

ANÁLISE DO ÍNDICE DE REABSORÇÃO ÓSSEA NAS REGIÕES ENTRE OS PILARES ZIGOMÁTICOS E CANINOS EM RELAÇÃO A ESTRUTURA DE IMPLANTES CUSTOMIZADOS DE MAXILA

Marcos Vidal Rivas¹, Júlio César Pereira Cova¹; Márcia Christiana Camargo Hernandes Ramires¹; Ramon dos Santos Nascimento²; Luciana Wang³, Lucas Cavalieri Pereira⁴



<https://doi.org/10.36557/2009-3578.2025v11n2p2472-2496>

Artigo recebido em 10 de Julho e publicado em 10 de Setembro de 2025

PROJETO DE PESQUISA.

RESUMO

O edentulismo e a consequente atrofia óssea maxilar representam um desafio significativo na reabilitação oral. Embora os implantes customizados de titânio (CSTMI) sejam uma alternativa promissora para casos de atrofia severa, a literatura carece de estudos que avaliem a reabsorção óssea em pacientes submetidos a esse protocolo. Este estudo teve como objetivo avaliar o nível de reabsorção óssea nas regiões dos pilares zigomáticos e caninos da maxila, 12 meses após a instalação de CSTMI, utilizando exames de Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC). Um estudo analítico retrospectivo, de abordagem quantitativa, avaliou dados de 12 pacientes submetidos ao protocolo de reabilitação com CSTMI. As medidas da altura óssea foram obtidas por um especialista em radiologia a partir de exames de TCFC realizados antes e 12 meses após a cirurgia. A análise estatística utilizou o teste t de Student para amostras pareadas, com nível de significância de 5% ($\alpha = 0,05$), para comparar a reabsorção óssea nas quatro regiões da maxila (Lados D1, D2, E1 e E2). De maneira geral, houve uma redução significativa da altura óssea em todas as quatro regiões avaliadas após 12 meses da instalação dos implantes. As perdas médias de altura óssea foram de 5,31 mm (Lado D1, $p=0,0008$), 2,87 mm (Lado D2, $p=0,0049$), 3,23 mm (Lado E1, $p=0,0016$) e 2,24 mm (Lado E2, $p=0,006$). Os resultados apontam que a instalação de CSTMI está associada a uma reabsorção óssea significativa nas regiões dos pilares zigomáticos e caninos da maxila 12 meses após a cirurgia. Tais achados são relevantes para o planejamento clínico e indicam a necessidade de monitoramento contínuo da estabilidade óssea nessas estruturas.

Palavras-chave: Perda óssea alveolar; Maxilares atrofícos; Implante dentário; Atrofia maxilar; Cirurgia maxilofacial; Cirurgia oral; Implante subperiosteal.



ANALYSIS OF THE BONE RESORPTION INDEX IN THE REGIONS BETWEEN THE ZYGOMATIC AND CANINE PILLARS IN RELATION TO THE STRUCTURE OF CUSTOMIZED MAXILLARY IMPLANTS

ABSTRACT

Edentulism and consequent maxillary bone atrophy represent a significant challenge in oral rehabilitation. Although customized titanium subperiosteal implants (CSTMI) are a promising alternative for cases of severe atrophy, the literature lacks studies evaluating bone resorption in patients undergoing this protocol. This study aimed to evaluate the level of bone resorption in the regions between the zygomatic and canine pillars of the maxilla, 12 months after CSTMI installation, using Cone-Beam Computed Tomography (CBCT) scans. A retrospective analytical study with a quantitative approach evaluated data from 12 patients who underwent the CSTMI rehabilitation protocol. Bone height measurements were obtained by a radiology specialist from CBCT scans taken before and 12 months after surgery. The statistical analysis used a paired Student's t-test, with a significance level of 5% ($\alpha = 0.05$), to compare bone resorption in the four maxillary regions (Sides D1, D2, E1, and E2). Overall, there was a significant reduction in bone height in all four evaluated regions 12 months after implant placement. The mean bone height losses were 5.31 mm (Side D1, $p=0.0008$), 2.87 mm (Side D2, $p=0.0049$), 3.23 mm (Side E1, $p=0.0016$), and 2.24 mm (Side E2, $p=0.006$). The results indicate that the installation of CSTMI is associated with significant bone resorption in the regions between the zygomatic and canine pillars of the maxilla 12 months after surgery. Such findings are relevant for clinical planning and indicate the need for continuous monitoring of bone stability in these structures.

Keywords: Alveolar bone loss; Atrophic jaws; Dental implant; Maxillary atrophy; Maxillofacial surgery; Oral surgery; Subperiosteal implantation.

Instituição afiliada – FACULDADE SÃO LEOPOLDO MADIC¹; HOSPITAL REGIONAL DE COTIA ²; FUNDAÇÃO HERMÍNIO OMETTO³

Autor correspondente: Ramon dos Santos Nascimento - ramonsantoscirurgiao@gmail.com

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



DIVULGAÇÃO E TRANSFERÊNCIA DO CONHECIMENTO

Este estudo teve como objetivo avaliar o nível de reabsorção óssea associada aos implantes nas regiões dos pilares zigomáticos e caninos da maxila, 12 meses após a instalação de implantes subperiosteos de titânio personalizados, por meio de exames de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC). Foram avaliadas TCFC pré e pós-operatórias em dois momentos distintos, concluindo-se que houve diferenças estatisticamente significativas no nível de perda óssea associada aos implantes.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Comparação entre o Lado D1 (mm) de n=12 pacientes submetidos ao TCFC no período pré e pós-Implante.....18

Tabela 2- Comparação entre o Lado D2 (mm) de n=12 pacientes submetidos ao TCFC no período pré e pós-Implante.....20

Tabela 3- Comparação entre o Lado E1 (mm) de n=12 pacientes submetidos ao TCFC no período pré e pós-Implante.....21

Tabela 4- Comparação entre o Lado E2 (mm) de n=12 pacientes submetidos ao TCFC no período pré e pós-Implante.....24

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Orientação dos eixos (XY, XZ, YZ) no software para padronização do campo de visão e das medidas lineares.....20

