

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Luis Henrique Carvalho Mendrot  
Pedro Henrique Batista Lanfranchi

**PRÓTESE CUSTOMIZADA: revisão de literatura**

Taubaté

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Luis Henrique Carvalho Mendrot  
Pedro Henrique Batista Lanfranchi

**PRÓTESE CUSTOMIZADA: revisão de literatura**

Trabalho de graduação apresentado ao departamento de Odontologia da Universidade de Taubaté como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de bacharel em Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Alessandro de Moura Silva

Taubaté

**Grupo Especial de Tratamento da Informação – GETI  
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBi  
Universidade de Taubaté - UNITAU**

L268p Lanfranchi, Pedro Henrique Batista  
Prótese customizada: revisão de literatura /  
Pedro Henrique Batista Lanfranchi, Luis Henrique Carvalho  
Mendrot. -- 2023  
29 f.

Monografia (graduação) - Universidade de Taubaté,  
Departamento de Odontologia, 2023.  
Orientação: Prof. Dr. Alecsandro Moura da Silva,  
Departamento de Odontologia.

1. Pacient especific implant. 2. Prótese customizada.  
3. Reabilitação de áreas atroficas. I. Mendrot, Luis Henrique  
Carvalho II. Universidade de Taubaté. Departamento de  
Odontologia. Curso de Odontologia. III. Título.

CDD – 617.69

Dedico a Deus por sempre estar ao meu lado nos momentos mais difíceis desse trabalho, me mantendo firme, calmo e na esperança de que tudo daria certo.

Dedico este projeto à minha família e amigos que estiveram sempre presentes direta ou indiretamente em todos os momentos de minha formação.

A todos os meus professores da graduação, que foram de fundamental importância na construção da minha vida profissional e evolução como ser humano.

Ao professor Dr. Aleksandro Moura, pela sua paciência, conselhos e ensinamentos que foram essenciais para o desenvolvimento desse trabalho. Também por fornecer todo o material necessário.

Ao professor Dr. Rubens Guimarães Filho, por me carregar no colo desde o início da minha jornada na odontologia. Também me ajudando nas correções, me permitir participar de seus procedimentos cirúrgicos, fotografando e autorizando o uso de sua imagem e de seus pacientes.

Pedro Henrique Batista Lanfranchi

## **Agradecimentos**

Agradeço primeiramente a Deus, por me fornecer sabedoria e a oportunidade de chegar até aqui.

Agradeço aos meus pais, Maria Luiza Carvalho Mendrot e Carlos Rogério Mendrot por sempre acreditarem no meu potencial e me incentivarem, além das orações. A minha irmã, Beatriz Carvalho Mendrot por toda a paciência e cumplicidade.

Agradeço também a minha dupla Pedro Henrique Lanfranchi pelo companheirismo, por compartilhar comigo grandes experiências, conhecimentos e que a nossa amizade continue mesmo fora da faculdade. Fora momentos difíceis, mas posso dizer, vale a pena.

Agradeço ao meu orientador Alecsandro Moura, por todo o apoio, por dividir seu conhecimento e nos ajudar em cada momento de dúvida e dificuldade.

Por fim, agradeço a todos os professores, funcionários e amigos que fizeram parte dessa caminhada, desde o início da minha alfabetização até o final da graduação, vocês foram essenciais para a minha formação e levarei cada ensinamento para a minha vida.

Luis Henrique Carvalho Mendrot

Agradeço primeiramente a Deus, por me dar forças, me sustentar e me capacitar todos os dias nesse caminho. Ele sempre esteve me guiando, me fazendo aprender com os erros e me ensinando nas derrotas.

Aos meus pais, Fúlvio e Geni, que sempre se doaram por mim, sempre se colocaram em segundo plano para que eu pudesse trilhar esse caminho. Mesmo com todas as dificuldades, sempre me incentivaram e torceram por mim, vibrando com cada pequena conquista e me fazendo acreditar que eu sou capaz.

À minha esposa, Bianca, que esteve sempre ao meu lado nas decisões mais difíceis, quando decidi deixar o emprego para estudar, quando senti que o caminho da odontologia não era para mim ela me fez ter paciência e perseverar e, finalmente, chegar ao final desta primeira etapa acadêmica da minha vida.

À minha tia, Ana Maria, que me ajudou sempre que pode com material, financeiramente e se alegrando com cada nova etapa vivida nesse curso.

Ao Professor Alecsandro Moura, que aceitou orientar e conduzir o meu trabalho, me estendendo a mão num momento de grande preocupação e me fornecendo todo o material necessário para realização deste trabalho.

Ao professor, e padrinho, Rubens Guimarães Filho, que desde cedo abriu as portas para mim e me acolheu como um pai, me permitindo aprender, me ensinando a ser não somente um profissional melhor, mas também um ser humano melhor e com mais empatia pelos pacientes.

A todos os meus professores, que fizeram parte dessa caminhada inicial e contribuíram para meu aprendizado e crescimento, com toda paciência, me fazendo refletir sobre meus erros e me parabenizando nos meus acertos.

Agradeço aos meus amigos, em especial ao Luiz Mendrot por estar sempre comigo, me alegrando nos dias ruins e melhorando os dias bons, sempre me apoiando e me ensinando.

Em especial ao amigo e professor Guilherme Pato, que infelizmente não está aqui mais, por acreditar em mim, por me acolher, me ensinar sobre a odontologia e a vida, por me tratar como um filho e acreditar tanto em mim.

Pedro Henrique Batista Lanfranchi

O único lugar onde o sucesso vem antes do trabalho é no dicionário.

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi apresentar nova alternativa para reabilitação protética de pacientes com atrofia severas, maxilar ou mandibular, em que a técnica convencional não é indicada, devido à falta de suporte ósseo. Tratando-se de uma técnica de vanguarda, a reabilitação por meio de próteses customizadas despertou o interesse de vários pesquisadores, devido as possíveis resoluções e resultados provenientes da aplicação da mesma, fomentando o campo de pesquisa e estudo de casos clínicos relatados. Dessa maneira, algumas dúvidas foram surgindo quanto a precisão da prótese confeccionada, longevidade do tratamento, nível de comorbidade pós-operatória, quando comparada com a técnica convencional, gerando um leque de novas possibilidades e questionamentos quanto a custo e em quais casos utilizar esta técnica. Pacientes oriundos de traumas (como fraturas orbitarias), submetidos a procedimentos cirúrgicos de ressecção de tumores (maxilectomia e mandibulectomia) e idosos com extrema atrofia óssea representam um desafio para sua resolução. Contudo, o avanço tecnológico, dentro da Odontologia, possibilitou não só planejar os casos com maior precisão (por meio de tomografias computadorizadas e softwares como CAD/CAM), mas também driblar dificuldades oriundas da técnica de implante subperiosteal. Por exemplo, como a falta de ósseo integração (tanto pela falta de tratamento de superfície das peças, quanto pela opção de materiais que não eram biocompatíveis), pouca precisão das próteses, tempo de recuperação e de confecção da peça protética maiores. Além disso, a descoberta de materiais com maior biocompatibilidade, que representaram um avanço significativo na ósseo integração, e métodos de confecção por meio de sinterização à laser, possibilitaram ter maior precisão e menor tempo de fabricação laboratorial. Os relatos obtidos a partir dos casos clínicos estudados, demonstraram um bom prognóstico para os pacientes, relatando melhor recuperação e adaptação as próteses customizadas. Devido, a agilidade de confecção laboratorial e da necessidade de menos etapas cirúrgicas, a instalação do protocolo é realizada em até uma semana após a fixação cirúrgica do implante customizado. Assim, é muito diferente do protocolo sobre implante convencional, o qual demanda mais etapas, tanto clínicas quanto laboratoriais, levando em média um ano, desde o início até a conclusão do caso. Desse modo, será abordado o fluxo digital, uso de tomografias computadorizadas (TC), confecção do implante subperiosteal customizado, precisão das próteses, a instalação do protocolo fixo e acompanhamento até a alta dos pacientes.

