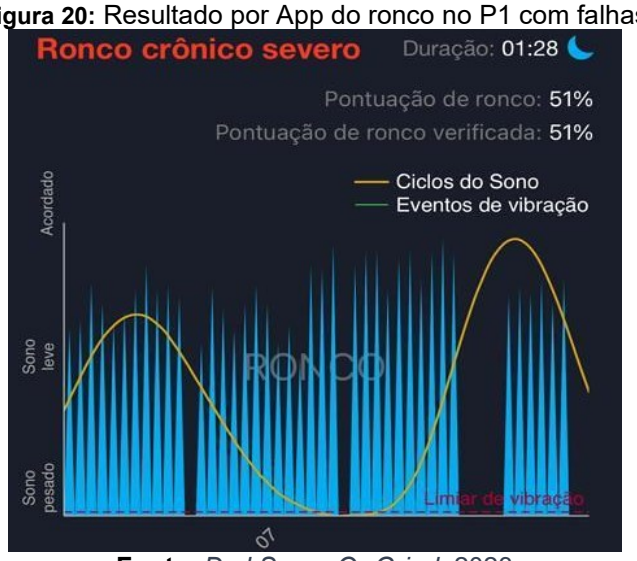
Figura 18; Figura 19: Versão 1 impressa



Fonte: O autor, 2023

O aplicativo *Do I Snore Or Grind*, que avalia o ruído do ronco, inicialmente pontuou em 79% a intensidade, após a implementação do P1 em uso noturno, houve uma redução na intensidade, resultando em uma pontuação de 51%, o que é visto na figura 20. Essa diminuição indica uma redução na intensidade e na frequência do ruído emitido durante o sono.

Figura 20: Resultado por App do ronco no P1 com falhas



Fonte: *Do I Snore Or Grind*, 2023

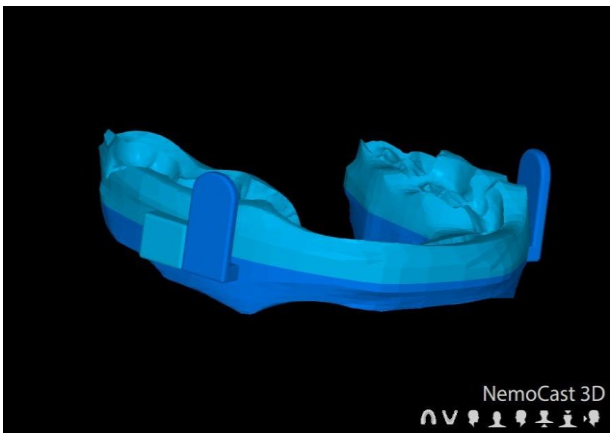
Os resultados da primeira versão após uso revelaram falhas significativas, notadamente na resistência do dispositivo e na retenção adequada à arcada dentária, resultando na instabilidade do mesmo. Essas constatações apontaram para a insatisfatória firmeza do dispositivo, exibido na figura 21 com quebra, evidenciando a necessidade de melhorias nas áreas de resistência e fixação à estrutura bucal.

Figura 21: Versão 1 pós teste

Fonte: O autor, 2023

Após a análise dos problemas identificados na primeira versão do protótipo, a versão 2 foi feita com aprimoramento para superar as falhas de resistência e retenção à arcada dentária, visando reforçar a durabilidade e a firmeza do dispositivo, tornando a versão 2 mais eficiente no controle do ronco, expresso na figura 22.

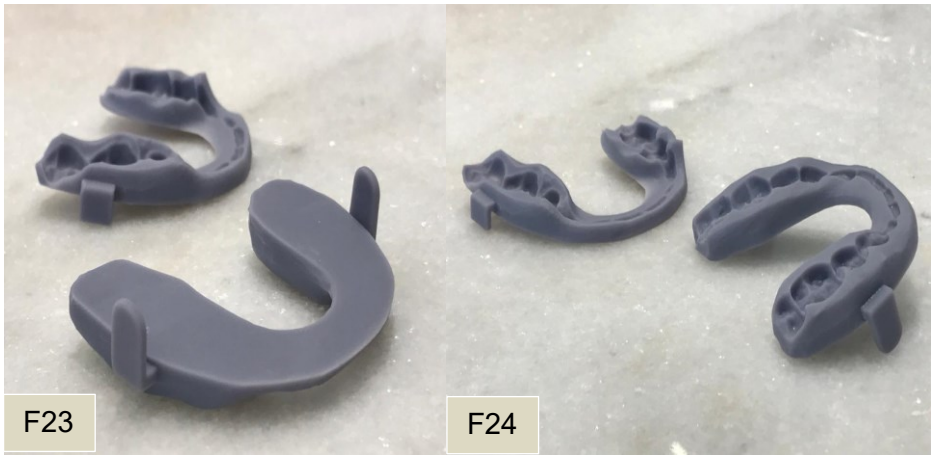
Figura 22: Análise por *software* NemoCast para modelagem da versão 2 do protótipo



Fonte: NemoCast, 2023

A figura 23 e 24 oferecem uma representação visual da versão 2 do protótipo, com as correções estruturais do dispositivo a fim de alcançar melhores resultados.