Figura 2. TCFC pré-operatória em reconstruções multiplanares e 3D, utilizada para mensuração da altura óssea nos pilares zigomáticos e caninos.....21

Figura 3. TCFC pós-operatória (12 meses) evidenciando a adaptação dos implantes subperiosteais de titânio customizados e a reabsorção óssea nas regiões analisada.....21

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

TCFC — TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO

CSIs — IMPLANTES SUBPERIOSTEAIS

CSTMI — IMPLANTES SUBPERIOSTEAIS DE TITÂNIO CUSTOMIZADOS

ASA — AMERICAN SOCIETY OF ANESTHESIOLOGISTS

DICOM — DIGITAL IMAGING AND COMMUNICATIONS IN MEDICINE

FOV — CAMPO DE VISÃO

KVP — QUILOVOLTAGEM PICO

VOXEL — ELEMENTO VOLUMÉTRICO DA IMAGEM TRIDIMENSIONAL

SLMANDIC- FACULDADE SÃO LEOPOLDO MANDIC

1 INTRODUÇÃO

A saúde bucal, que integra a saúde geral, apresenta grande importância na qualidade de vida das pessoas. Portanto, é necessário que seja preservada através de métodos preventivos ou curativos para evitar o desenvolvimento de problemas como o edentulismo total, sobretudo nas pessoas idosas¹. Em contraste, a perda dentária continua sendo um desafio frequente para a saúde bucal², ocorre em decorrência de doença periodontal, trauma, fratura, cárie ou por indicações endodônticas, protéticas e ortodônticas³, sendo considerada um importante problema de saúde pública no Brasil⁴.

A realização de extrações dentárias provoca uma rápida reabsorção óssea nos primeiros 3 a 6 meses, e em seguida essa reabsorção continua de maneira gradual ao longo da vida³. A atrofia óssea severa da maxila ou mandíbula edêntula devido à perda de dentes, lesão ou doença gengival representa um desafio para a obtenção de um tratamento dentário bem sucedido⁵, pois os implantes dentários necessitam de uma estrutura óssea adequada⁶.

A reabilitação com implantes dentários se tornou uma excelente opção para melhorar a retenção e bem-estar de pacientes completamente edêntulos⁷. No entanto, em casos de maxilas ou mandíbulas gravemente atróficas, o osso disponível pode ser insuficiente ou ter uma densidade óssea inadequada para a colocação destes dispositivos⁸. Assim, o método de implante customizado surge como uma alternativa quando os pacientes apresentam condições anatômicas que inviabilizam o uso de próteses removíveis e do método de implante convencional, projetando estruturas com precisão anatômica, o que favorece uma melhor adaptação, estética e funcionalidade⁹.

A Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC) é uma ferramenta fundamental para um melhor diagnóstico e estabelecimento de um plano de tratamento adequado, otimizando o tratamento de defeitos ósseos¹⁰. Além disso, a utilização da TCFC e a impressão em três dimensões tem possibilitado a fabricação de elementos personalizados, perfeitamente adaptáveis a anatomia específica do paciente¹¹. A terapia subperiosteal tecnológica, com protótipos produzidos em titânio, tem contribuído para a redução do tempo cirúrgico, passando para uma sessão, precisão da técnica, com menos complicações e custos reduzidos¹².

Implantes subperiosteais (CSIs) personalizados permitem a seleção das áreas de ancoragem mais adequadas e facilitam a reabilitação dental, podendo-se escolher a posição e o tipo de conexão protética, permitindo uma ótima distribuição de força. De fato, os CSIs podem suportar próteses fixas com características semelhantes às aquelas fabricadas sobre implantes dentários convencionais, mesmo utilizando um protocolo de carga imediata⁸.

Este estudo parte da hipótese de que os CSIs de titânio customizados podem minimizar a reabsorção óssea alveolar em regiões desdentadas da maxila. O objetivo foi avaliar o nível de reabsorção óssea nas regiões dos pilares zigomáticos e caninos, 12 meses após a instalação dos CSIs de titânio customizados, por meio de exames de TCFC.

2 OBJETIVO

Avaliar o nível de reabsorção óssea nas regiões dos pilares zigomáticos e caninos da maxila, 12 meses após a instalação de implantes subperiosteais de titânio customizados, por meio de exames de TCFC.

3 JUSTIFICATIVA

A reabsorção óssea maxilar após a perda dentária é um processo progressivo que compromete a reabilitação com implantes convencionais, especialmente em casos de atrofia severa. Nesses contextos, os CSIs, desenvolvidos com auxílio da TCFC e impressão 3D, representam uma alternativa viável e menos invasiva.

Apesar dos avanços tecnológicos, ainda são escassos os estudos que avaliam a perda óssea associada ao uso desses implantes ao longo do tempo. A análise após 12 meses de instalação pode oferecer evidências relevantes sobre a eficácia clínica e estabilidade dessas estruturas. Assim, este estudo busca preencher essa lacuna, contribuindo para o aprimoramento das estratégias de reabilitação de maxilas atróficas.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Aspectos éticos

O presente estudo foi realizado após aprovação do Comitê de Ética da Faculdade de Medicina e Odontologia e Centro de Pesquisas Odontológicas da Faculdade São Leopoldo Mandic (SLMANDIC) (Anexo A), pelo parecer de número 7.089.562.

4.2 Área de estudo

O estudo foi conduzido presencialmente na SLMANDIC, em Campinas-SP, entre janeiro de 2024 e março de 2025.

4.3 Tipo de pesquisa

Trata-se de um estudo analítico retrospectivo, de abordagem quantitativa e com objetivos exploratórios, que teve como objetivo avaliar o nível de reabsorção óssea maxilar

em pacientes após 12 meses após a instalação de próteses customizadas em titânio, utilizando exames de TCFC.

4.4 População do estudo

Este estudo retrospectivo selecionou exames de imagens de TCFC provenientes de um banco de dados de uma clínica particular, envolvendo 12 pacientes submetidos ao protocolo de reabilitação com Implantes Subperiosteais de Titânio Customizados (CSTMI), fabricados por meio de sintetização a laser. Os pacientes foram incluídos de acordo com os seguintes critérios: 1) Idade superior a 18 anos de idade. 2) Condição de saúde geral ASA-1. 3) Volume ósseo suficiente nas regiões posterior e anterior, permitindo a colocação de implantes no arco maxilar. 4) Higiene oral adequada. 5) Disponibilidade de imagens em que, no mínimo, 12 meses tenham se passado desde a instalação do implante customizado até a realização do exame.

