



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA



CAIO CRISTIANO CONDE ÁVILA

**Impacto na fotobiomodulação no ganho da disponibilidade óssea em seios maxilares
enxertados com osso bovino desproteinizado. Análise tomográfica**

Uberlândia

2026

CAIO CRISTIANO CONDE ÁVILA

**Impacto na fotobiomodulação no ganho da disponibilidade óssea em seios maxilares
enxertados com osso bovino desproteinizado. Análise tomográfica**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Odontologia da Universidade
Federal de Uberlândia como requisito parcial
para obtenção do título de bacharel em
Odontologia

Orientador: Guilherme José Pimentel Lopes de
Oliveira

Coorientador: Larissa Rodrigues Santiago



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Comissão Permanente de Supervisão dos Trabalhos de Conclusão
de Curso da Graduação em Odontologia

Av. Pará, 1720, Bloco 4LA, Sala 42 - Bairro Umuarama, Uberlândia-MG, CEP 38400-902

Telefone: (34) 3225-8116 - tcc@foufu.ufu.br



ATA DE DEFESA - GRADUAÇÃO

Curso de Graduação em:	Odontologia				
Defesa de:	Trabalho de Conclusão de Curso II - FOUFU 31003				
Data:	26/06/2026	Hora de início:	17h15	Hora de encerramento:	17h54
Matrícula do Discente:	12121ODO036				
Nome do Discente:	Caio Cristiano Conde Ávila				
Título do Trabalho:	Impacto na fotobiomodulação no ganho da disponibilidade óssea em seios maxilares enxertados com osso bovino desproteínizado. Análise tomográfica				
A carga horária curricular foi cumprida integralmente?		(X) Sim () Não			

Reuniu-se na Sala de Aula nº 31, Vila Digital, da Faculdade de Odontologia, Bloco 4L anexo A, último andar, Campus Umuarama, da Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Curso de Graduação em Odontologia, composta pelos professores doutores: **Luiz Renato Paranhos** (FOUFU); **Paulo César Simamoto Júnior** (FOUFU); e **Guilherme José Pimentel Lopes de Oliveira** (FOUFU) - orientador do candidato.

Iniciando os trabalhos, o presidente da Banca examinadora, Prof. Dr. **Guilherme José Pimentel Lopes de Oliveira**, apresentou a Comissão Examinadora e o candidato, além de agradecer a presença do público e concedeu ao discente a palavra, para a exposição do seu trabalho.

A seguir, o presidente da Banca concedeu a palavra, pela ordem, sucessivamente, aos examinadores, que passaram a arguir o candidato. Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca Examinadora, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o candidato:

(x) Aprovado

OU

() Reprovado

Nada mais havendo a tratar, foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata, que após lida, foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Guilherme José Pimentel Lopes de Oliveira, Professor(a) do Magistério Superior**, em 26/06/2026, às 17:55, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Luiz Renato Paranhos, Professor(a) do Magistério Superior**, em 26/06/2026, às 17:55, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Paulo Cezar Simamoto Junior, Professor(a) do Magistério Superior**, em 01/07/2026, às 16:18, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **7399398** e o código CRC **0F3ADA57**.

Referência: Processo nº 23117.039207/2026-18

SEI nº 7399398

Dedico este trabalho aos meus pais, pelo apoio,
confiança, amizade e segurança que sempre me
deram em todas as minhas etapas.

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, quero agradecer aos meus pais, que sem eles eu nunca chegaria aonde cheguei, sou no dia de hoje um espelho de todo o carinho, amor, amizade e cuidado que eles depositaram em mim, sempre foram e irão ser os meus maiores exemplos e motivação para ir atrás dos meus objetivos todos os dias, não poderia ser mais grato por ser abençoado de ser filho deles, enfim palavras são poucas para definir o sentimento mais sincero e puro que sinto por eles, apenas tenho a agradecer e honrar.

Agradecer também a minha eterna vizinha Maria das Graças Conde que esteve ao meu lado desde o meu primeiro suspiro de vida, me criou e foi um grande espelho e meta de ser humano. Entretanto infelizmente por forças do destino não teve tempo em vida para estar nesse fim de mais um ciclo, mas que com certeza é uma pessoa que sempre me amparou e cuidou de mim, com toda sua ternura e doçura que apenas ela tinha, assim justamente por tudo que vivemos, tenho absoluta certeza de que em pensamentos sempre estará comigo me dando forças para seguir para qualquer desafio, meu eterno beija flor.