Figura 23; Figura 24: Versão 2 impressa



Fonte: O autor, 2023

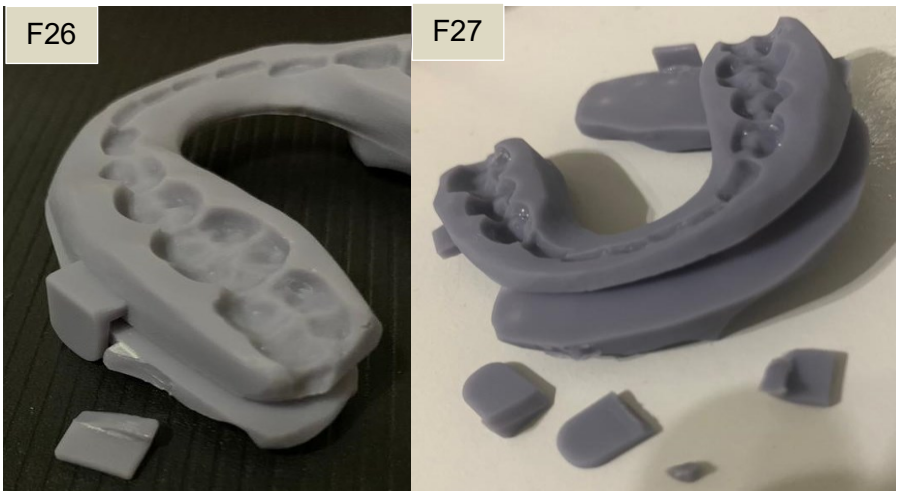
Nos resultados do aplicativo, tem-se uma eficácia comprometida do dispositivo em relação ao controle do ronco, conforme ilustra a figura 25, apesar disso a comparação entre as figuras 20 e 25 (P1 e P2) revela uma redução na pontuação do aplicativo, passando de 51% para 24%. Essa mudança evidencia uma diminuição na intensidade e na frequência do ruído emitido durante o sono.

Figura 25: Resultado por App do ronco no P2 com falhas

Fonte: Do I Snore Or Grind, 2023

Os testes revelaram problemas, os suportes responsáveis pela protração mandibular apresentaram falhas ao quebrar durante o uso, apresentadas em F26 e F27. A retenção do aparelho à arcada dentária não foi suficiente, indicando que a fixação não se manteve adequada como o planejado.

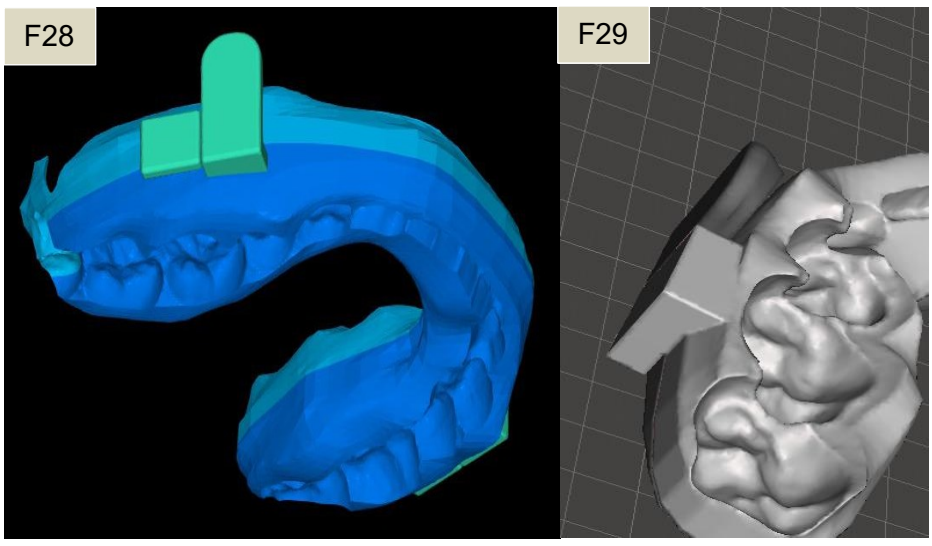
Figura 26; Figura 27: Versão 2 impressa pós teste e resultados com falhas

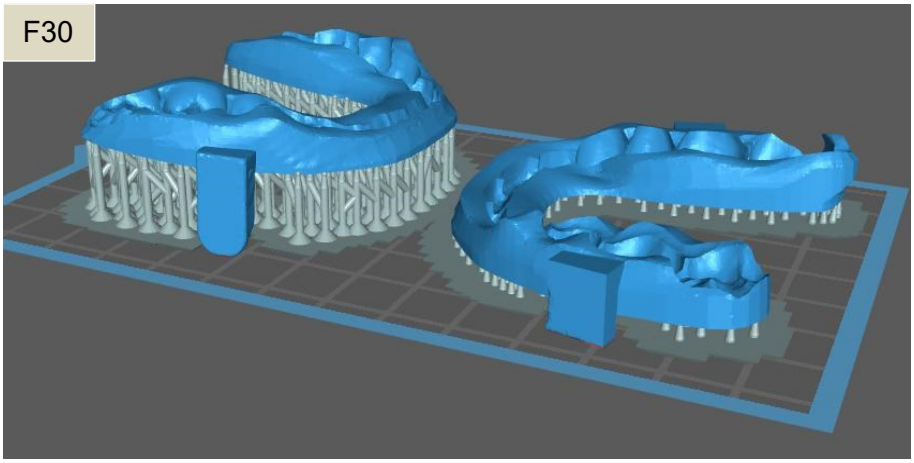


Fonte: O autor, 2023

Após análise dos problemas identificados na Versão 2 do dispositivo, a criação da Versão 3 teve mais material adicionado para reforço dos suportes de protração mandibular, buscando evitar falhas de ruptura durante o uso, foram também implementadas melhorias no sistema de retenção, representado nas figuras de 28, 29 e 30.