Foram excluídas neste estudo: 1) pacientes com histórico de tratamento com implantes na mesma região ou submetidos a cirurgias prévias na área avaliada. 2) pacientes que apresentaram fraturas ósseas, lesões ósseas ou que tenham sido submetidos à remoção de cistos e/ou tumores. 3) imagens com qualidade insuficiente para interpretação.

4.5 Aquisição das imagens

As imagens foram obtidas com o tomógrafo Vera View X800 (J. Morita Mfg. Corp., Kyoto, Japão), sob os seguintes parâmetros de aquisição padronizados: 90 kVp, 4 mA, campo de visão (FOV) de 8 × 8 × 5 cm e voxel de 0,125 mm. Foram incluídas imagens obtidas antes e 12 meses após a instalação dos CSTMI. O alinhamento dos eixos e a definição do volume de interesse foram realizados no software de análise, garantindo a padronização da avaliação radiográfica e a reprodutibilidade das medidas (Figura 1). Para cada paciente, foram avaliadas imagens de TCFC pré-operatórias (Figura 2) e pós-operatórias (Figura 3), permitindo a comparação da altura óssea nas regiões dos pilares zigomáticos e caninos.

4.6 Avaliação das imagens

Todas as imagens de TCFC dos pacientes foram exportadas em formato DICOM. Um especialista em Radiologia Oral e Maxilofacial, previamente calibrado e com pelo menos

cinco anos de experiência em avaliação de TCFC, realizou as análises por meio do software iDixel 3D (versão 1.691; J. Morita) em um monitor de alta resolução (MDRC-2124, Barco NV, Courtrai, Bélgica). O examinador recebeu treinamento prévio com orientações sobre o propósito do estudo, o período de avaliação e preenchimento das planilhas.

Para cada imagem de TCFC, o examinador foi instruído a avaliar os lados direito e esquerdo dos implantes localizados nas regiões dos pilares zigomáticos e caninos dos pacientes submetidos ao protocolo de instalação CSTMI no osso maxilar. Inicialmente, foi avaliado o nível ósseo dos pacientes por meio de uma TCFC realizada antes da instalação dos implantes e outra realizada 12 meses após a instalação do protocolo, a fim de determinar a ocorrência ou não de perda óssea na região avaliada. Além disso, o examinador definiu o local da perda óssea e mensurou a extensão dessa perda.

Como resultado, um total de 24 exames de TCFC foi avaliado por um radiologista (12 pacientes x 2 momentos de aquisição), de forma dinâmica, em um ambiente silencioso e com baixa iluminação, sendo recomendada a análise de, no máximo, de cinco exames por dia. Foi permitido o uso da ferramenta de zoom, ajuste de brilho e contraste, bem como a aplicação de filtros, conforme a preferência do examinador.

5.7 Análise estatística

Para avaliar o efeito dos implantes subperiosteais de titânio customizados sobre a reabsorção óssea maxilar, foi realizada uma análise estatística descritiva e inferencial, com as variáveis quantitativas expressas em médias, desvios-padrão, valores mínimos e máximos. A normalidade dos dados foi verificada por meio do teste de Shapiro-Wilk. A análise considerou quatro regiões da maxila, sendo o lado D1 correspondente à região do lado direito mais próxima à linha média, o lado D2 à região do lado direito mais distante da linha média, o lado E1 à região do lado esquerdo mais próxima da linha média e o lado E2 à região do lado esquerdo mais distante da linha média. Para a comparação entre os momentos antes da instalação dos implantes e após 12 meses, foi aplicado o teste t de Student para amostras pareadas, adotando-se um nível de significância de 5% ($\alpha = 0,05$). As análises foram realizadas com os softwares BioEstat® versão 5.3 e STATA® release 17.

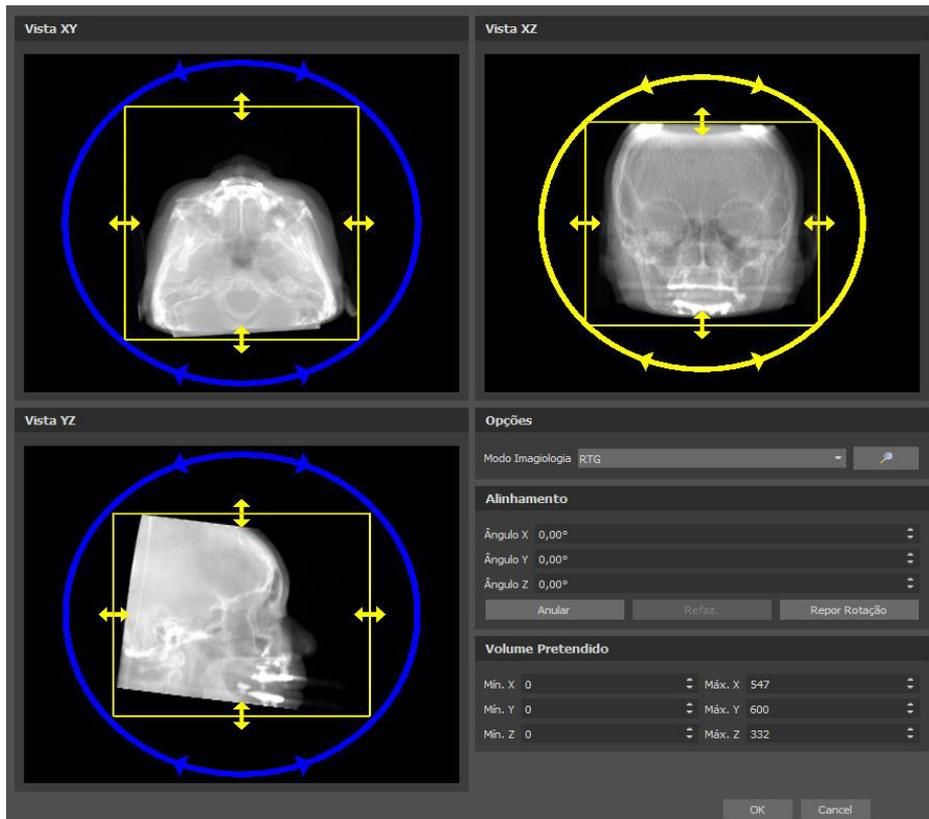


Figura 1. Orientação dos eixos (XY, XZ, YZ) no software para padronização do campo de visão e das medidas lineares.