**Palavras chaves:** Pacient especific implant. Prótese customizada. Reabilitação de áreas atroficas.



## ABSTRACT

The objective of this study was to present a new alternative for the prosthetic rehabilitation of patients with severe maxillary or mandibular atrophies, where the conventional technique is not indicated due to lack of bone support. Being a cutting-edge technique, rehabilitation through customized prostheses has sparked the interest of several researchers due to the potential resolutions and results obtained from its application, fostering the field of research and reported clinical case studies. Thus, some doubts have arisen regarding the precision of the fabricated prosthesis, treatment longevity, level of postoperative comorbidity compared to the conventional technique, generating a range of new possibilities and questions regarding cost and the cases in which this technique should be used. Patients with traumas (such as orbital fractures), who undergo surgical procedures for tumor resection (maxillectomy and mandibulectomy), and elderly individuals with extreme bone atrophy pose a challenge for their resolution. However, technological advancements in Dentistry have made it possible not only to plan cases more accurately (through computerized tomography and software such as CAD/CAM) but also to overcome difficulties arising from the subperiosteal implant technique. For example, issues such as lack of osseointegration (due to insufficient surface treatment of the components or the use of non-biocompatible materials), low precision of prostheses, and longer recovery and prosthetic fabrication times. Additionally, the discovery of materials with higher biocompatibility, which represents a significant advancement in osseointegration, and the development of fabrication methods using laser sintering have allowed for greater precision and reduced laboratory fabrication time. The results obtained from the studied clinical cases demonstrated a favorable prognosis for patients, reporting better recovery and adaptation to customized prostheses. Due to the speed of laboratory fabrication and the need for fewer surgical stages, the installation of the protocol is carried out within a week after the surgical fixation of the customized implant. This is in stark contrast to the conventional implant protocol, which requires more clinical and laboratory stages, taking on average one year from initiation to completion of the case. Thus, the study will address the digital workflow, the use of computerized tomography (CT), fabrication of customized subperiosteal implants, precision of prostheses, installation of the fixed protocol, and follow-up until patient discharge.

**Keywords:** Patient-specific implant. Customized prosthesis. Rehabilitation of atrophic areas.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	9
2	PROPOSIÇÃO .....	10
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	11
4	DISCUSSÃO .....	20
5	CONCLUSÃO .....	26
6	REFERÊNCIAS.....	27

## 1 INTRODUÇÃO

Implantes bucais buscam reabilitar os pacientes devolvendo função mastigatória, fonética e convívio social. Segundo Gellrich, et al., em 2017, o sucesso do implante dentário é baseado em uma estrutura rígida e requisitos de tecidos moles, incluindo dimensões (verticais, sagitais e transversais) apropriadas e qualidade do conjunto ósseo ao redor do implante. Ainda, o planejamento e tratamento visam o sucesso e longevidade dos implantes.

Dahl, em 1943, descreveu pela primeira vez o uso de implantes subperiósticos como alternativa de tratamento para casos de severa atrofia óssea, que consistiam em peças metálicas, que não possuíam boa biocompatibilidade, fabricadas individualmente. A técnica de confecção era feita por meio do modelo de trabalho, a estrutura era fabricada com base no rebordo do paciente e, cirurgicamente, posicionada sobre o tecido ósseo sem fixação. Dessa forma, por não serem precisas seguindo os contornos ósseos da região de interesse, nem fabricadas em materiais biocompatíveis e não possuírem fixação ao osso, a taxa de insucesso era grande.

Contudo, o avanço tecnológico e, principalmente, a digitalização da odontologia permitiram driblar as dificuldades da técnica. Assim, Ciocca, et al., em 2015, relataram o uso de tomografias computadorizadas (TC) associadas a softwares como o CAD/CAM, em conjunto com profissionais capacitados para projetarem peças em 3D. Portanto, sendo sinterizadas a laser em titânio Ti-6Al-4V (resistente a corrosão, com boas propriedades mecânicas, baixo peso e alta biocompatibilidade), permitiram ressuscitar a técnica e utilizá-la como alternativa para reabilitação em áreas atróficas, nas quais não há possibilidade do uso da técnica convencional.

Além disso, Cohen, et al., em 2016, falaram sobre a osseointegração, em que os osteoblastos produzem os fatores osteogênicos e angiogênicos que quando em superfícies micro/nano texturizadas, em comparação a superfícies lisas, esse efeito é intensificado. Ainda, Rana, et al., em 2017, o uso de implantes personalizados é uma técnica eficaz para melhorar os resultados das cirurgias craniofaciais em diversas áreas, com tecnologias cada vez mais avançadas e acessíveis.

Diante disso, a presente monografia de conclusão de curso justifica-se pelo fato de que o tema e a sua delimitação discutem um assunto bastante relevante para os pesquisadores, autores dessa revisão, por serem cirurgiões-dentistas a formação, bem como os acadêmicos que se beneficiarão com sua leitura, por se tratar de técnica de vanguarda, com menor morbidade para o paciente e estabilidade a longo prazo.

## **2 PROPOSIÇÃO**

Realizar revisão de literatura e estudo de casos clínicos estabelecendo ligação entre a literatura e a prática. Permitindo assim, nova alternativa de tratamento por meio de implantes customizados, baseado nas evidências e resultados apresentados pelos trabalhos pesquisados em sites de buscas voltados para a literatura científica, como Google Acadêmico, PubMed e Scientific Electronic Library Online (SciELO). Utilizou-se para a busca as palavras-chaves: implante, implante específico, maxila atrófica, mandíbula atrófica e "Patient Specific Implant (PSI)".

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

Joseph J. Beaman e Carl R. Deckard, 1990, publicaram um documento de patente que descreve a tecnologia inovadora de Selective Laser Sintering with Assisted Powder Handling. A sinterização seletiva a laser é realizada depositando-se sucessivas camadas de pó em um alvo e, em seguida, usando um feixe de energia direcionado para sinterizar seletivamente o pó em cada camada. O processo de sinterização une as partículas do pó em cada camada para formar uma peça sólida. O Assisted Powder Handling é usado para dispensar o pó de maneira uniforme e controlada, garantindo alta densidade do pó em cada camada durante a sinterização. O tipo de material usado na sinterização dependerá da aplicação específica da peça que está sendo produzida. A tecnologia descrita pode ser usada com uma variedade de materiais em pó, incluindo plásticos, metais e cerâmicas.

Schou et al., em 2000, descreveram o caso clínico de um paciente que recebeu um implante subperiosteal mandibular em 1957. O paciente experimentou complicações persistentes, incluindo exposição do implante, inflamação, infecção e formação de fístulas. Apesar disso, o paciente se opôs à retirada total do implante em 1973. Vinte e cinco anos depois, em 1998, foi observada uma grande reabsorção da mandíbula e o implante inteiro foi finalmente retirado. A colocação de implantes orais osteo integrados era impossível sem um extenso enxerto ósseo autógeno. A discussão destaca que os implantes subperiósticos e outros tipos de implantes ancorados em tecidos moles não devem mais ser usados atualmente. Além disso, o relatório destaca que a maioria dos implantes subperiósticos é removida pouco tempo após a sua colocação, devido às complicações persistentes. O relatório também destaca que o controle regular de pacientes com implantes subperiósticos é obrigatório e que esses tipos de implantes devem ser retirados definitivamente se ocorrerem períodos contínuos de complicações.

Wiebeck e Harada, em 2005, abordaram diversos materiais, de suas estruturas químicas, características mecânicas e aplicações. Dentre os diversos materiais citados, o PEEK (poli-éter-éter-cetona) é um dos chamados super plásticos, tratando-se de um polímero termoplástico semicristalino que possui uma excelente resistência térmica, suportando temperaturas de até 260 °C em serviço contínuo. Ele também apresenta uma excelente resistência química, resistindo a diversos ácidos, bases e solventes. Além disso, o PEEK tem alta rigidez, resistência à tração e compressão, além de uma excelente estabilidade dimensional. Isso faz com que ele seja um material ideal para aplicações que exigem alta resistência mecânica, como em componentes de máquinas e equipamentos. Assim, dentre as diversas aplicações o PEEK é usado em diferentes setores da indústria, incluindo aeroespacial, automotivo, elétrico e eletrônico, na medicina e na odontologia.