Figura 28; Figura 29; Figura 30: Análise por software NemoCast para modelagem da versão 2 do protótipo





Fonte: NemoCast, 2023

Foram consideradas as falhas e erros técnicos para a execução da produção do protótipo na Versão 3 por impressão 3D, apontado na figura 31.

Figura 31: Versão 3 impressa

Fonte: O autor, 2023

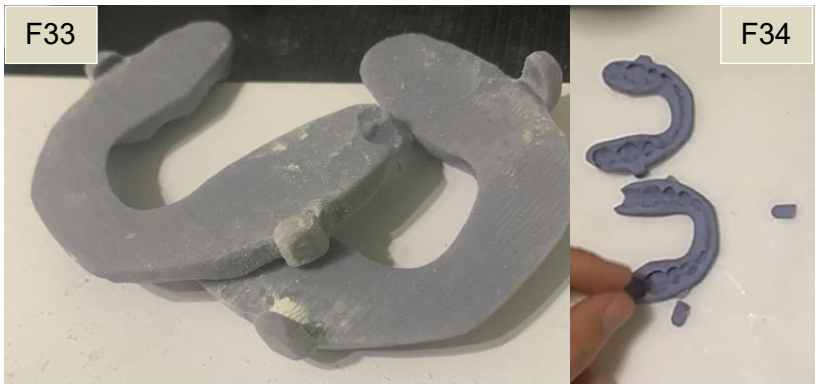
Ao considerar os registros obtidos no aplicativo *Do I Snore Or Grind* ao longo de três noites de sono com o uso do P3, observou-se uma variação nas pontuações de ronco oscilando entre 2% e 7%. Essas pontuações refletem a avaliação das vibrações detectadas durante os ciclos do sono, o que sugere uma flutuação na intensidade das vibrações associadas ao ronco indicando mudanças de redução na severidade ou frequência do ruído respiratório ao longo das diferentes noites monitoradas. A figura 32 traz essa análise gráfica.

Figura 32: Análise por App do ronco durante três noites de sono com uso do P3

Fonte: Do I Snore Or Grind, 2023

Na terceira versão do dispositivo, ocorreu a quebra dos componentes Wings. Como medida paliativa, optou-se por unir as duas placas componentes utilizando uma cola específica para testes. Embora os parâmetros de leitura obtidos tenham sido considerados satisfatórios, o experimento resultou em um aumento do desconforto articular e do incômodo causado pelo aparelho ao usuário, isso provocou a revisão do design e dos materiais empregados para melhorar a experiência do usuário e a funcionalidade do dispositivo. Apesar da melhoria da versão 3 do dispositivo, os resultados indicaram que após alguns usos houve quebra no dispositivo, de acordo com F33 e F34.

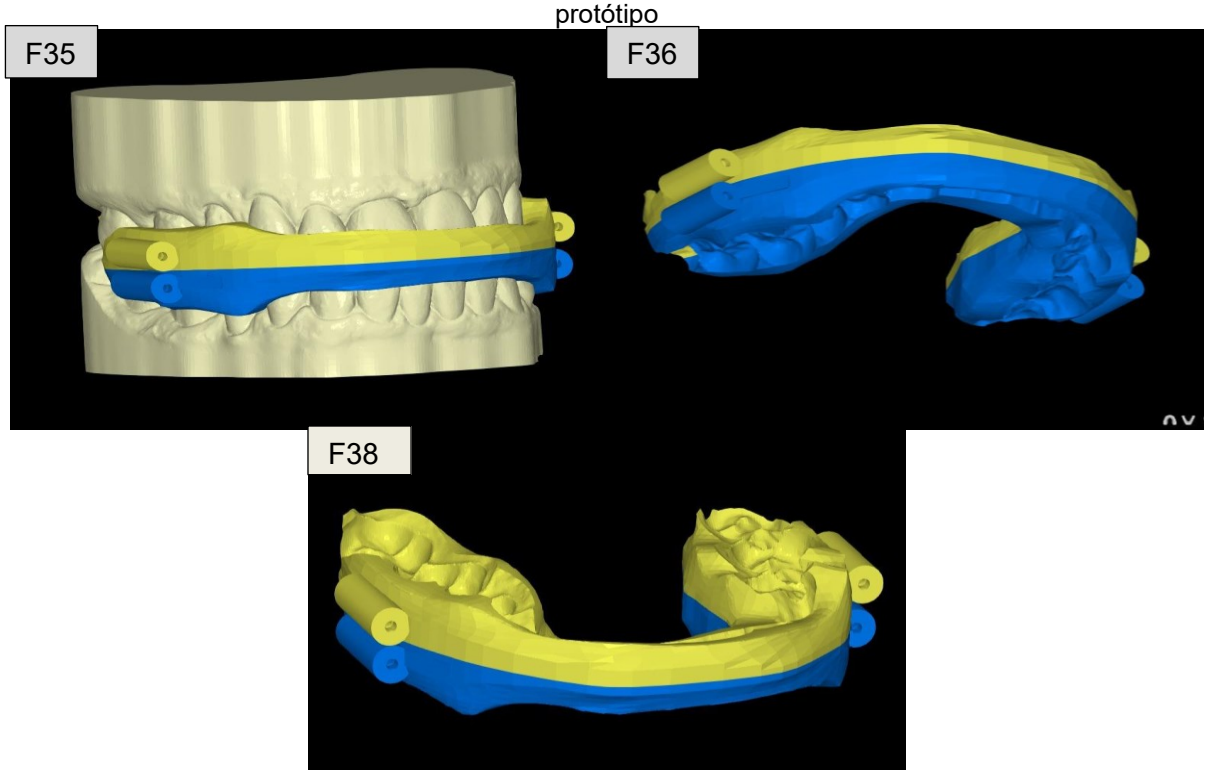
Figura 33; Figura 34: Versão 3 impressa pós teste