Sou grato também por ter encontrado uma pessoa tão incrível, leal, feliz, amável, companheira e com a luz que apenas a minha namorada possui, honrado por ter a oportunidade de tê-la comigo todos os dias me ajudando a buscar sempre a minha melhor versão, mesmo que por vezes erre em achar, tenho a segurança que tenho um porto seguro para me dar confiança e força para ultrapassar qualquer obstáculo, sem ela minha trajetória seria completamente diferente, por isso só tenho a agradecer e continuar cada dia mais fortalecendo esse vínculo que poucas pessoas no mundo tem o prazer de vivenciar, sei que esse é apenas o início de uma linda e longa história.

Não poderia deixar de agradecer também por todos os amigos que fiz ao longo desse caminho, pois foram eles que estavam comigo em todos os passos da odontologia e muito além dela, foram minha família em uma nova e desafiadora realidade, onde um menino que saiu do interior pode ter a felicidade de ser acolhido com muito carinho, transformando um local desconhecido em minha casa. Foram muitas novas personalidades e história que agregaram em minha trajetória, aprendi, errei, me diverti muito e evolui como pessoa, foram muitas coisas vividas que levarei com imensa felicidade e gratidão em minha lembrança.

Ao meu querido orientador Guilherme José Pimentel Lopes de Oliveira, um profissional exemplar, sempre me incentivou e ajudou em qualquer curiosidade ou conhecimento que precisei, sem dúvidas nenhuma é um colega de profissão que tenho como parâmetro de excelência, dedicação e amor a odontologia, minha trajetória ficara marcada para sempre por ter tido o conhecido, além disso o Guilherme como pessoa é tão grandioso quanto o professor e profissional que é, apenas tenho a dizer que sou muito feliz por ter o prazer de fazer parte de sua equipe. Além dele, gratidão a minha coorientadora Larissa Rodrigues Santiago, que foi fundamental e me acompanhou em todas as etapas desse lindo projeto, me apoiou e fez evoluir, grato por todos os ensinamentos que recebi dessa brilhante pessoa e profissional, por quem tenho profunda admiração.

Por fim, queria agradecer a todos os docentes, equipe de técnicos e corpo de profissionais da FOUFU, que tanto me ensinaram e ainda ensinam dia após dia, o caio que entrou no primeiro período nunca imaginária que sairia após esse ciclo, com tremendo orgulho de poder dizer que foi formado em um local onde a odontologia é tratada de forma tão carinhosa, apaixonada e com extrema competência, tudo que sei e todas as pessoas que poderei ajudar a melhorar a vida, devo tudo a eles.

“Viver é navegar num mar de incertezas,
através de arquipélagos de certezas.”

(Morin, 2000, p. 86)

RESUMO

Na prática clínica em processos de reabilitação oral em região posterior de maxila, tem como principal desafio a perda óssea devido a perda dentária e a pneumatização do seio maxilar, que dificultam a execução do tratamento reabilitador com implantes dentários. Neste sentido, uma das alternativas para tais casos é a cirurgia de levantamento de seio maxilar, com intuito de obter um aumento da disponibilidade óssea para instalação dos implantes. Ademais, o uso de substitutos ósseos com a aplicação de fotobiomodulação (PBMT) tem potencial de permitir boa formação óssea associado a técnicas de regeneração óssea guiada. Dado o exposto, o presente estudo tem como objetivo de realizar uma comparação no processo de reparo ósseo através da análise tomográfica de seios enxertados com osso bovino desproteínizado com ou sem aplicação da PBMT. Dessa forma, 24 pacientes foram alocados randomicamente de acordo com o tipo de tratamento adjunto a ser associado com a inserção de osso bovino desproteínizado em seio maxilares: 1) Grupo Controle: Apenas osso bovino desproteínizado; 2) Grupo PBMT: Irradiação da área enxertada com laser no comprimento de onda vermelho e infravermelho nos períodos baseline, 3 e 7 dias após o procedimento cirúrgico. Realizaram-se análises tomográficas analisando o comprimento linear e volume da área enxertada após 4 meses do procedimento cirúrgico em comparação com período pré-cirúrgico. Resultados obtidos demonstraram que o comprimento linear nos grupos CTR e PBMT foram de $2,68 \pm 1,36$ mm vs. $2,29 \pm 0,89$ mm no período baseline e de $13,18 \pm 2,83$ mm e de $12,11 \pm 1,31$ mm no período de 4 meses. Em relação aos dados volumétricos, foi observado que o grupo CTR apresentou $21,76 \pm 7,19$ mm³ e $137,3 \pm 17,63$ mm³, enquanto o grupo PBMT apresentou $15,99 \pm 8,67$ mm³ e $120,0 \pm 35,11$ mm³ nos períodos baseline e após 4 meses, respectivamente. Pode-se concluir que embora ambos os grupos demonstraram resultados positivos no processo de ganho de disponibilidade óssea, não foi observado efeito aditivo da PBMT no ganho de disponibilidade óssea em seios maxilar enxertados com osso bovino desproteínizado.