Sumida et al., em 2015, apresentaram um estudo onde comparam o uso de dispositivos de titânio feitos sob medida como membranas para aumento ósseo em tratamentos com implantes dentários com o uso da malha de titânio convencional. Os resultados mostraram

que o uso dos dispositivos de titânio feitos sob medida apresentaram uma taxa de sucesso significativamente maior e reduziu a duração da cirurgia em comparação com a malha convencional. No entanto, o estudo também aponta algumas limitações dos dispositivos, como o custo mais elevado e a necessidade de equipamentos especializados para fabricação. Assim, os dispositivos de titânio feitos sob medida podem ser uma opção promissora para aumentar a eficácia dos tratamentos com implantes dentários. Desta maneira, melhorando a qualidade da regeneração óssea, mas são necessários mais experimentos para avaliar completamente as vantagens e desvantagens deste método em relação à malha convencional.

Ciocca et al., em 2015, publicaram um trabalho sobre o fluxo digital em reabilitação protética de pacientes com atrofia óssea severa e mínima intervenção, utilizando CAD/CAM. O processo consiste em carregar a tomografia pré-operatória no sistema, posicionar os implantes nas regiões atroficas, 3 em maxila e 3 em mandíbula (4x11mm), observar os cortes transversais do osso em relação à posição dos implantes, mantendo o aumento máximo de 4mm. Após todos os ajustes era impresso um modelo na impressora 3D, utilizado de base para a fabricação da peça de titânio Ti6-4Al-4V (resistente a corrosão, com boas propriedades mecânicas, baixo peso e alta biocompatibilidade). Como vantagens foi observado que além da intervenção cirúrgica mínima, a malha de titânio foi fixa com somente um parafuso, pois foi fabricada sob medida e com o aumento ósseo mínimo para reabilitação do paciente, ficando intimamente ligada ao contorno ósseo do paciente. Ainda, o uso do CAD/CAM diminuiu o tempo de encerramento e os procedimentos de prototipagem rápida, o tempo e os custos do laboratório. Contudo, é preciso melhorar a precisão do software e, nem todas as marcas de implante disponibilizam o escaneamento dos mesmos, necessitando do processo convencional de moldagem em 2 etapas nesses casos.

Otawa et al., em 2015, realizaram um trabalho avaliando a precisão dos implantes impressos em titânio por sinterização a laser e modelados do CAD/CAM. A avaliação foi feita com base na precisão 2D e 3D das peças, a precisão da micro texturização, e o erro entre a peça impressa e a modelada no CAD (por meio de escaneamento e sobreposição das imagens). No total 10 peças foram analisadas por meio do software (Geomagic XOM), e a margem média de erro foi de 139  $\mu\text{m}$  em todas as dimensões das peças, somente uma possui erro de 292  $\mu\text{m}$ . Já os tamanhos dos poros (texturização das peças) obtidos mostraram-se ser a grande vantagem do método de confecção dos implantes. A alta precisão dos implantes impressos pode ser obtida por meio do método CAD/RP-SLM (modelagem no CAD/CAM e sinterização seletiva a laser do metal). Os resultados sugerem haver possibilidades de uso clínico dos implantes e em variados designs.

Cohen et al., em 2016, reportaram estudo sobre o desenvolvimento de uma placa subperiosteal de titânio-alumínio-vanádio produzido por fabricação aditiva e modificação de textura da sua superfície osteogênica em micro/nanoescala, após sua fabricação. Os osteoblastos produzem os fatores osteogênicos e angiogênicos e quando em superfícies

microtexturizadas em comparação a superfícies lisas esse efeito é intensificado. Os casos estudados, foram reavaliados entre 3 e 8 meses após os procedimentos cirúrgicos e a neoformação óssea e osseointegração indicando estabilidade dos implantes. A matriz óssea desmineralizada (MOD) é largamente utilizada nos casos clínicos, quando há necessidade, antes da colocação do implante. Dessa maneira, foi analisado se o uso do enxerto ósseo afeta ou não a capacidade osteogênica do implante quando usados discos sinterizados a laser; os discos foram tratados para terem micro/nano rugosidades para auxiliar os fatores produzidos pelos osteoblastos. Após 10 semanas, por meio da tomografia computadorizada, foi possível observar que os implantes associados ao enxerto possuíam uma taxa maior de crescimento ósseo. Um estudo realizado em tíbia de coelhos, sem o uso de MOD, demonstrou que nos implantes micro/nano texturizados, que após 6 semanas, o osso estava completamente formado e havia ocupado todo o interior do implante. Por conseguinte, com os resultados obtidos no estudo em coelhos, dois pacientes foram selecionados, desenvolvidos implantes específicos (micro/nano texturizados) para cada um dos deles e a fixação dos mesmos foi feita em um tempo cirúrgico somente. O implante foi produzido com base no segmento ósseo de cada paciente e para sua correta colocação uma peça de plástico impressa foi utilizada como guia. Assim, após 8 meses os implantes estavam completamente integrados, funcionais e sem quaisquer complicações relatadas pelos pacientes. Assim, a rugosidade do material e o seu formato foram avaliados percebeu-se que são características importantes para estimular a formação óssea pelos osteoblastos. Outros fatores mostraram-se importantes na resposta biológica, ficou evidenciado que implantes hidrofílicos foram osseointegrados mais rapidamente do que os hidrofóbicos. Associar MOD com implantes customizados e que possuam tratamento superficial por meio de laser (micro/nano texturizados) mostra-se a melhor escolha clínica, pois induzem a osteogênese e osseointegração, mesmo em casos com perda óssea acentuada, permitindo restabelecer a forma, função e convívio social.

Divya et al., em 2017, relataram o clínico baseado na reconstrução cirúrgica assistida com a tecnologia. No caso tratado, foi fabricado uma malha para um osso não uniforme. O implante subperiostal foi produzido por meio de impressões 3D, em titânio cirúrgico, por meio da tomografia computadorizada (TC), que permitiu gerar um modelo do crânio com ênfase na mandíbula atrófica e irregular. Paciente de 18 anos, com perda óssea acentuada unilateral posterior de mandíbula, apresentava histórico de ameloblastoma unicístico um ano antes do início do tratamento. Por possuir atrofia óssea severa e o nervo alveolar inferior estar próximo à crista alveolar os implantes convencionais foram descartados. Assim, como já foi indicado em outros artigos, quando em áreas nas quais o implante convencional não é indicado, o implante subperiostal representa uma solução válida por não necessitar de uso de enxerto. Ainda, com o uso da impressão 3D é possível obter resultados mais precisos, reduzindo o tempo cirúrgico e o tempo de recuperação do pós-operatório.

Gellrich et al., em 2017<sup>a</sup>, realizaram um estudo de caso com três pacientes, sobre

reabilitação fixa em pacientes com perda óssea grave. A técnica usada foi a de implante subperiosteal (descrita por Dahl, em 1943), por meio dos avanços tecnológicos foi possível driblar as desvantagens que antes possuía. Nos três casos foram usados implantes diferentes, o convencional (parafuso), um sistema de fixação de bola e um de conexão de coroa cônica externa (telescópica). Dois dos pacientes foram submetidos (e curados) ao tratamento para carcinoma de células escamosas, em um deles foi necessária ressecção parcial da mandíbula e no outro da maxila e dos tecidos moles adjacentes. Foram excluídos pacientes que usaram bifosfonato, que possuíam desordens psiquiátricas, doenças em decorrência do uso de álcool e fumantes ativos. O planejamento foi feito de forma reversa, Após isso, foram escaneados os modelos em oclusão, a prótese então foi projetada com base nisso e os implantes onlay com placas de fixação foram elaborados. Durante a cirurgia, regiões de osso amolecido foram removidos cuidadosamente, o local de instalação da prótese foi exposto e a prótese então colocada e fixada com mini parafusos de 1,5 mm de diâmetro. Entre 3 e 4 meses após a cirurgia, os pacientes foram reabilitados proteticamente de forma análoga à maneira convencional de prótese implantada suportada. Após 18 meses em média, nenhuma falha protética ou no implante foram observados. Somando-se a isso, nenhuma complicação dos tecidos moles e duros foi observada até o final do acompanhamento, nenhuma dor ou desconforto proveniente da prótese implantada foi relatada e também, não foi observada nenhuma infecção ou deiscência no período de acompanhamento. Foi possível concluir que, por meio da sinterização a laser do metal é possível a fabricação de próteses customizadas para casos nos quais os métodos convencionais não sejam indicados. Com o uso de ligas de titânio, a biocompatibilidade é boa e a reabilitação do paciente pode ser realizada com a individualização do implante subperiosteal que permitirá a colocação convencional da prótese implanto suportada.