Fonte: O autor, 2023

A versão 1, 2 e 3 do dispositivo experimentaram falhas estruturais e romperam, requerendo intervenções para restaurações funcionais. Houve, mudanças na estratégia de design, a fim de desenvolver uma solução mais resistente, na versão 4, conforme figuras 35, 36 e 37.

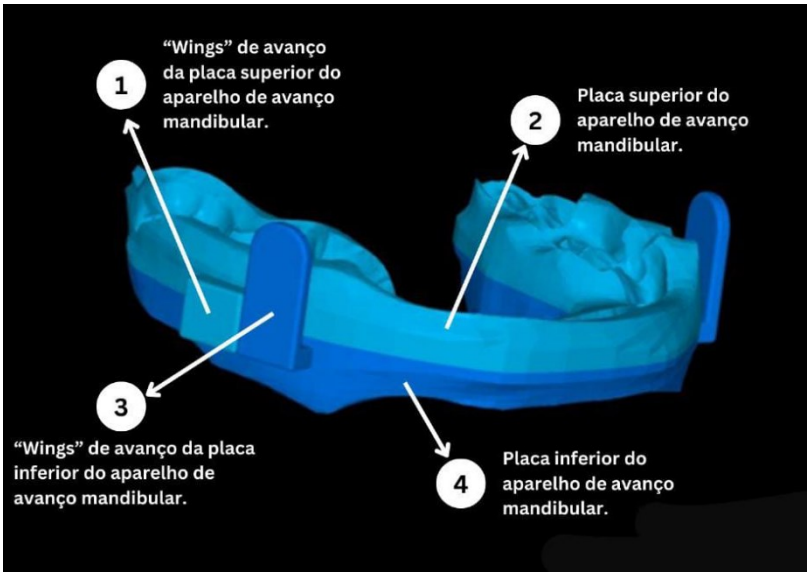
Figura 35; Figura 36; Figura 37: Análise por software NemoCast para modelagem da versão 4 do protótipo



Fonte: NemoCast, 2023

A quarta versão do dispositivo apresentou avanços melhorias no design das wings , garantindo estabilidade e precisão no posicionamento da mandíbula. A integração entre as placas superior e inferior foi melhorada, proporcionando um encaixe seguro. O material e a adaptação anatômica foram otimizados para maior conforto durante o uso prolongado. Além disso, a durabilidade e a capacidade de ajustes personalizados foram aprimoradas, assegurando eficiência (figura 38).

Figura 38: Dispositivo de avanço mandibular - componentes principais



Fonte: NemoCast, 2024

Na quarta versão do protótipo ao longo de três noites de sono monitoradas com vibrações detectadas durante os ciclos do sono resultaram em pontuações de ronco de 0% (figura 38). Esse resultado sugere a ausência ou um nível mínimo de ruído respiratório durante períodos específicos de descanso, indicando um sono tranquilo.

Figura 39: Análise por App do ronco durante três noites de sono com uso do P4

Fonte: Do I Snore Or Grind, 2023

No P4, as questões relacionadas às falhas nas travas de protração mandibular foram resolvidas com um sistema incorporado a um arco de aço, visando manter o custo do dispositivo acessível.

A modificação realizada nas versões quatro e cinco substituíram os *wings* de avanço, componentes propensos a quebras, por molas de projeção que foram

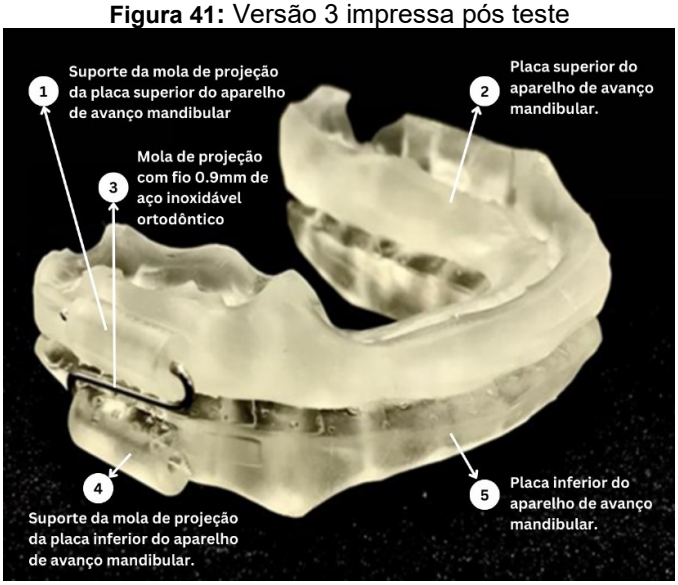
confeccionadas com fio de 0.9 mm de diâmetro, empregando aço inoxidável ortodôntico.