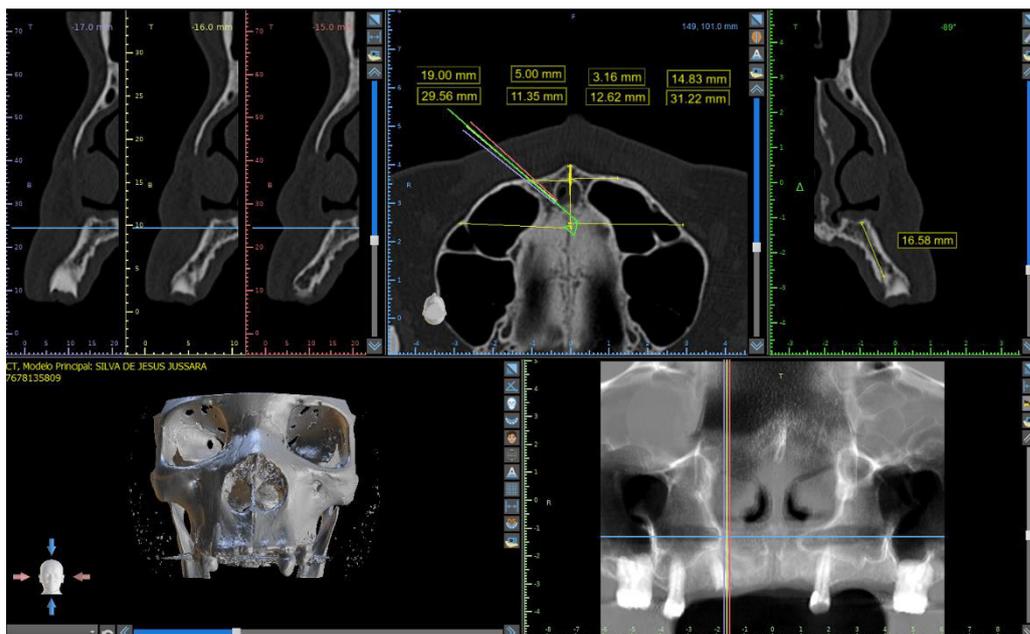
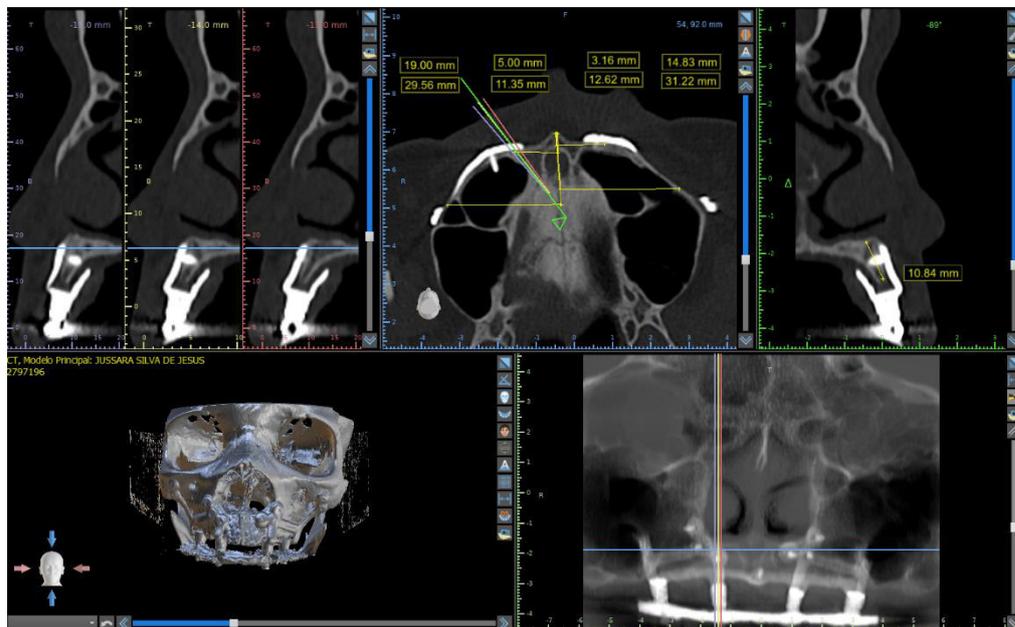


Figura 2. TCFC pré-operatória em reconstruções multiplanares e 3D, utilizada para mensuração da altura óssea nos pilares zigomáticos e caninos.

Figura 3. TCFC pós-operatória (12 meses) evidenciando a adaptação dos implantes subperiosteais de titânio



customizados
e a
reabsorção
óssea nas
regiões
analisada.

5 RESULTADOS

A comparação das medidas ósseas do lado direito da maxila (Lado D1), obtidas por meio da TCFC e apresentadas na Tabela 1, revelou uma redução significativa na altura óssea alveolar após a instalação dos CSTMI. A média da altura óssea diminuiu de $11,43 \pm 6,24$ mm no momento pré-implante para $6,12 \pm 5,09$ mm após 12 meses, representando uma perda média de 5,31 mm. A mediana passou de 9,73 mm para 6,33 mm, confirmando a tendência de redução. Além disso, a menor dispersão dos dados no pós-implante sugere uma resposta mais homogênea entre os pacientes.

Tabela 1: Comparação entre o Lado D1 (mm) de n=12 pacientes submetidos ao TCFC no período pré e pós-Implante. Campinas/SP.