Gellrich et al., em 2017<sup>b</sup>, publicaram um trabalho sobre como superar pontos de fragilidade biológica na reabilitação oral com implantes. O trabalho busca esclarecer e entregar uma alternativa para situações em que o osso e os tecidos moles circunvizinhos não sejam favoráveis às técnicas convencionais de reabilitação por meio de implantes. Por meio do CAD/CAM e uma TC da região de interesse é possível obter um modelo virtual da área cirúrgica. O fluxo digital e a confecção da prótese consistem em dois passos. Primeiramente é desenhada a prótese (parecida com uma armação de arame) a qual possui os pontos próprios para fixação no osso e os pinos para colocação dos dentes (ou protocolo). Ainda, as posições de fixação dependem da espessura óssea e do ângulo em que o implante é posicionado, a zona entre os pinos dos implantes e a estrutura é reforçada e o desenho final é verificado quando a retenção (não pode haver espaços entre a prótese e o osso). Após isso, segue-se com a confecção da prótese em titânio-alumínio-vanádio (Ti-6Al-4V). Em casos de próteses customizadas unitárias, os tecidos moles são mais relevantes, a quantidade e a qualidades dos mesmos são critérios importantes, pois alteram



a irradiação do dano no pós-cirúrgico. A geometria, posição e corpo dos implantes podem ser completamente individualizados, possuindo o máximo de pontos de fixação possíveis, principalmente em regiões de reforço da maxila (pilar canino e zigomático). A prótese, então, é impressa pela sinterização a laser do metal, passa por micro e nano texturizações (para garantir melhor osseointegração) e segue ao cirurgião junta de um modelo da área em que será fixada, impressa em poliamida. Após autoclavagem e fixação cirúrgica da prótese, uma radiografia panorâmica é realizada; após 6 semanas de pós-operatório houve início do processo de reabilitação protética convencional (tempo necessário para cicatrização dos tecidos moles). Estudos realizados entre 5 e 10 anos não demonstraram a ocorrência de atrofia nos pontos de fixação (craniofacial) das próteses.

Mommaerts et al., em 2017, publicaram um trabalho que discute o conceito de implantes subperiósticos de mandíbula fabricados por adição. Esses implantes são uma solução alternativa para pacientes com atrofia óssea extrema que ameaça o sucesso dos implantes endósteos tradicionais. O processo de criação desses implantes envolve a segmentação dos arcos dentários e ósseos do paciente, o design de um quadro subperiosteal e pilares em locais ideais em relação ao arco dentário e a impressão 3D dos implantes em liga de titânio. A prótese provisória é impressa em polímero. Todo o planejamento é realizado virtualmente com base na TC do paciente. A carga mastigatória é reduzida por 2 meses para permitir que a osseointegração por meio do carregamento progressivo. Pequenas deiscências foram observadas sobre os braços quando colocados na crista, mas isso foi atribuído ao enfraquecimento pelo suporte no final cranial dos braços que conectam os pilares a estrutura.

Rachmiel et al., em 2017, publicaram um estudo de caso de um paciente que teve sua mandíbula reconstruída devido à longa deficiência, causada por um ameloblastoma, que envolveu o ramo, corpo e ângulo do lado direito. A peça foi desenhada com os implantes e possui poros para melhorar a osseointegração, e serviu para proteger o enxerto ósseo do contato com os tecidos moles. Após a modelagem da peça, ela foi impressa por sinterização a laser do titânio, um modelo da face direita do paciente foi também impresso em resina e serviu como guia para fixação da peça. Com um ano de acompanhamento foi constatado boa função e estética, possuindo boa oclusão e abertura de 50 mm sem desvios. Foi constatado que a reconstrução associada à reabilitação oral mostra-se ser o futuro para casos parecidos, quando baseada na impressão 3D e engenharia dos tecidos.

Rana et al., em 2017, publicaram um trabalho relento casos como, reconstrução orbitária, cirurgia ortognática e reabilitação mandibular protética por meio de implantes personalizados para cada paciente (PSI), que mostrou ser uma técnica moderna e eficaz em cirurgias craniofaciais. O planejamento digital pré-operatório permite uma abordagem mais individualizada e orientada para o defeito, melhorando os resultados funcionais e estéticos da cirurgia. O uso de técnicas como a fusão de dados de imagem, a impressão 3D e a usinagem CNC (*Computer Numerical Control*) permite uma produção mais precisa

e rápida dos PSI (*Paciente específico implante*), reduzindo os tempos de planejamento e execução da cirurgia. Ainda, o uso de PSI é uma prática nova na reabilitação protética da função mastigatória, preservação e proteção de estruturas vitais, reconstrução mandibular e orbitária. Além disso, o uso de PSI permite uma abordagem individualizada para cada paciente, melhorando ainda mais os resultados da cirurgia. Dessa maneira, o uso de implantes personalizados é uma técnica eficaz para melhorar os resultados das cirurgias craniofaciais em diversas áreas, com tecnologias cada vez mais avançadas e acessíveis.

Mommaerts et al., em 2018, publicaram um estudo falando dos passos na fabricação e a biomecânica de implantes subperiosteais. Ele foi projetado como uma alternativa para pacientes com perda óssea, em que o osso alveolar foi completamente reabsorvido, que não podem receber implantes dentários tradicionais. O design do implante foi cuidadosamente adaptado para melhorar sua osseointegração e selamento epitelial, bem como sua estabilidade mecânica e funcionalidade. A análise por elementos finitos mostrou que a distribuição de tensão no implante e nos tecidos circundantes era adequada, sugerindo que o implante consegue suportar as cargas funcionais. A incisão guia utilizada durante a cirurgia ajudou a evitar deiscência e melhorar os resultados estéticos. Os resultados do estudo mostraram que, o implante subperiosteal é uma opção viável para pacientes com perda óssea maxilar, com alta taxa de sucesso e baixa taxa de complicações. No entanto, mais pesquisas são necessárias para confirmar esses resultados em uma amostra maior de pacientes e avaliar o custo do implante como um fator limitante.

Ciocca et al., em 2018, realizaram um estudo de casos analisando o ganho de volume ósseo mandibular e maxilar, e complicações como a exposição da placa de titânio ao meio bucal. Nove pacientes submetidos ao tratamento com placas customizadas de titânio e enxerto ósseo (autólogo e exógeno) foram estudados, entre seis e oito meses após o procedimento, houve ganho médio de 3,83 mm na mandíbula e 3,95 mm na maxila. A exposição prematura da placa, entre quatro e seis semanas, foi observada em três casos e somente em um deles foi necessário removê-la, nos demais casos a placa foi removida dentro do tempo programado. Ainda, nenhuma complicação foi observada dos demais passos do processo. Em todos os casos o menor dos implantes utilizados foi de 8 mm, mantendo um espaço de 1,5 mm entre cada implante para assegurar a osseointegração. O guia foi programado com 0,3 mm de espessura e os furos guias com 1 mm de diâmetro (a impressão foi feita em sinterização direta a laser de metal por meio de prototipagem rápida). Dessa forma alguns critérios foram definidos para o sucesso do procedimento, habilidade do operador para posicionar os implantes da maneira como foram planejados, avaliar o ganho de volume ósseo e a presença e o tempo de exposição da malha de titânio. Por conseguinte, o processo é realizado em dois tempos cirúrgicos, primeiro é feita a cirurgia de enxerto e posicionamento da malha de titânio, após seis a oito semanas (tempo de cicatrização) é realizada uma nova tomografia, a malha é removida e os implantes são posicionados, decorrido o tempo de cicatrização (quatro meses na maxila e três na mandíbula) os implantes

são expostos e o processo de moldagem e confecção da prótese são realizados. Não houve nenhuma falha dos implantes decorridos dois anos dos procedimentos. Assim, conclui-se que essa abordagem obteve sucesso menor do que o esperado, principalmente no tangível a morbidade pós-operatória devido à exposição da malha. Contudo, a cirurgia foi simplificada por meio do planejamento, reduzindo o número de parafusos de retenção para um ou dois no máximo.

Lee et al., em 2018, publicaram um estudo de caso sobre reconstrução mandibular por meio de implante em titânio customizado. Paciente feminino de 48 anos, foi submetida a uma ampla mandibulectomia em decorrência de uma recidiva de câncer de língua. A prótese customizada cobriu a região próxima ao mento até as proximidades do côndilo e possui quatro implantes customizados. Um retalho ipsilateral da coxa foi recolhido e colocado sobre a prótese (a circulação do retalho foi mantida). Não houve complicação durante o período de acompanhamento. A prótese permitiu restaurar a assimetria facial da paciente, sem a necessidade de enxertia óssea. O uso de enxerto ósseo não vascularizado é limitado em largas reconstruções ou em casos de pacientes radioterápicos.