Figura 40: Molas de projeção

Fonte: O autor, 2023

Tal alteração foi implementada com o objetivo de aumentar a durabilidade e a eficácia do dispositivo, aproveitando as propriedades mecânicas superiores do aço inoxidável ortodôntico, que é reconhecido por sua resistência à corrosão e melhor desempenho sob tensão mecânica. Esse ajuste promoveu a firmeza desejada e proporcionou maior conforto articular e mobilidade. O dispositivo se mostrou bastante firme, não quebrando durante o uso, representado na figura 39.

Figura 41: Versão 3 impressa pós teste

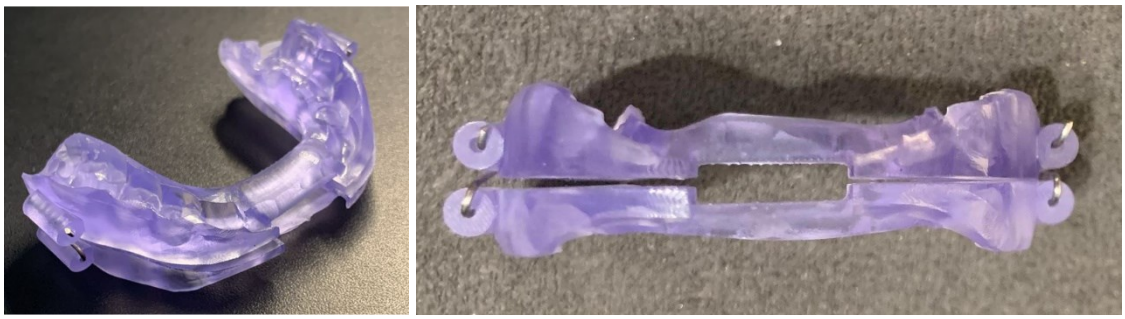


Fonte: O autor, 2023

Na quarta versão do dispositivo, procedeu-se à substituição dos *Wings* de avanço mandibular por molas de projeção que resultou numa melhora no conforto da articulação temporomandibular (ATM), atribuída à capacidade das molas de projeção de permitir movimentação lateral. O ajuste no mecanismo proporcionou uma funcionalidade aprimorada, facilitando um movimento mais natural e menos restritivo da mandíbula, o que contribuiu para a redução do desconforto articular nos pacientes.

A fim de garantir maior conforto articular e segurança de uso, com base na modelagem feita durante a produção do protótipo 4, foi feito um quinto protótipo com resina biocompatível, exibido nas figuras 40 e 41.

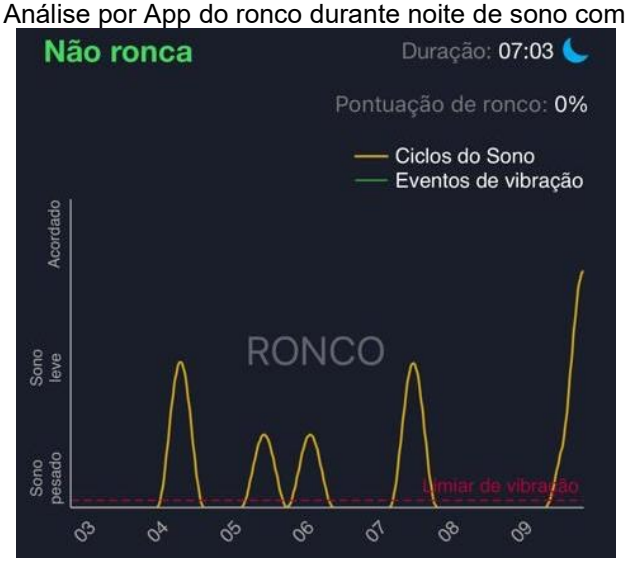
Figura 42; Figura 43: Versão 5 impressa



Fonte: O autor, 2023

O dispositivo intraoral P5 foi eficaz no tratamento do ronco e seus efeitos no sono, figura 42. O material que proporcionou maior conforto articular por uma superfície mais lisa em relação às outras versões, possibilitou o uso contínuo e houve redução na quantidade de material usado.

Figura 44: Análise por App do ronco durante noite de sono com uso do P5



Fonte: Do I Snore Or Grind, 2023

A criação e desenvolvimento do protótipo 3D utilizando resina biocompatível para controlar o ronco é um avanço promissor na área da Engenharia biomédica. A utilização de tecnologias como a impressão 3D permitiu a criação de dispositivo personalizado e adaptável, oferecendo uma solução precisa e confortável para o voluntário da investigação. A resina biocompatível garantiu que o dispositivo fosse seguro, minimizando riscos de reações adversas.

Meyer *et al*. (2019) explicou que os mecanismos fundamentais para a estabilidade das vias aéreas superiores durante o sono, enfatizando o movimento anterior-posterior da língua e o alargamento das vias aéreas laterais são cruciais na criação de dispositivos intraorais para controlar o ronco.

O DAM é um exemplo específico desenvolvido para manipular a posição da mandíbula, língua e palato mole. Ele visa prevenir o colapso das vias aéreas superiores e reduzir o ronco durante o sono. O dispositivo foi projetado com base na compreensão desses mecanismos biomecânicos, o que corrobora a discussão de Meyer *et al*. (2019), pois facilita as ações que mantêm as vias aéreas abertas, visando melhorar a qualidade do sono e reduzir o ronco.

A criação e desenvolvimento do protótipo do dispositivo intraoral para controle do ronco foi um processo complexo cujo acompanhamento e as contribuições do dentista foram essenciais para garantir a precisão na modelagem da arcada dentária e das vias aéreas superiores, respeitando a biomecânica oral do paciente. A anamnese detalhada, os exames clínicos especializados e a modelagem computacional foram fundamentais para criar um dispositivo personalizado e eficaz.