Pacientes	LADO D1 (mm)	
	Pré-implante	Pós-implante
P1	19,59	16,40
P2	7,33	3,09
P3	14,08	8,70
P4	16,58	10,84
P5	20,33	9,71
P6	9,32	6,33
P7	9,73	2,06
P8	1,08	0,76
P9	9,53	3,13
P10	6,37	2,80
P11	14,88	7,23
P12	8,39	2,40
Média	11,43	6,12
D, Padrão	6,24	5,09
Mediana	9,73	6,33
1º Quartil	9,32	3,09
3º Quartil	16,58	9,71
p-valor normalidade	0,6229	0,4873
p-valor diferença	0,0008*	

p-valor da normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk.

*p-valor da diferença pelo teste de T de amostras pareadas.

A análise dos quartis indica que 50% das medidas pós-implante se concentraram entre 3,09 mm (1º quartil) e 9,71 mm (3º quartil), evidenciando variabilidade individual na remodelação óssea. O teste de Shapiro-Wilk confirmou a normalidade da distribuição dos dados em ambos os momentos (pré-implante: $p = 0,6229$; pós-implante: $p = 0,4873$), o que permitiu a aplicação do teste t de Student para amostras pareadas.

A análise inferencial demonstrou diferença estatisticamente significativa entre os momentos ($p = 0,0008$), indicando que a redução óssea observada está associada ao procedimento cirúrgico e ao período de acompanhamento, e não a uma flutuação aleatória.

De forma semelhante ao observado no Lado D1, a avaliação das medidas ósseas no Lado D2 (também à direita da maxila), conforme apresentado na Tabela 2, demonstrou uma redução acentuada na altura óssea alveolar após a instalação dos implantes customizados. A média das alturas ósseas caiu de $5,35 \pm 2,16$ mm no período pré-implante para $2,48 \pm 2,58$ mm no pós-implante, indicando uma perda média de 2,87 mm. A mediana apresentou uma queda ainda mais expressiva, passando de 5,94 mm para apenas 1,63 mm, sugerindo que a maioria dos pacientes sofreu reduções substanciais na espessura óssea nessa região.

Tabela 2: Comparação entre o Lado D2 (mm) de n=12 pacientes submetidos ao TCFC no período pré e pós-Implante. Campinas/SP.

Pacientes	LADO D2 (mm)	
	Pré-implante	Pós-implante
P1	8,91	8,17
P2	4,76	2,13
P3	7,15	1,35
P4	4,01	1,63
P5	6,47	0,99
P6	5,94	2,27
P7	1,71	0,70
P8	5,73	5,94
P9	7,88	1,20
P10	2,16	2,30
P11	4,16	1,41
P12	5,43	1,72
Média	5,35	2,48
D. Padrão	2,16	2,58
Mediana	5,94	1,63
1º Quartil	4,76	1,20
3º Quartil	7,15	2,27
p-valor normalidade	0,9441	0,0098*
p-valor diferença	0,0049*	

*p-valor da normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk.

*p-valor da diferença pelo teste de T de amostras pareadas.

A análise dos quartis revelou que 50% das medições pós-implante se concentraram entre 1,20 mm (Q1) e 2,27 mm (Q3), com tendência à assimetria na distribuição dos dados. Essa observação foi confirmada pela análise de normalidade: o teste de Shapiro-Wilk indicou distribuição normal para o grupo pré-implante ($p = 0,9441$), mas não para o grupo pós-implante ($p = 0,0098$). Essa disparidade sugere variações individuais importantes na resposta óssea ao tratamento.

Apesar da distribuição não normal dos dados pós-implante, o teste t para amostras pareadas foi aplicado e revelou diferença estatisticamente significativa entre os momentos avaliados ($p = 0,0049$), reforçando que a redução óssea é estatisticamente consistente e associada à intervenção cirúrgica e ao período de

observação.

Já na região esquerda da maxila (Lado E1), conforme apresentado na Tabela 3, observou-se igualmente uma redução significativa na altura óssea alveolar após a instalação do implante customizado, corroborando o padrão identificado nas regiões contralaterais. A média da altura óssea caiu de $9,98 \pm 5,42$ mm no pré-implante para $6,75 \pm 3,59$ mm no pós-implante, resultando em uma perda média de 3,23 mm. A mediana também evidenciou queda importante, de 9,59 mm para 5,66 mm, reforçando a tendência central de reabsorção óssea nessa região.

Tabela 3: Comparação entre o Lado E1 (mm) de n=12 pacientes submetidos ao TCFC no período pré e pós-Implante. Campinas/SP.

Pacientes	LADO E1 (mm)	
	Pré-implante	Pós-implante
P1	11,17	9,07
P2	9,28	4,57
P3	16,92	9,75
P4	9,59	5,66
P5	20,79	13,36
P6	9,45	7,46
P7	8,24	4,87
P8	1,60	1,88
P9	10,16	3,34
P10	4,61	1,74
P11	14,49	11,42
P12	3,46	7,97
Média	9,98	6,75
D, Padrão	5,42	3,59
Mediana	9,59	5,66
1º Quartil	9,28	4,57
3º Quartil	11,17	9,07
p-valor normalidade	0,3322	0,7986
p-valor diferença	0,0016*	

p-valor da normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk.

*p-valor da diferença pelo teste de T de amostras pareadas.

A análise dos quartis mostrou que 50% das medidas pós-implante variaram entre 4,57 mm (Q1) e 9,07 mm (Q3), indicando uma dispersão menor em comparação com o período pré-implante (Q1 = 9,28 mm; Q3 = 11,17 mm). Essa redução na variabilidade sugere uma resposta mais homogênea entre os indivíduos após o

procedimento.

O teste de Shapiro-Wilk indicou distribuição normal dos dados tanto no pré-implante ($p = 0,3322$) quanto no pós-implante ($p = 0,7986$), o que justificou o uso de testes paramétricos. O teste t para amostras pareadas revelou diferença estatisticamente significativa entre os períodos avaliados ($p = 0,0016$), indicando que a redução óssea foi consistente e associada à instalação do implante.

De forma semelhante às demais regiões analisadas, os dados referentes ao Lado E2, apresentados na Tabela 4, revelam alterações significativas na estrutura óssea após a instalação do implante customizado. A altura óssea média foi reduzida de $6,03 \pm 3,80$ mm no pré-implante para $3,79 \pm 3,39$ mm no pós-implante, totalizando uma perda média de 2,24 mm. A mediana, por sua vez, apresentou uma queda mais acentuada, de 5,03 mm para 2,19 mm, indicando que a maioria dos casos apresentou reabsorções relevantes após o procedimento.