El Morsy et al., em 2019, realizaram um trabalho utilizando poli-eter-eter cetona (PEEK) em pacientes específicos com atrofia maxilar severa. Quatorze pacientes participaram, sendo nove mulheres e cinco homens, com 34 implantes instalados com áreas de enxerto autógeno e outros exógenos. As próteses foram desenvolvidas por meio do CAD/CAM e fixadas com parafusos mono-corticais. O ganho ósseo linear vertical e horizontal foi avaliado por meio de tomografias computadorizadas (TC). A produção das próteses começa a partir da TC, por meio do CAD/CAM é desenvolvido um projeto 3D que recobre o rebordo permitindo acomodar o enxerto no local. Assim, a fixação delas é realizada em áreas de osso basal e que não interfiram na futura posição dos implantes. A cirurgia é feita com anestesia local, após descolado o tecido a prótese é instalada, a mistura de enxerto exógeno e endógeno é feita e colocada na região de interesse. Após seis meses, a prótese é removida e os implantes instalados. Os resultados demonstraram que após o período cicatricial somente um paciente apresentou problemas de reabertura, contudo não afetou o resultado da cirurgia. As TC's foram interpretadas e comparadas após seis meses da cirurgia. As análises demonstraram diferenças significantes entre os resultados, onde o ganho vertical foi de 3,47 mm (+/- 1.46) e o horizontal de 3,42 mm (+/- 1.1). As próteses customizadas foram removidas após seis meses e os implantes foram instalados com sucesso. Nesses casos, as próteses customizadas produzidas em PEEK demonstraram ser um sucesso na reabilitação óssea de pacientes com atrofia severa na região alveolar da maxila.

Mommaerts em 2019, relatou um caso sobre a reabilitação de um paciente, de quatro anos, submetido a cirurgia oncológica, a qual removeu grande parte de sua maxila. O implante customizado feito por adição, foi fixado nos pilares zigomáticos do paciente permitindo sua reabilitação. Contudo, trouxe alguns ensinamentos importantes como, sempre

procurar por fixação extra vertical (como descreve Volsseman, et al., realização fixação no osso palatino), o que não foi possível no caso. Ainda, como defendido por Gellrich et al., sempre que possível realizar fixações nas áreas de reforço paranasais. Também, sempre adequar a biomecânica aos ossos e tecidos moles. E finalmente, sempre deixar possível retirar ambos os lados da prótese para casos de peri-implantite e mucosite peri implantar.

Oliveira e Reis, em 2019, realizaram uma revisão de literatura sobre a fabricação de implantes por adição. Os implantes convencionais dependem de diversos fatores como anatomia do rebordo, altura e largura óssea dentre outros. Assim, observou-se que a fabricação customizada de implantes oferece uma alternativa para casos atróficos. Ao todo foram utilizados 13 artigos para essa revisão, os resultados foram pautados na técnica aditiva de fabricação da peça e no material utilizado, na impressão da estrutura e no design do implante, características do implante, análise mecânica, tratamento de superfície e ósseo interação. A técnica de fabricação dos implantes pelo método de adição mostra-se uma alternativa válida quando necessária (possuindo vantagens como adaptação ao osso, flexibilidade e liberdade do design do implante). Já as desvantagens, são relacionadas à precisão dimensional e o custo (envolvendo materiais, máquinas e mão de obra). Contudo, mais estudos são necessários para definir melhor as vantagens e desvantagens da técnica.

Jehn et al., em 2019, publicaram um artigo clínico sobre reabilitação em pacientes com tumores tratados com implantes dentários customizados. Doze pacientes que adquiriram deficiência óssea severa na maxila devido ao tratamento cirúrgico do tumor, maligno ou benigno, foram incluídos neste estudo. Todos os participantes receberam implantes específicos (IPS implants Preprosthetic; KLS Martin Group, Tuttlingen, Germany). Após 6 meses de remissão do tumor os pacientes foram reabilitados. Um questionário Oral Health Impact Profile (OHIP), desenvolvido por Slade e Spencer foi usado para avaliar as deficiências após a reabilitação protética e acumular evidências sobre a saúde oral ligada à qualidade de vida. Nele, havia questões para mensurar os níveis da disfunção, desconforto, incapacidade associada a distúrbios bucais e o impacto social ligado à saúde bucal. Ainda, dados como dor, limitações funcionais, desconforto psicológico, incapacidade social, dentre outros, constituem as 49 questões feitas aos pacientes. A avaliação da saúde bucal foi feita após dois meses da colocação do implante específico e reabilitação protética (seis pacientes possuíam protocolo fixo e seis removíveis). A pontuação, dos 12 pacientes incluídos, foi quase homogênea sendo de 31,0 (24,8 - 37.2). Contudo, o grupo do protocolo fixo ficou ligeiramente mais elevado que o removível. O nível de dor de incapacidade funcional após a cirurgia foi quase o mesmo (independente do tipo de reabilitação protética).

Mangano et al., em 2020, publicaram um relato de caso sobre reabilitação de mandíbula atrófica posterior por meio de implante subperiosteal 3D fabricado em titânio. Pacientes de 65 anos ou mais, com dois ou mais dentes faltando foram incluídos no estudo, todos com mandíbula atrófica posterior, foi reabilitado com implante subperiosteal customizado feito por meio de TC e sinterizada a laser em titânio. Dessa forma, 10 pacientes

(quatro homens e seis mulheres) tiveram os implantes bem adaptados. Deles, apenas dois tiveram dificuldades na adaptação e nenhum implante foi perdido no período de um ano. A taxa de complicação envolvendo dor, edema, fraturas das coroas foi de 30%. Assim, a sinterização a laser do titânio mostrou ser um método eficaz para a fabricação de implantes subperiósticos customizados, com alta taxa de sobrevivência. Esse método, apresenta ser uma alternativa de reabilitação para pacientes idosos com mandíbulas atroficas na região posterior, já que não é necessário terapias regenerativas ósseas.

Brás em 2020, observou que a crescente demanda por implantes trouxe novos desafios para o cirurgião dentista em casos de tecidos duros e mole atroficos, assim impossibilitando o uso de técnicas convencionais de implantes. Uma abordagem diferente é utilizada em casos de implantes zigomáticos ou grandes enxertos, o Implante específico do paciente (PSI). Trata-se de um implante subperiostal customizado, descrito pela primeira vez em 1943, por Dahl. Devido aos avanços tecnológicos, o uso do CAD/CAM e impressora 3D, possibilitou o tratamento desses casos por meio da confecção de peças específicas que sejam osso integrados ao paciente. Ainda, sim, há diversas desvantagens dessa técnica como incisões e retalhos maiores, porém estudos demonstram que o PSI tem menor impacto psicossocial e níveis mais elevados de saúde bucal. Um dos mais longos estudos realizado na Universidade de Missouri, Faculdade de odontologia de Kansas City (UMKC), observou que 39 dos 40 pacientes submetidos a esta técnica, há 18 anos, sobreviveram com estabilidade e função e o único que morreu foi devido ao ataque cardíaco. Contudo, não há um sistema perfeito para substituir, de forma artificial, nenhuma parte do corpo humano.

Polmann et al., em 2021, publicaram o relato de caso de um paciente com osteonecrose relacionada a medicamentos, tratado com uma maxilectomia total e reconstrução com prótese 3D personalizada. O paciente recebeu tanto bifosfonatos quanto denosumabe, além de docetaxel e prednisona, como parte do tratamento para controlar a disseminação do câncer. A duração do tratamento é um fator importante no desenvolvimento da osteonecrose maxilar associada a medicamentos, que ocorre em cerca de 4,3% dos pacientes que recebem tratamento combinado com bifosfonatos e medicação angiogênica. A equipe odontológica utilizou guias cirúrgicos para realizar a maxilectomia total e, em seguida, criou uma prótese 3D personalizada para reconstruir o defeito ósseo. Ficou destacado a importância do planejamento cuidadoso e da colaboração entre as equipes odontológicas e de engenharia para o sucesso da reconstrução maxilar com biomodelos cirúrgicos. Ainda, vale ressaltar a necessidade de um acompanhamento rigoroso do paciente após o procedimento, incluindo exames regulares para detectar possíveis complicações. Por fim, conclui-se que, a reconstrução maxilar com biomodelos cirúrgicos é uma técnica promissora que pode melhorar significativamente a qualidade de vida dos pacientes com osteonecrose relacionada a medicamentos.