A versão final do protótipo mostrou que a utilização do dispositivo reduziu significativamente a intensidade e frequência do ronco, melhorando a qualidade do sono para o paciente e pessoas com as quais convive. A versão final mostrou-se eficaz no tratamento do ronco.

O uso de tecnologias como a impressão 3D e a modelagem computacional foi fundamental para criar um dispositivo personalizado e adaptável, oferecendo uma solução precisa para o paciente. É importante ressaltar que, apesar dos resultados positivos, a eficácia e segurança do dispositivo devem ser testadas e validadas por meio de estudos clínicos e ensaios específicos antes de sua aplicação clínica generalizada.

5 CONCLUSÃO

Dadas as informações disponíveis, foi possível criar um protótipo com características que atendessem à necessidade do paciente em estudo. Com o propósito desse projeto construído e atingido os objetivos esperados, pôde-se observar um avanço significativo na redução do ronco para o protótipo apresentado, de acordo com a avaliação dos aspectos do teste promovido no decorrer do projeto com o auxílio de aplicativo. A avaliação de curto período se mostrou positiva quanto ao impacto apresentado ao paciente e retorno valorativo no atendimento às expectativas empenhadas ao produto.

A análise e discussão dos resultados desse estudo revelaram que a criação e desenvolvimento do protótipo 3D de baixo custo para controle do ronco durante o sono foi um processo com resultados preciso e confortável principalmente na versão P5, que demonstrou ser eficaz no tratamento do ronco e seus efeitos no sono e na qualidade de vida dos pacientes.

PERSPECTIVAS FUTURAS

- ➢ Progredir a escala de testes do produto deste projeto como um aliado à conduta médico-odontológica protocolada com maior número de pacientes para avaliar sua eficácia e eficiência.
- ➢ Fomentar a participação de estudantes da Engenharia Biomédica em projetos de criação e desenvolvimento de produtos para que estejam engajados e desenvolvam uma percepção de atuação profissional mais ampla.
- ➢ Implementar de forma assídua a atuação dos profissionais de Engenharia Biomédica nas equipes multidisciplinares de estudos em saúde e qualidade de vida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, L. S.; MISSON, L. B.; PAULIN, R. F. Revisão de Literatura. Síndrome da Apneia Obstrutiva do Sono: Alternativa de Tratamento com Dispositivos Intra Orais. **Revista Ciências e Odontologia**, São Paulo, p. 25-31, 2017.

AVELAR, F. S. R. Ronco habitual e apneia obstrutiva do sono relacionados aos fatores de risco cardiovascular em adultos. **Dissertação** (Mestrado em Ciências da Saúde) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Maringá, 2012.

BENJAFIELD, A. V. *et al*. Estimation of the global prevalence and burden of obstructive sleep apnoea: a literature-based analysis. **Lancet Respir Med**., v. 7, n. 8, p. 687-98, 2019.

AVCI, S. *et a*l. Relationships among retropalatal airway, pharyngeal ength, and craniofacial structures determined by magnetic resonance imaging in patients with obstructive sleep apnea. **Sleep Breath**, v. 23, n. 1, p. 103-115, 2019.

BENOIST L. B. L. *et al*. Subjective effects of the sleep position trainer on snoring outcomes in position-dependent non-apneic snorers. **Eur Arch Oto-Rhino-Laryngology**, v. 275, n. 8, p. 2169-2176, 2018.

CAPISTRANO, A. *et al*. Facial morphology and obstructive sleep apnea. **Dental Press J Orthod**. V. 20, n. 6, p. 60-7, nov. 2015.

DANTAS, C. M.; GONÇALVES, S. S. Diagnóstico e Tratamento com Aparelhos Intraorais da Síndrome da Apneia Obstrutiva do Sono. **Caderno de Odontologia do UNIFESO**, Rio de Janeiro, v.4, n.1, p. 106-115, 2022.

DEKON, S. F. C., *et al*. Índices utilizados para diagnóstico e plano de tratamento do ronco primário e da síndrome da apneia obstrutiva do sono (SAOS). **Revista Odontológica de Araçatuba**, v.41, n.1, p. 63-68, Janeiro/Abril, 2020.

DIELTJENS, M. *et al*. Determinants of objective compliance during oral appliance therapy in patients with sleep-disordered breathing: A prospective clinical trial. J**AMA Otolaryngol Head Neck Surg**., v. 141, n. 10, p. 894-900, 2015.

DINIZ, A. P., *et al*. Indicadores de adiposidade como método de rastreamento para polissonografia em trabalhadores de turno. **Rev Bras Saúde Ocup**., v. 44, p. 1 – 8, 2019.

DUARTE, R. L. M. *et al*. Consenso em Distúrbios Respiratórios do Sono da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. **J Bras Pneumol**, v. 48, n. 4, e20220106, 2022.

ECKERT, D. J. Phenotypic approaches to obstructive sleep apnoea – new pathways fotargeted therapy. **Sleep Med Rev**., v. 37, p. 45–59, 2018.

FABER, J.; FABER, C.; FABER, A. P. Obstructive Sleep Apnea in Adults? Publishing. **Rev Clín Orthod Dental Press**, v.24, p. 99-109, mai-jun, 2019.

FERDINANDO, A. R. Apneia obstrutiva do sono na odontologia. São Paulo, 2021. 41 f. **Monografia** (Conclusão de Especialização em Ortodontia pela Faculdade Sete Lagoas), 2021.