Tabela 4: Comparação entre o Lado E2 (mm) de n=12 pacientes submetidos ao TCFC no período pré e pós-Implante. Campinas/SP.

Pacientes	LADO E2 (mm)	
	Pré-implante	Pós-implante
P1	5,84	4,58
P2	2,76	2,79
P3	3,69	1,90
P4	11,43	7,40
P5	5,07	1,97
P6	6,07	1,62
P7	12,49	8,43
P8	11,78	11,17
P9	4,98	1,32
P10	1,66	2,40
P11	4,48	1,02
P12	2,15	0,92
Média	6,03	3,79
D, Padrão	3,80	3,39
Mediana	5,03	2,19
1º Quartil	3,46	1,55
3º Quartil	7,41	5,29
p-valor normalidade	0,0492	0,0100*
p-valor diferença	0,0060*	

*p-valor da normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk.

**p-valor da diferença pelo teste de T de amostras pareadas.*

A análise dos quartis demonstrou que 50% das medidas pós-implante estiveram entre 1,55 mm (Q1) e 5,29 mm (Q3), com uma dispersão comparável à observada no pré-implante (3,46 mm a 7,91 mm), o que sugere maior variabilidade individual nessa região em comparação com os outros sítios avaliados.

O teste de Shapiro-Wilk confirmou a normalidade dos dados em ambos os momentos (pré: $p = 0,0492$; pós: $p = 0,100$), permitindo o uso de testes paramétricos. O teste t pareado indicou diferença estatisticamente significativa entre os períodos ($p = 0,006$), reforçando que a redução da altura óssea está relacionada à intervenção cirúrgica e ao tempo de acompanhamento.

6 DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo indicaram reabsorção óssea significativa nas regiões dos pilares zigomáticos e caninos, 12 meses após a instalação dos SPIs customizados. Embora alguma remodelação óssea seja esperada, especialmente devido à reorganização frente à carga funcional, a extensão da perda sugere influência de fatores como distribuição das forças oclusais, realização da técnica cirúrgica e características do osso residual. A análise comparativa entre os lados da maxila dos 12 pacientes mostrou que as regiões D1 e E1 apresentaram perdas ósseas maiores, enquanto D2 e E2 tiveram redução menor, possivelmente relacionada à anatomia local e à carga oclusal. A variação entre pacientes indica que aspectos como densidade óssea prévia, resposta biológica e cuidados pós-operatórios também impactam os resultados. Esses dados reforçam a importância do planejamento individualizado e do acompanhamento clínico e radiográfico contínuo para garantir a estabilidade e durabilidade dos implantes.

Os implantes dentários endoósseos têm sido, por muitos anos, uma solução utilizada e confiável para a substituição de dentes perdidos, sendo atualmente uma das técnicas mais comuns em reabilitação oral^{13,14}. Contudo, o sucesso desse tipo de

implante depende da presença de quantidade e qualidade óssea adequadas^{15,16,17}. Em situações de reabsorção óssea severa, diversas alternativas têm sido propostas, como técnicas de regeneração óssea, utilização de implantes zigomáticos, reposicionamento de nervos e cirurgias de elevação do seio maxilar¹⁶⁻²⁰. Embora viáveis, esses métodos frequentemente exigem procedimentos cirúrgicos complexos, resultam em maior morbidade e risco de complicações, além de prolongarem o tempo de tratamento e acarretarem custos adicionais para o paciente²¹. Considerando que os pacientes do presente estudo apresentavam reabsorção óssea maxilar acentuada, os implantes endoósseos podem não oferecer resultados previsíveis nesses casos, o que torna necessária a adoção de abordagens alternativas.

Os SPIs, originalmente desenvolvidos na Suécia no início da década de 1940²²,²³, são dispositivos personalizados posicionados sob o periósteo, fixados com parafusos e recobertos pela mucosa²⁴. Esses primeiros modelos eram fabricados sob medida em ligas de cobalto-cromo²⁵⁻²⁶. A partir do sucesso consolidado dos implantes endoósseos de titânio, desenvolvidos na década de 1980, as gerações subsequentes de SPIs passaram a utilizar o titânio como material predominante. Na investigação conduzida, o uso de SPIs confeccionados em titânio possibilitou melhor adaptação à anatomia óssea residual e potencial redução da reabsorção, reforçando os benefícios associados a esse material. Essa mudança refletiu a busca por maior biocompatibilidade e estabilidade óssea, alinhando-se às melhorias tecnológicas e clínicas observadas na implantodontia²⁷.

Nas últimas décadas, o ressurgimento dos SPIs tem sido impulsionado pelos avanços das tecnologias digitais na odontologia, que abrangem desde a TCFC e scanners intraorais até softwares especializados e impressão 3D, possibilitando procedimentos mais rápidos, precisos e previsíveis^{26,28}. Nesse estudo foi utilizada a TCFC para mensurar o nível de reabsorção óssea nas regiões dos implantes, por permitir uma representação das estruturas maxilofaciais tridimensionais sem sobreposição, desempenhando um papel central no diagnóstico e no planejamento cirúrgico²⁹. Além disso, a associação com scanners intraorais, possibilitou a obtenção de impressões detalhadas para o desenho de implantes personalizados, ajustados com precisão à anatomia do paciente³⁰. Softwares de processamento aprimorado (ou seja,

projeto assistido por computador/fabricação assistida por computador (CAD/CAM) viabilizam o planejamento virtual da colocação do implante, considerando parâmetros como densidade óssea, estruturas anatômicas adjacentes e estética³¹. A impressão 3D, por sua vez, permite a fabricação de implantes com geometrias complexas e adaptadas, favorecendo estabilidade, potencial de osseointegração e maior satisfação do paciente, além de otimizar o fluxo de trabalho clínico³¹.

Dentro desse cenário, a incorporação da sinterização direta de metal a laser (DMLS) possibilitou a produção dos SPIs personalizados, com ajuste preciso à anatomia do paciente, reinterpretando conceitos tradicionais sob uma abordagem tecnológica alinhada a princípios anatômicos e fisiológicos consolidados^{26,28}. Essa evolução permitiu a realização do tratamento em uma única intervenção cirúrgica, com menor custo, maior previsibilidade e segurança, especialmente em atrofia óssea complexa, como as observadas em pacientes idosos, além de aumentar o contato osso-implante e reduzir significativamente as falhas^{31,32}.