## 4 DISCUSSÃO

A presente revisão de literatura demonstra que o uso de implantes específicos (PSI) ou peças customizadas é uma alternativa promissora e eficaz. Em casos com atrofia severas, ressecções cirúrgicas ou ainda traumas, a confecção de peças customizadas mostra-se uma alternativa segura. Para Gellrich et al., em 2017, o sucesso do implante está diretamente ligado ao planejamento. Assim, analisar o tecido ósseo (volume de todas as suas dimensões) quanto a sua qualidade e os tecidos moles circundantes do implante. Dessa forma, seus estudos baseados em relatos clínicos demonstram que a reabilitação feita por meio de implantes subperiósticos individualizados, conseguiram reabilitar pacientes com atrofia óssea severas e mesmo reconstruir a mandíbula e maxila de pacientes submetidos a ressecção cirúrgica de patologias benignas ou malignas.

Contudo, só é possível chegar a esse ponto por meio do planejamento virtual e mão de obra especializada na área. Assim, Ciocca et al., em 2015, descreveram os passos do workflow digital. Por meio do software CAD/CAM é possível carregar a tomografia do paciente, realizar o posicionamento dos implantes nos melhores locais possíveis e definir os pontos de fixação da malha que será confeccionada. Nesse caso, as áreas atroficas não possibilitaram lançar mão da técnica convencional, após os ajustes feitos é impresso um modelo 3D em resina da peça e da região a ser operada que servirá como guia cirúrgico ao cirurgião. Com base nesse modelo, a sinterização a laser do titânio (Ti6AlV4 que é resistente a corrosão, possui boas propriedades mecânicas, baixo peso e alta biocompatibilidade) é feita produzindo a peça que servirá para reabilitar o paciente. Dessa forma, foi constatado que a utilização do CAD/CAM reduziu o tempo de encerramento e os procedimentos de prototipagem rápida, bem como os custos laboratoriais. Seguindo o mesmo raciocínio, Cohen et al., em 2016, constataram que o tratamento de micro/nano texturização de implantes subperiósticos favorecem os fatores osteogênicos e angiogênicos dos osteoblastos e se associados a implantes hidrofílicos e enxertos de matriz óssea desmineralizada (MOD) os resultados são ainda melhores. Ainda sobre o planejamento virtual, Gellrich et al., em 2017, realizaram o procedimento em dois pacientes reabilitados de carcinoma de células escamosas (em um acarretou a ressecção parcial da mandíbula e no outro da maxila e seus tecidos moles adjacentes), descrevendo o planejamento reverso, começando pela TC pré-operatória e escaneamento inicial para determinação da futura posição protética. Após determinada a oclusão final do paciente pelo software, o planejamento e confecção da prótese foram realizados. Os pontos de fixação são determinados conforme a espessura óssea e o ângulo nos quais os implantes são posicionados.

Segundo Wiebeck e Harada em 2005, o poli-éter-éter cetona (PEEK) é um polímero termoplástico resistente a altas temperaturas, alta resistência química e mecânica atrelados a baixa densidade do material, sendo ainda biocompatível e ganhando grande emprego

na medicina atual como substituto dos metais. Sabendo disso, El Morsy, et al., em 2019, publicaram um trabalho relatando a reabilitação oral de 14 pacientes, seguindo os mesmos moldes relatados anteriormente, a diferença fica no material de escolha para a fabricação da peça, aqui utilizado o PEEK e na finalidade da prótese que visa o ganho de altura ósseo. A cirurgia foi realizada com anestesia local, após acessar a área de interesse foi colocada uma mistura de enxerto autógeno e exógeno, a peça foi posicionada protegendo o enxerto e fixada em áreas de osso basal. Após 6 meses as peças foram retiradas cirurgicamente e a instalação de implantes convencionais foi realizada. Esse caso além de demonstrar que o PEEK foi um sucesso na reabilitação de mandíbulas atróficas (somente 1 paciente relatou complicações no pós-operatório e isso não afetou o resultado final), também é possível associar a técnica convencional com os avanços tecnológicos utilizados para implantes subperiósticos.

A complexidade dos casos e as circunstâncias em que se encontram os pacientes definem qual será a melhor escolha reabilitadora no momento. Dessa forma, Lee et al., em 2018, relataram a reconstrução mandibular por meio de PSI em titânio. A paciente, de sexo feminino, 48 anos, oriunda de uma mandibulectomia em decorrência da recidiva de câncer de língua, foi submetida ao procedimento. A prótese foi projetada recobrando da região próxima ao mento até as proximidades do côndilo e possuindo 4 implantes. Nessas circunstâncias, um retalho ipsilateral da coxa foi recolhido e colocado sobre a prótese, mantendo a circulação do mesmo. Sem complicações durante todo o período de acompanhamento, com a prótese projetada e o planejamento realizado foi possível reabilitar a assimetria facial, função e o convívio social da paciente. Vale ainda ressaltar que, não foi optado pela enxertia nesse caso pelo fato da paciente ter passado por tratamento radioterápico e a área reconstruída ser extensa. Outro caso parecido ocorreu com Rachmiel et al., em 2017, onde um paciente teve sua mandíbula reconstruída devido à deficiência adquirida por um ameloblastoma, que envolve o ramo, corpo e ângulo do lado direito. Nesse caso, além da modelagem e impressão da peça em titânio por meio de sinterização a laser, um modelo da face direita do paciente também foi impresso, mas em resina, para servir como guia ao cirurgião. Após um ano de acompanhamento, foi constatado boa função e estética, com boa oclusão e abertura de boca de 50 mm sem desvios. Seguindo a mesma linha de trabalho, James et al., em 2017, publicaram um relato de caso sobre a reconstrução unilateral e posterior de mandíbula em um paciente de 18 anos, tratado para um ameloblastoma unicístico um ano antes. Devido à atrofia óssea severa e a proximidade do nervo alveolar inferior da crista óssea, a técnica convencional foi descartada, então o uso de implante subperiosteal customizado foi preconizado, reduzindo o tempo cirúrgico. Contudo, o tratamento possui um alto custo financeiro.

Casos de reabilitação de paciente pediátrico por meio da confecção customizada de implantes também é relatado na literatura. Mommaerts em 2019, reabilitaram um paciente de 4 anos, antes submetido a remoção de grande parte de sua maxila por razões oncológicas.

Os implantes modelados e fabricados foram instalados nos pilares zigomáticos permitindo sua reabilitação.

Ainda, a utilização de implantes subperiósticos customizados não fica somente para reconstruções de áreas afetadas por patologias. Assim, Mangano em 2020, relataram a reabilitação oral de 10 pacientes (4 homens e 6 mulheres), com 65 anos ou mais que possuíam ausência de 2, ou mais dentes em região atrófica posterior da mandíbula. Deles, apenas 2 tiveram dificuldades na adaptação e nenhum implante foi perdido no período de 1 ano. Somando-se a isso, a baixa taxa de complicação envolvendo edema, dor, fraturas de coroas (30%) corrobora para a afirmação que implantes subperiósticos em titânio são uma alternativa válida e longeva de reabilitação oral. Ainda, Gellrich et al., defende que, sempre que possível, realizar fixações nas áreas de reforços paranasais e como observado por Mommaerts et al., além de adequar a biomecânica aos ossos e tecidos moles é importante deixar possível retirar ambos os lados da prótese para casos de peri-implantite e mucosite peri-implantar.

Ainda, Brás et al., em 2021, por meio de um estudo realizado na Universidade de Missouri, demonstraram a longevidade de implantes subperiósticos. Dos 40 pacientes submetidos a esse tratamento, 39 estavam vivos e com os implantes estáveis e em função há 18 anos. Somando-se a isso, alguns pontos são importantes de se destacar segundo Mommaerts et al., em 2017, o uso de prótese provisória impressa em polímeros é válido. Contudo, a carga mastigatória é reduzida por 2 meses e deve aumentar de maneira progressiva para não interferir na osseointegração.