GARCIA, I. *et al*. Desenvolvimento de aplicativo para higiene do sono em adultos. Distúrb. Comun., São Paulo, v. 35, n. 1, p. e56268, 2023.

GODOLFIM, L.R. Os Aparelhos Orais no Tratamento do Ronco e Apnéia do Sono. In SAKAI, E. et al.: **Nova Visão em Ortodontia e Ortopedia Funcional dos Maxilares**, Ed. Santos, São Paulo, p. 507-513, 2002.

HUANG, J. F. *et al*. Assessment of upper-airway configuration in bstructive sleep apnea syndrome with computed tomography imaging during Muller Maneuver. **Respir Care**.v. 61, n. 12, p 1651- 1658, 2016.

LEI, Q., *et al*. Efeitos da pressão positiva contínua nas vias aéreas na pressão arterial em pacientes com hipertensão resistente e apneia obstrutiva do sono: revisão sistemática e meta-análise de seis ensaios clínicos controlados aleatórios. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 43, n. 5, p. 373-379, 2017.

LI, D. *et al*. Efects of continuous positive airway pressure and mandibular advancement appliance therapy on sleep bruxism in adults with obstructive sleep apnea: a pilot study . **Sleep and Breathing**, v. 27, p. 1857–1864, 2023.

LEPPÄNEN, T. *et al*. Severity of individual obstruction events increases with age in patients with obstructive sleep apnea. **Sleep Med**., v. 37, p. 32-37, 2017.

LOPES, A. D. F. Abordagem multidisciplinar do doente com Síndrome de Apneia Obstrutiva do Sono no seguimento e tratamento sob ventilação por pressão positiva. **Dissertação** (Mestrado) para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Biomédica. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Lisboa, Instituto Politécnico de Lisboa, nov., 2020.

MEYER, M. M. D. Systematic review of the different aspects of primary snoring. **Sleep Med Rev**., v. 45, p. 88-94, 2019.

MARKLUND, M. Update on Oral Appliance Therapy for OSA. **Curr Sleep Medicine Rep**, v. 3, p. 143–151, 2017.

PALOMO, J. M.; PICCOLI, V.D.; MENEZES, L.M. Obstructive Sleep Apnea: a Review for the Orthodontist. **Dental Press J Orthod**, v. 28, e. 23, 2023.

REIS, G.S.; DEKON, S.F.C. Análise crítica entre CPAP e aparelho intra-oral para o ronco primário e síndrome de apneia e hipopneia do sono. In: Proceedings of the 8º Congresso da FOA - Unesp/Annual Meeting. **Arch Health Invest**,v. 7, 2018.

MCMILLAN, A. *et al*. Continuous positive airway pressure in older people with obstructive sleep apnoea syndrome (PREDICT): a 12-month, multicentre, randomised trial. **Lancet Respir Med**, v. 2, n. 10, p. 804-812, 2014.

SAGLAM-AYDINATAY, B.; TANER, T. Oral appliance therapy in obstructive sleep apnea: Long-term adherence and patients' experiences**. Med Oral Patol Oral y Cir Bucal**., v. 23, n. 1, e72-77, 2018.

SLEEP SCORE STORE. **Do I Snore or Grind**: Free Snoring App from SleepScore Labs, 2023. Disponível em: https://shop.sleepscore.com/products/do-i-snore-or-grind-app-by-sleepscore-labs?_pos=1&_sid=939e09bb6&_ss=r. Acesso em: 30 dez., 2023.

STUCK, B. A. *et al.* Diagnosis and treatment of snoring in adults–S2k Guideline of the German Society of Otorhinolaryngology, Head and Neck Surgery. **Sleep Breath**., v. 19, n. 1, p. 135-148, 2015.

VERBURG, F. E. *et al*. The effectiveness of two types of MADS for OSA therapy. **Clin Oral Investig**., v. 22, n. 5, p. 1995-2000, 2018.

YIN, Robert K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. Tradução: Cristhian Matheus Herrera. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