De forma semelhante aos implantes endoósseos, os SPIs também estão suscetíveis à peri-implantite, historicamente uma das principais causas de falha, relacionada à colonização bacteriana da subestrutura do implante³³. Esse processo infeccioso pode desencadear perda óssea reativa ao redor da estrutura, resultando em mobilidade, infecções recorrentes, formação de fístulas, dor e comprometimento funcional da prótese, frequentemente culminando na necessidade de remoção do implante³³⁻³⁵. A literatura ainda é limitada quanto a comparações diretas entre SPIs e outros tipos de implantes, como os zigomáticos ou endoósseos convencionais. Em análises disponíveis, a taxa de sobrevivência de curto prazo dos SPIs foi de 97,6%, valor próximo à taxa de sobrevivência de longo prazo reportada para implantes zigomáticos (96,2%)³⁶ e semelhante ao resultado descrito por Anitua *et al.*, de 97,8%³⁷.

No entanto, dados sobre taxas de sucesso e resultados clínicos de médio e longo prazo de SPIs permanecem escassos. Nesse cenário, o presente estudo, com acompanhamento clínico e radiográfico de 12 meses, fornece evidências iniciais sobre a perda óssea associada a SPIs, contribuindo para reduzir essa lacuna de conhecimento e subsidiar decisões clínicas baseadas em evidências.

Estudos recentes, como o de Cerea e Dolcini¹¹, que acompanharam 70 pacientes por dois anos, avaliou a reabilitação parcial ou total de maxila e mandíbula com implantes subperiosteais de titânio fabricados por DMLS. Os implantes apresentaram taxa de sobrevivência de 95,8%, e as principais complicações pós-operatórias foram dor, desconforto e edema, com 8,9% de complicações protéticas. Embora não tenha sido avaliada a reabsorção óssea nesse estudo, os resultados indicam a viabilidade e segurança clínica da técnica. Nesse estudo, a perda óssea observada após 12 meses pode estar relacionada a diferenças no design dos implantes, áreas de ancoragem, densidade óssea, técnica cirúrgica ou experiência do operador. Ambos os estudos utilizaram protocolo de carga imediata, o que pode impactar a remodelação óssea, apontando para a necessidade de novas pesquisas sobre a estabilidade e durabilidade dos implantes customizados.

Outro estudo³², que confirma a viabilidade dos implantes subperiosteais personalizados avaliou dez pacientes idosos com atrofia óssea grave tratados com implantes de titânio impressos em 3D, confeccionados sob medida. Após um ano de acompanhamento, não houve perda de implantes e a incidência de complicações leves foi baixa. Esses resultados corroboram a segurança e eficácia dos SPIs, alinhando-se aos achados do presente estudo, embora tenham sido observadas diferenças no padrão de perda óssea. Considera-se que os implantes subperiosteais representam uma alternativa viável e prática para os desafios na reabilitação protética de pacientes com atrofia óssea severa.

Dentre as limitações deste estudo, considera-se o curto período de acompanhamento, o número reduzido de pacientes, a falta de controle completo sobre variáveis individuais e o desenho retrospectivo. A instalação dos SPIs exige habilidades cirúrgicas avançadas, especialmente no manejo de tecidos moles, e o tratamento de complicações biológicas pode ser complexo. Portanto, são necessários estudos com amostras maiores e acompanhamento de médio e longo prazo para fornecer evidências mais robustas sobre a eficácia da técnica, indicada para casos selecionados, como pacientes idosos com atrofia óssea severa que não possam ou não desejem se submeter a procedimentos complexos de regeneração óssea. Além disso, estudos que investigam a durabilidade dos implantes, na personalização dos

dispositivos e no aprimoramento dos protocolos cirúrgicos, são necessários para ampliar sua aplicabilidade clínica.

7 CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo evidenciaram que a instalação de CSTMI promoveu uma redução significativa da altura óssea alveolar em todas as regiões da maxila avaliadas nos 12 pacientes. Embora tenham sido observadas variações entre os quadrantes, a reabsorção óssea foi estatisticamente significativa, confirmando a consistência do fenômeno.

Apesar dessas perdas, a previsibilidade e a adaptação anatômica proporcionadas pelos CSTMI reforçam sua viabilidade como alternativa eficaz para a reabilitação de maxilas atróficas severas. Esses achados contribuem para o planejamento clínico, ampliam a compreensão dos padrões de remodelação óssea e ressaltam a importância do monitoramento radiográfico contínuo, a fim de assegurar a estabilidade e a longevidade do tratamento.

REFERÊNCIAS

1. Aquilanti L, Santarelli A, Mascitti M, Procaccini M, Rappelli G. Dental Care Access and the Elderly: What Is the Role of Teledentistry? A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(23):9053. Published 2020 Dec 4.
2. Yan R, Chen X, Gong X, Wang J, Yu J. The association of tooth loss, toothbrushing, and quality of life among cancer survivors. *Cancer Med*. 2018;7(12):6374-6384. doi:10.1002/cam4.1835.
3. Tan WL, Wong TL, Wong MC, Lang NP. A systematic review of post-extractonal alveolar hard and soft tissue dimensional changes in humans. *Clin Oral Implants Res*. 2012;23 Suppl 5:1-21. doi:10.1111/j.1600-0501.2011.02375.x
4. Teixeira DSC, Hilgert JB, Hugo FN. Prospective study of tooth loss in a cohort of dentate elderly. *Cad Saude Publica*. 2016;32(8):e00017215.