Assim, outras condições em que o uso de prótese customizada está sendo estudada e testada são em traumas e cirurgias ortognáticas. Rana et al., em 2017, publicaram alguns relatos de casos, dentre eles, a reconstrução orbitária e uma cirurgia ortognática. Os passos do planejamento e design e das próteses seguem os mesmos métodos demonstrados em outros estudos. Porém, é ressaltado que por meio da TC e do software é possível obter uma abordagem mais precisa em cima do defeito a ser tratado, melhorando o resultado funcional e estético da cirurgia. Ainda, outro caso que corrobora para a literatura, no tangível a reconstruções ósseas, é o que foi publicado pela Polmann et al., em 2021, em que um paciente de 64 submetido a uma maxilectomia total, decorrente de osteonecrose medicamentosa, teve sua maxila construída inteiramente por meio de uma prótese customizada. Vale ressaltar que, neste caso, a integração da equipe de engenharia e odontológica foi fundamental para desenho e confecção da protótese, além disso, acompanhamento rigoroso do paciente foi fundamental na sua reabilitação.

É importante considerar o método pelo qual os implantes são confeccionados. A técnica de sinterização seletiva a laser (SLS) foi desenvolvida por Deckard e Beaman, em 1990, na Universidade do Texas em Austin. Em suma, uma máquina aquece próximo ao ponto de fusão o pó do material, o laser faz a varredura da seção transversal da peça e aquece o material até o ponto de fusão (o pó não fundido suporta a peça e elimina



a necessidade de suporte para a impressão). Após isso, uma nova camada de pós é adicionada em cima da peça e o laser repete o processo. Dessa forma, Oliveira e Reis em 2019, realizaram uma revisão de 13 artigos pautados na técnica aditiva de confecção dos implantes. Os resultados obtidos foram pautados na técnica aditiva, na impressão da estrutura e no design do implante, características do implante, análise mecânica, tratamento de superfície e ósseo integração. Assim, foi constatado que implantes fabricados por esse método mostraram ser uma boa alternativa para reabilitação de pacientes com áreas atroficas.

Outro fator importante a destacar, ligada a confecção dos implantes, é a sua precisão dimensional. Assim, Otawa et al., em 2015, avaliaram a precisão de 10 peças confeccionadas por SLS, modeladas no CAD/CAM. A precisão 2D, 3D, das micros/nano texturizações e o erro entre a peça impressa e a modelada foram estudados. Após realizar o escaneamento da peça impressa e realizar a sobreposição das imagens no software (Geomagic XOM), a margem de erro foi de 139 $\mu$ m em todas as dimensões, somente uma peça possuiu erro de 292 $\mu$ m. No que tange aos poros da peça (texturização da superfície), a irregularidade mostrou ser uma grande vantagem por melhorar os fatores oriundos dos osteoblastos. Foi possível constatar que o método de fabricação CAD/RP-SLM (modelagem no CAD/CAM e SLS do titânio) alcançaram alta precisão e os resultados sugerem possibilidades de uso clínico dos implantes e em diversos formatos.

Assim, é possível observar pelos estudos de Mommaerts et al., em 2018, onde, os implantes foram desenhados adaptando-se ao rebordo ósseo remanescente, para possuir osseointegração melhor, selamento epitelial, estabilidade mecânica e funcional, que a distribuição de tensão no implante e tecidos vizinhos foi adequada. Dessa forma, fica evidente que os implantes subperiósticos mostram-se uma alternativa viável e com baixa taxa de complicações.

Agregando aos dados apresentados, Sumida et al., em 2015, apresentaram um estudo comparando a malha de titânio convencional com a customizada em casos de enxertia óssea para aumento de volume ósseo e posterior reabilitação com implantes convencionais. Foi observado, que as malhas feitas sob medida apresentaram maior taxa de sucesso e reduziram o tempo cirúrgico. Contudo, implica em custos mais elevados e a necessidade de equipamentos e mão de obra especializados para a fabricação. Ainda, sim, mostrou-se uma alternativa promissora para aumentar a taxa de sucesso da técnica e promover maior conforto ao paciente. Já em oposição a Sumida et al., em 2015, Ciocca et al., em 2018, analisaram nove pacientes submetidos ao tratamento com placas de titânio customizadas e enxerto. Os resultados mostraram que os ganhos médios foram de 3,83 mm na mandíbula e 2,95 mm na maxila. Contudo, três pacientes tiveram exposição prematura da placa e em um deles foi necessário removê-la antes da hora planejada. Fica evidente assim, que a exposição da malha levou a taxa de morbidades, no pós-operatório, maiores do que a esperada necessitando de mais estudos e talvez demonstre que o uso de PEEK

seja uma alternativa mais viável para casos que preconizam o aumento do volume ósseo. Mesmo assim, mais estudos são necessários para comparar o uso de malhas de titânio customizadas e malhas de PEEK.

No tangível a reabilitação protética propriamente dita, todos os autores relatam que esta etapa é realizada da mesma maneira que nos casos de implante convencional. Dessa forma, seguem em dentes unitários, pânticos ou até mesmo protocolos fixos, ou removíveis. Jhen et al., em 2019 publicaram um estudo clínico realizado em pacientes com tumores reabilitados com PSI, seis meses após sua remissão. Um questionário Oral Health Impact Profile (OHIP) foi aplicado e avaliou as deficiências após a reabilitação protética quanto a disfunção, desconforto, incapacidade associada a distúrbios bucais e o impacto social ligado à saúde bucal. Ainda, dados como dor, limitações funcionais, desconforto psicológico, incapacidade social, dentre outros. Os resultados foram quase homogêneos independente do tipo de reabilitação protética utilizada.

Ainda, ressaltando que o avanço tecnológico na computação, na confecção e escolha dos materiais e nas técnicas cirúrgicas possibilitou o ressurgimento e avanço da técnica de implantes subperiósticos, Schou et al., em 2000, relataram um caso de um implante subperiosteósteo feito sem o auxílio da tecnologia (por limitações da época), que esteve em função por 41 anos, recebido em 1957, na região mandibular. O paciente experimentou complicações persistentes, incluindo exposição do implante, inflamação, infecção e formação de fístula. Ainda, sim, o paciente se recusou a retirada total do implante em 1973 e somente 25 anos depois, foi observado grande reabsorção óssea levando a retirada total do implante. Assim, fica evidente que implantes ancorados em tecidos moles são rejeitados atualmente. Segundo conceituado por Branemark na década de 50 e, posteriormente completado por Albrektsson, o implante é a conexão estrutural direta, funcional entre o osso vivo e a superfície de um implante, suportando carga e assintomática. Seguindo esse raciocínio, os avanços tecnológicos e científicos permitiram a atualização da técnica de implantes subperiósticos, buscando a osseointegração das peças confeccionadas por meio de materiais biocompatíveis, tratamentos de superfície que estimulem os fatores dos osteoblastos, íntimo contato entre a peça e o tecido ósseo permitido pela alta precisão alcançada na confecção e pela fixação em tecido ósseo, associados ou não a enxertias. Entretanto, atualmente, há meios de driblar as dificuldades experienciadas pelo paciente acima. Assim, Gellrich et al., em 2017, demonstraram que por meio do CAD/CAM e uma TC é possível reabilitar pacientes com áreas atróficas e tecidos moles desfavoráveis. O design e confecção da prótese buscam o íntimo contato com o tecido ósseo remanescente, os pontos de fixação dependem da espessura óssea e angulação em que serão inseridos, contudo, a geometria da peça e os pontos de fixação podem ser planejados previamente. Isso, resulta numa boa adaptação tanto ao osso quanto aos tecidos moles. Outro fator importante é a texturização da peça, que como já citado acima, favorece os fatores osteogênicos dos osteoblastos. Nesse estudo, após 10 anos de acompanhamento não foram observadas

atrofias nos pontos de fixação da prótese.