Palavras-chave: Seio maxilar; Enxerto; Osso bovino desproteínizado; Fotobiomodulação (PBMT); Análise Tomográfica

ABSTRACT

In clinical practice, oral rehabilitation in the posterior maxilla presents a major challenge due to bone loss resulting from tooth loss and maxillary sinus pneumatization, which hinder implant-supported rehabilitation. In this context, maxillary sinus floor elevation surgery represents a viable alternative to increase bone availability for dental implant placement. Furthermore, the use of bone substitutes combined with photobiomodulation therapy (PBMT) has the potential to promote favorable bone formation when associated with guided bone regeneration techniques. Therefore, the present study aimed to compare the bone healing process by means of tomographic analysis of maxillary sinuses grafted with deproteinized bovine bone with or without the application of PBMT. A total of 24 patients were randomly allocated according to the adjunctive treatment associated with the insertion of deproteinized bovine bone into the maxillary sinus: (1) Control Group: deproteinized bovine bone alone; and (2) PBMT Group: irradiation of the grafted area using red and infrared wavelength lasers at baseline and at 3 and 7 days after surgery. Tomographic analyses were performed to assess the linear height and volume of the grafted area 4 months after surgery in comparison with the preoperative period. The results demonstrated that linear height in the control and PBMT groups was 2.68 ± 1.36 mm and 2.29 ± 0.89 mm at baseline, and 13.18 ± 2.83 mm and 12.11 ± 1.31 mm after 4 months, respectively. Regarding volumetric data, the control group exhibited values of 21.76 ± 7.19 mm³ and 137.3 ± 17.63 mm³, whereas the PBMT group presented values of 15.99 ± 8.67 mm³ and 120.0 ± 35.11 mm³ at baseline and after 4 months, respectively. It can be concluded that, although both groups demonstrated positive outcomes in terms of increased bone availability, no additional effect of PBMT on bone gain was observed in maxillary sinuses grafted with deproteinized bovine bone.

Keywords: Maxillary sinus; Graft; Deproteinized bovine bone; Photobiomodulation therapy (PBMT); Tomographic analysis.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Imagens tomográficas: a - análise volumétrica (corte coronal), b - análise linear (corte sagital)	16
Figura 2 - Imagens tomográficas: a – Seio maxilar enxertado com CERABONE associado a fotobiomodulação (corte coronal), b - Seio maxilar enxertado com CERABONE (corte coronal), c - Seio maxilar enxertado com CERABONE associado a fotobiomodulação (corte sagital), d - Seio maxilar enxertado com CERABONE (corte sagital).....	18

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PBMT: Fotobiomodulação

LBI: Laser em baixa intensidade

OBD: Osso bovino desproteinizado

CAAE: Certificado de Apresentação para Apreciação Ética

DICOM: Comunicação de Imagens Digitais na Medicina (Digital Imaging and Communications in Medicine)

g: Gramas

HE: Hematoxilina e Eosina

KVp: Pico de quilovoltagem / Quilovolts pico

L-PRF: Fibrina Rica em Plaquetas e Leucócitos (Leukocyte- and Platelet-Rich Fibrin)

mA: Miliampere

mG: Miligramas

mm: Milímetros

N: Newtons

1ª TC pré-op: Primeira Tomografia Computadorizada Pré-Operatória

2ª TC pós-op: Segunda Tomografia Computadorizada Pós-Operatória

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. METODOLOGIA	15
2.1 Considerações éticas	15
2.2 Critérios de elegibilidade	15
2.3 Grupos	15
2.4 Cálculo do tamanho da amostra	16
2.5 Procedimentos cirúrgicos: Levantamento do assoalho do seio maxilar	16
2.5.1 Procedimentos cirúrgicos: Inserção de implantes	16
2.6 Análise tomográfica	17
2.7 Análise estatística	18
3. RESULTADOS	19
4. DISCUSSÃO	20
5. CONCLUSÃO	22
6. REFERÊNCIAS	23
7. ANEXOS	26