5. Spencer KR. Implant based rehabilitation options for the atrophic edentulous jaw. *Aust Dent J*. 2018;63 Suppl 1:S100-S107.
6. Silva DRC. Zygomatic implants: case report. Porto Velho: Faculdade Sete Lagoas – FACSETE; 2020. Trabalho de Conclusão de Curso.
7. Carreiro AFP. Clinical protocol for removable prosthesis fabrication. 2016.
8. Herce-López J, Pingarrón MDC, Tofé-Povedano Á, et al. Customized Subperiosteal Implants for the Rehabilitation of Atrophic Jaws: A Consensus Report and Literature Review. *Biomimetics (Basel)*. 2024;9(1):61. Published 2024 Jan 22.
9. Brás VM. Patient specific implant – a reliable alternative to atrophic maxillas. *J Dent Oral Sci*. 2021;3(1):68.
10. Acar B, Kamburoglu K. Use of cone beam computed tomography in periodontology. *World J Radiol*. 2014;6(5):139-47.
11. Cerea M, Dolcini GA. Custom-made direct metal laser sintering titanium subperiosteal implants: a retrospective clinical study on 70 patients. *Biomed Res Int*. 2018; 2018:5420391.
12. Santos IFP. The use of 3D-printed titanium subperiosteal implants in atrophic jaws: a systematic review and meta-analysis [master's thesis]. Almada: Instituto Universitário Egas Moniz; 2020.
13. Schwartz-Arad D, Herzberg R, Levin L. Long-term implant success evaluation. *J Periodontol*. 2005;76(10):1623-8.
14. Karthik K, Sivakumar S, Thangaswamy V. Evaluation of implant success: a review of past and present concepts. *J Pharm Bioallied Sci*. 2013;5 Suppl 1:S117-9.
15. Esposito M, Ardebili Y, Worthington HV. Interventions for replacing missing teeth: different types of dental implants. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014;(7):CD003815.
16. Rocchietta I, Fontana F, Simion M. Clinical outcomes of vertical bone augmentation to enable dental implant placement: a systematic review. *J Clin Periodontol*. 2008;35(8 Suppl):203-15.

17. Siddiqui AA, Sosovicka M. Lateral bone condensing and expansion for placement of endosseous dental implants: a new technique. *J Oral Implantol*. 2006;32(2):87-94.
18. Alsi SA, Deshpande S, Pande N. Clinical outcomes of implant-supported prosthetic rehabilitation of severely atrophic maxilla: a systematic review. *J Indian Prosthodont Soc*. 2023;23(4):335-46.
19. Al-Tobity AM, Wolfinger GJ, Balshi SF, Flinton RJ, Balshi TJ. Zygomatic implants as a rehabilitation approach for a severely deficient maxilla. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2014;29(6):e283-9.
20. Mangano C, Sinjari B, Shibli JA, Mangano F, Hamisch S, Piattelli A, et al. A human clinical, histological, histomorphometrical, and radiographical study on biphasic HA-beta-TCP 30/70 in maxillary sinus augmentation. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2015;17(3):610-8.
21. Aloy-Prósper A, Peñarrocha-Oltra D, Peñarrocha-Diago M, Peñarrocha-Diago M. The outcome of intraoral onlay block bone grafts on alveolar ridge augmentations: a systematic review. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2015;20(2):e251-8.
22. Silvestri K, Carlotti A. Subperiosteal implant: serving the dental profession for over 50 years. *R I Dent J*. 1995; 28:11-3,23.
23. Weiss CM, Reynolds T. Special report: a collective conference on the utilization of subperiosteal implants in implant dentistry. *J Oral Implantol*. 2000;26(3):127-8.
24. Linkow LI, Wagner JR, Chanavaz M. Tripodal mandibular subperiosteal implant: basic sciences, operational procedures, and clinical data. *J Oral Implantol*. 1998;24(1):16-36.
25. Nicholson JW. Titanium alloys for dental implants: a review. *Prosthesis*. 2020;2(2):100-16.
26. Garrido-Martínez P, Quispe-López N, Montesdeoca-García N, Esparza-Gómez G, Cebrián-Carretero JL. Maxillary reconstruction with subperiosteal implants in a cancer patient: a one-year follow-up. *J Clin Exp Dent*. 2022;14(3):e293-7.
27. Lindhe, J., Meyle, J., & Group D of the European Workshop on Periodontology. (2008). Peri-implant diseases: consensus report of the sixth European workshop on

periodontology. *Journal of clinical periodontology*, 35, 282-285.

28. Mommaerts M. Evolutionary steps in the design and biofunctionalization of the additively manufactured sub-periosteal jaw implant 'AMSJI' for the maxilla. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2019;48(1):108-14.

29. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone beam computed tomography in dental practice. *J Can Dent Assoc*. 2006;72(1):75-80.

30. Mangano FG, Hauschild U, Veronesi G, Imburgia M, Mangano C, Admakin O. Trueness and precision of 5 intraoral scanners in the impressions of single and multiple implants: a comparative in vitro study. *BMC Oral Health*. 2019;19(1):101.

31. Papaspyridakos P, Mokti M, Chen CJ, Benic GI, Gallucci GO, Chronopoulos V. Implant and prosthodontic survival rates with implant fixed complete dental prostheses in the edentulous mandible after at least 5 years: a systematic review. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2014;16(5):705-17.

32. Mangano C, Bianchi A, Mangano FG, Dana J, Colombo M, Solop I, et al. Custom-made 3D printed subperiosteal titanium implants for the prosthetic restoration of the atrophic posterior mandible of elderly patients: a case series. *3D Print Med*. 2020;6(1):1.

33. Onică N, Budală DG, Baciú ER, et al. Long-term clinical outcomes of 3D-printed subperiosteal titanium implants: a 6-year follow-up. *J Pers Med*. 2024;14(5):541-54.

34. Sahrman P, Attin T, Schmidlin PR. Regenerative treatment of peri-implantitis using bone substitutes and membrane: a systematic review. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2011;13(1):46-57.

35. Noelken R, Al-Nawas B. Bone regeneration as treatment of peri-implant disease: a narrative review. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2023;25(4):696-709.

36. Al-Nawas B, Aghaloo T, Aparicio C, Bedrossian E, Brecht L, Brennand-Roper M, et al. ITI consensus report on zygomatic implants: indications, evaluation of surgical techniques and long-term treatment outcomes. *Int J Implant Dent*. 2023;9(1):28.

37. Anitua E, Eguia A, Staudigl C, Alkhraisat MH. Clinical performance of additively manufactured subperiosteal implants: a systematic review. *Int J Implant Dent*. 2024;10(1):4.