## 5 CONCLUSÃO

A revisão de literatura, que constitui o procedimento metodológico do presente trabalho, evidenciou que as próteses customizadas possuem diversas aplicações de reabilitação oral e maxilo-facial. A maioria dos trabalhos realizados evidenciaram que além da elevada taxa de sucesso, o pós-operatório do paciente tende a ser mais tranquilo quando comparado a cirurgias que requerem múltiplas intervenções. Em relação aos materiais escolhidos, para casos de ganho de altura óssea por meio de enxerto, houve divergências entre os autores, uma vez que o PEEK mostrou-se mais barato e com taxa de sucesso maior do que a liga de titânio, para esse fim específico. Assim, o planejamento é fundamental para determinar qual caminho o profissional irá tomar. Ainda, o uso de exames de imagem, principalmente a TC cone beam da região desejada, é fundamental para esta escolha. Somando-se a isso, tendo em vista que se necessita de conhecimento técnico específico para utilizar o CAD/CAM (ou qualquer outro software de imagem escolhido), o trabalho em conjunto com um profissional da área torna-se indispensável para esses fins. Além disso, a necessidade de equipamentos específicos para impressão (em resina ou PEEK) ou sinterização a laser por adição (em titânio) corroboram para o aumento do custo do procedimento, mas também possibilitam obter uma peça com extrema precisão e tratamento de superfície adequado para a ósseo integração. No que tange aos custos do tratamento, há divergências entre os autores, sendo, quase todos, estrangeiros os custos médicos-hospitalares diferem da realidade brasileira, mesmo assim alguns consideram possuir custo menor, quando comparada com casos que necessitam de múltiplas intervenções. Já outros, consideram a reabilitação por meio da prótese customizada mais cara que a técnica convencional e um impeditivo para vários pacientes. Ainda assim, não há divergências quando se pensa em reabilitação para casos complexos de extrema atresia, reconstruções maxilares, mandibulares ou de outras áreas. Por fim, o uso de prótese customizada para os casos estudados mostra-se uma alternativa ótima, possibilitando reabilitar pacientes com protocolos fixos ao invés de próteses muco suportadas, devolvendo estética, função e socialização.

## 6 REFERÊNCIAS

- 1) BEAMAN, J. J.; DECKARD, C. R. **Selective laser sintering with assisted powder handling.** Disponível em: <https://patents.google.com/patent/US4938816A/en>. Acesso em: 15 mai. 2023.
- 2) SCHOU, S. et al. **A 41-year history of a mandibular subperiosteal implant.** *Clinical Oral Implants Research*, 2000; 11(2):171-8. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1034/j.1600-0501.2000.110210.x?sid=nlm%3Apubmed> . Acesso em: 19 dez. 2022.
- 3) WIEBECK H.; HARADA J. **Plásticos de engenharia.** 1. ed. São Paulo: Artliber,. Acesso em: 18 abr. 2023.
- 4) SUMIDA, T. et al. **Custom-made titanium devices as membranes for bone augmentation in implant treatment: Clinical application and the comparison with conventional titanium mesh.** *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 2015; 43(10):2183-8 Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1010518215003637?via%3Dihub> . Acesso em: 19 dez. 2022.
- 5) CIOCCA, L. et al. **Work flow for the prosthetic rehabilitation of atrophic patients with a minimal-intervention CAD/CAM approach.** *The Journal of Prosthetic Dentistry*, v. 114, n. 1, p. 22–26, 1 jul. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.pros.dent.2014.11.014> . Acesso em: 19 dez. 2022.
- 6) OTAWA, N. et al. **Custom-made titanium devices as membranes for bone augmentation in implant treatment: Modeling accuracy of titanium products constructed with selective laser melting.** *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 2015; 43(7): 1289-1295.. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1010518215001493?via%3Dihub> . Acesso em: 22 dez. 2022.
- 7) COHEN, D. J. et al. **Novel osteogenic Ti-6Al-4V device for restoration of dental function in patients with large bone deficiencies: design, development and implementation.** *Scientific Reports*, 2016; 6(1):8. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/srep20493> . Acesso em: 01 jan. 2023.
- 8) D, J.; A, C.; MR, M. **Technology assisted reconstructive surgery - a case report.** *Dental Implants and Dentures: Open Access*, 2017; 2(1). Disponível em: <https://www.omicsonline.org/open-access/technology-assisted-reconstructive-surgery--a-case-report-2572-4835-1000117.php?aid=87833> . Acesso em: 20 dez. 2022.7

- 9) GELLRICH, N.-C. et al. **A customised digitally engineered solution for fixed dental rehabilitation in severe bone deficiency: A new innovative line extension in implant dentistry.** *Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery: Official Publication of the European Association for Cranio-Maxillo-Facial Surgery*, 2017; 45(10):1632-38 Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1010518217302603?via%3Dihub> . Acesso em: 28 dez. 2022.
- 10) GELLRICH, N.-C. et al. **A new concept for implant-borne dental rehabilitation; how to overcome the biological weak-spot of conventional dental implants?** *Head & Face Medicine*, 2017; 13(1):29 Disponível em: <https://head-face-med.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13005-017-0151-3> . Acesso em: 29 dez. 2022.
- 11) MOMMAERTS, M. Y. **Additively manufactured sub-periosteal jaw implants.** *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 2017;4617;938-40. Disponível em: [https://www.ijoms.com/article/S0901-5027\(17\)30046-2/fulltext](https://www.ijoms.com/article/S0901-5027(17)30046-2/fulltext) . Acesso em: 03 jan. 2023.
- 12) RACHMIEL, A. et al. **Reconstruction of complex mandibular defects using inte- grated dental custom-made titanium implants.** *British Journal of Oral and Maxillo- facial Surgery*, 2017; 55(4):425-7. Disponível em: [https://www.bjoms.com/article/S0266-4356\(17\)30019-0/fulltext](https://www.bjoms.com/article/S0266-4356(17)30019-0/fulltext) . Acesso em: 03 jan. 2023.
- 13) RANA, M.; SINGH, B.; NILS-CLAUDIUS GELLRICH. **Einsatz von im Laserschmelz- verfahren hergestellten patientenspezifischen Implantaten in der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie**, 2017; 32(3):241-6. Disponível em: <https://www.thieme-connect.de/products/ejournals/abstract/10.1055/s-0042-123202> . Acesso em: 25 mar. 2023.
- 14) MOMMAERTS, M. Y. **Evolutionary steps in the design and biofunctionalization of the additively manufactured sub-periosteal jaw implant “AMSJI” for the maxilla.** *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 2019; 48(1):108-14. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0901502718303163> . Acesso em: 12 mar. 2023.
- 15) CIOCCA, L. et al. **Prosthetically CAD-CAM–guided bone augmentation of atrophic jaws using customized titanium mesh: preliminary results of an open prospec- tive study.** *Journal of Oral Implantology*, 2018; 44(2):131-7. Disponível em: <https://meridian.allenpress.com/joi/article/44/2/131/2620/Prosthetically-CAD-CAM-Guided-Bone-Augmentation-of> . Acesso em: 05 fev. 2023.
- 16) LEE, Y.-W. et al. **Mandibular reconstruction using customized three-dimensional titanium implant.** *Archives of Craniofacial Surgery*, 2018; 19(2):152-6.

Disponível em: <https://e-acfs.org/journal/view.php?doi=10.7181/acfs.2018.01830> . Acesso em: 26 dez. 2022.

- 17) EL MORSY, O. A. et al. **Assessment of 3-dimensional bone augmentation of severely atrophied maxillary alveolar ridges using patient-specific poly ether-ether ketone (PEEK) sheets.** *Clinical Implant Dentistry and Related Research*, 2020; 22(2):148-55. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/cid.12890> . Acesso em: 02 jan. 2023.
- 18) OLIVEIRA, T. T.; REIS, A. C. **Fabrication of dental implants by the additive manufacturing method: A systematic review.** *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 2019; 122(3):270-4. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022391319300964> . Acesso em: 15 mar. 2023.
- 19) JEHN, P. et al. **Oral health-related quality of life in tumour patients treated with patient-specific dental implants.** *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 2020; 49(8):1067-72. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2020.01.011> . Acesso em: 22 abr. 2023.
- 20) Brás, M., et al., **Patient specific implant – a reliable alternative to atrophic maxillas.** Disponível em: <https://maplespub.com/article/Patient-Specific-Implant-A-Reliable-Alternative-to-Atrophic-Maxillas>. Acesso em: 19 dez. 2022.
- 21) POLMANN, H. et al. **A maxillary reconstruction after osteonecrosis with surgical biomodels: A case report.** *Advances in Oral and Maxillofacial Surgery*, 2021; 4:100174. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667147621001631> . Acesso em: 10 mai. 2023.

Autorizamos a divulgação parcial ou total dessa obra exclusivamente para fins de pesquisa. 30