1. INTRODUÇÃO E REFERENCIAL TEÓRICO

Um dos maiores obstáculos quando se fala de reabilitação oral são os processos de atrofia que ocorrem em toda maxila e mandíbula assim que um elemento dentário é perdido, mas a porção posterior da maxila tem o agravante, que é a presença do seio maxilar e da densidade óssea reduzida nessa região^{1,2}. Muitos fatores estão associados com a perda do osso no rebordo residual em consequência da perda dos elementos dentários, dentre elas podemos citar: infecções, traumas e doença periodontal avançada. O movimento descendente do assoalho do seio maxilar complica ainda mais o problema da perda óssea. A perda dos elementos dentários causam uma mudança no equilíbrio intra-sinusal que associado ao aumento da atividade osteoclástica da membrana do seio maxilar, promovem o fenômeno da pneumatização do seio maxilar, que corrobora com uma diminuição na quantidade óssea causando uma insuficiência na condição óssea com pouca altura para colocação de implantes ósseo integrados, definindo um grande desafio terapêutico. A baixa densidade óssea e o aumento da porosidade da tábua óssea cortical na região maxilar posterior são características adicionais que demonstram a necessidade de uma avaliação minuciosa da qualidade e da quantidade óssea para o planejamento das reabilitações com implantes nas regiões de maxilar superior posterior^{3,5}. Diante desses obstáculos, para que se obtenha bons resultados terapêuticos em reabilitações em maxilas atroficas, a técnica de elevação de seio maxilar tem sido indicada⁴

A cirurgia de levantamento de seio maxilar é executada basicamente por meio de duas técnicas: técnica minimamente traumática que utiliza osteótomos e instalação simultânea de implantes osseointegráveis e a técnica da janela lateral que permite a instalação concomitante ou não dos implantes dentários⁶. Essa técnica permite uma visão ampla da cavidade a ser inserida o enxerto e é usada para pacientes com remanescente ósseo vertical inferior a 6 mm^{7,8}, sendo que a técnica da janela lateral é amplamente utilizada e considerada segura. Tal técnica consiste em realizar osteotomia na face vestibular da maxila formando uma janela óssea que permite a elevação da membrana sinusal. Uma cavidade é criada no assoalho e preenchida com enxerto ósseo garantindo um novo nível do soalho do seio maxilar e criando a possibilidade para a futura fixação de implantes⁹.

Sob essa perspectiva, para procedimentos de elevação de seio maxilar, podem ser utilizados vários biomateriais. Um material para enxertia óssea é considerado ideal quando apresenta as características de biocompatibilidade, é não antigênico, não carcinogênico, apresenta baixo custo, é gradualmente substituído por tecido da área receptora e possui

propriedades osteocondutora e/ou osteoindutora¹⁰. O material considerado padrão ouro para essa finalidade é o enxerto autógeno isolado, porém a sua utilização apresenta uma série de limitações associados a morbidade associado a sua coleta^{11,12,13}. Devido a isso, o uso de material alternativos, como o osso bovino desproteínizado (OBD) tem ganhado destaque para procedimentos de elevação do seio maxilar¹⁴. Entretanto, a falta de propriedades osteoindutoras e osteogênicas e a taxa de reabsorção bastante lenta são consideradas desvantagens do uso OBD em técnicas de regeneração óssea guiada¹⁵.

Outrossim, uma alternativa para potencializar os resultados clínico do OBD poder ser a aplicação da terapia por fotobiomodulação (PBMT) que consiste em aplicação de luz em baixa potência que incluem uma ampla gama de comprimentos de onda eletromagnéticos, como luzes de banda larga, LEDs e lasers¹⁶. A exposição de um tecido a um comprimento de onda específico pode induzir um efeito fotoquímico que irá estimular o metabolismo e a proliferação celular. Além disso, infere-se que as propriedades físicas da terapia fotodinâmica gera bons resultados em diferentes especialidades odontológicas¹⁷. A PBMT tem demonstrado melhorar a cicatrização devido ao efeito bioestimulante na proliferação celular após procedimento cirúrgico envolvendo tecidos duros e/ou moles^{17,18,19,20,21}. O uso do laser de baixa intensidade apresenta um grande potencial para melhoria do processo de osseointegração, além de apresentar excelentes resultados em desconfortos pós-operatórios^{22,23,24}. Os efeitos do PBMT em tecidos ósseos são controversos, pois não existe um protocolo universal aceito com o objetivo de promover a regeneração óssea ou a osseointegração. Estudos divergem em parâmetros de tipo de laser, comprimento de onda, densidade energética e tempo de aplicação²⁵.