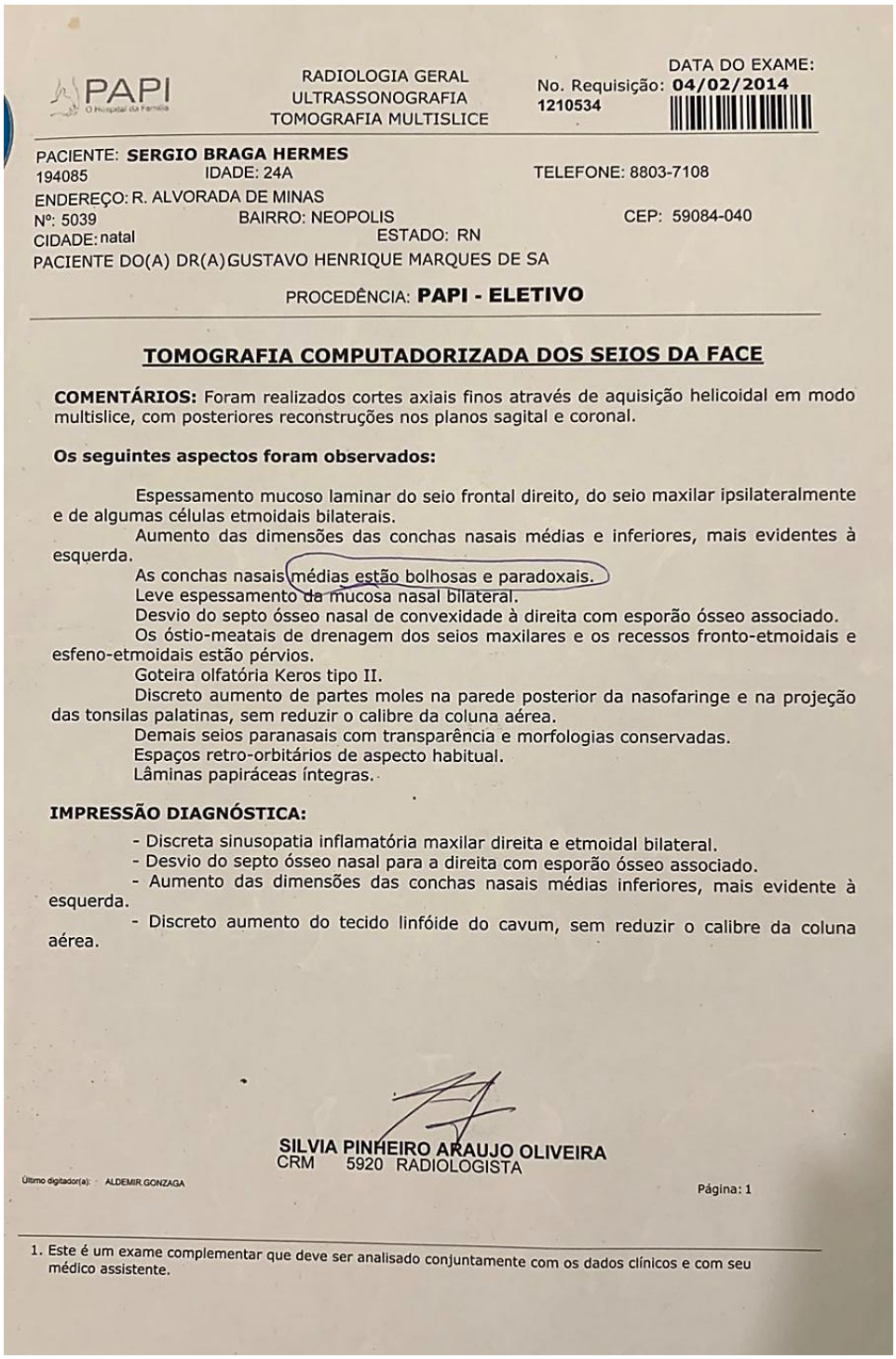
ZANCANELLA E. **Qualidade do sono, saúde e bem-estar em estudo de base populacional**. Scopus. 2019; 1–12.

ZOU, L. *et al*. 2019. Snoring and its association with obesity, hypertriglyceridemia, and hypertension among adults: A meta-analysis. **Journal of Sleep Research**, v. 28, n. 3, p. 1-10, 2019.

ANEXOS

ANEXO A – Exame de imagem

ANEXO B – Laudo da imagem



PAPI
O Hospital da Família

RADIOLOGIA GERAL
ULTRASSONOGRAFIA
TOMOGRAFIA MULTISLICE

DATA DO EXAME: 04/02/2014
No. Requisição: 1210534

PACIENTE: **SERGIO BRAGA HERMES**
194085 IDADE: 24A TELEFONE: 8803-7108
ENDEREÇO: R. ALVORADA DE MINAS
Nº: 5039 BAIRRO: NEOPOLIS CEP: 59084-040
CIDADE: natal ESTADO: RN
PACIENTE DO(A) DR(A) GUSTAVO HENRIQUE MARQUES DE SA

PROCEDÊNCIA: **PAPI - ELETIVO**

TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DOS SEIOS DA FACE

COMENTÁRIOS: Foram realizados cortes axiais finos através de aquisição helicoidal em modo multislice, com posteriores reconstruções nos planos sagital e coronal.

Os seguintes aspectos foram observados:

Espessamento mucoso laminar do seio frontal direito, do seio maxilar ipsilateralmente e de algumas células etmoidais bilaterais.
Aumento das dimensões das conchas nasais médias e inferiores, mais evidentes à esquerda.
As conchas nasais médias estão bolhosas e paradoxais.
Leve espessamento da mucosa nasal bilateral.
Desvio do septo ósseo nasal de convexidade à direita com esporão ósseo associado.
Os óstio-meatais de drenagem dos seios maxilares e os recessos fronto-etmoidais e esfeno-etmoidais estão pérvios.
Goteira olfatória Keros tipo II.
Discreto aumento de partes moles na parede posterior da nasofaringe e na projeção das tonsilas palatinas, sem reduzir o calibre da coluna aérea.
Demais seios paranasais com transparência e morfologias conservadas.
Espaços retro-orbitários de aspecto habitual.
Lâminas papiráceas íntegras.

IMPRESSÃO DIAGNÓSTICA:

- Discreta sinusopatia inflamatória maxilar direita e etmoidal bilateral.
- Desvio do septo ósseo nasal para a direita com esporão ósseo associado.
- Aumento das dimensões das conchas nasais médias inferiores, mais evidente à esquerda.
- Discreto aumento do tecido linfóide do cavum, sem reduzir o calibre da coluna aérea.

SILVIA PINHEIRO ARAUJO OLIVEIRA
CRM 5920 RADIOLOGISTA

Último digitador(a): ALDEMIR.GONZAGA

Página: 1

1. Este é um exame complementar que deve ser analisado conjuntamente com os dados clínicos e com seu médico assistente.