A tomografia computadorizada de feixe cônico permite a avaliação tridimensional do seio maxilar e da região enxertada, possibilitando mensurações lineares e volumétricas nos períodos pré e pós-operatório. Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo analisar, por meio de exames tomográficos, os resultados obtidos em pacientes submetidos à elevação do seio maxilar com enxerto de osso bovino desproteínizado (OBD), quantificando o ganho em altura e volume ósseo no período pós-operatório. A partir desses dados, pretende-se comparar o processo de neoformação óssea e a osseointegração dos implantes entre pacientes tratados exclusivamente com OBD e aqueles que, além do enxerto, receberam terapia de fotobiomodulação por laser como tratamento adjunto, avaliando sua possível influência na potencialização dos resultados volumétricos e clínicos.

2. METODOLOGIA

Este presente estudo, apresenta-se na forma de modelo paralelo, duplo-cego, controlado e randomizado.

2.1 Considerações Éticas

A condução deste estudo foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Uberlândia (CAAE: 72442023.0.0000.5152). Todos os pacientes participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. O estudo foi realizado de acordo com os termos estabelecidos na Declaração de Helsinki.

2.2 Critérios de Elegibilidade

Nesse estudo foram adotados como critério de inclusão: 1) Ter idade entre 18 e 60 anos; 2) Necessidade de elevação unilateral ou bilateral de soalho do seio maxilar para posterior instalação de implantes osseointegrados; 3) Apresentar disponibilidade óssea associada ao rebordo alveolar adjacente ao seio maxilar menor ou igual a 3mm; 4) Apresentar boa saúde sistêmica; 5) Apresentar pelo menos 4 meses de cicatrização do alvéolo pós-extração dentária.

Os critérios de exclusão desse estudo englobaram pacientes que apresentaram as seguintes características: 1) Fumantes 2) Diabéticos descompensados; 3) Portadores de periodontite crônica ou agressiva; 4) Pacientes usuários de medicamentos que alterem o metabolismo ósseo; 5) Pacientes que apresentem infecções crônicas das vias aéreas superiores; 6) Pacientes que utilizam cronicamente anti-inflamatórios e antibióticos; 7) Portadores de bruxismo; 8) Etilistas; 9) Dependentes químicos; 10) Grávidas ou que desejam engravidar no próximo ano; 11) Histórico de tratamento radioterápico na região de cabeça e pescoço; 12) Portadores de patologias que afetem o metabolismo ósseo.

2.3 Grupos

Neste ensaio clínico controlado e randomizado (Fig. 1), os seios maxilares de 24 pacientes foram submetidos a cirurgias de levantamento de seio, sendo que esses seios maxilares foram enxertados dividindo-se em dois tipos de grupos para análise e comparação 1) Grupo Controle: Seios maxilares preenchidos com osso bovino desproteínizado sem tratamentos adjuntos associados; 2) Grupo PBMT: Preenchimento de seio maxilar com osso bovino desproteínizado associado a irradiação da área enxertada com laser no comprimento

de onda vermelho e infravermelho nos períodos baseline, 3 e 7 dias após o procedimento cirúrgico.

Inicialmente, os pacientes passaram pelo procedimento cirúrgico para inserção dos biomateriais. Após 4–6 meses, os implantes foram colocados e amostras foram coletadas dos locais enxertados. Os implantes instalados foram reabilitados proteticamente 3 meses após sua colocação.

2.4 Cálculo do Tamanho da Amostra

Para o cálculo amostral, a variável primária determinada foi a formação óssea em biópsias retiradas de seios maxilares enxertados com osso bovino desproteínizado, com ou sem a adição de PBMT. Assumindo que uma diferença de 10% entre os grupos é estatisticamente significativa e considerando um desvio padrão esperado para este tipo de análise de 7,18%, com erro tipo I fixado em 0,05 e erro tipo II em 0,15, estabeleceu-se que uma amostra de 12 pacientes por grupo é suficiente para atingir o poder estatístico adequado.

2.5 Procedimentos Cirúrgicos: Levantamento do Assoalho do Seio Maxilar

Os pacientes foram submetidos à cirurgia de levantamento do assoalho do seio maxilar por dois cirurgões diferentes (JVO e LRS). Após anestesia local, um retalho mucoperiosteal de espessura total foi elevado para expor a parede lateral do seio maxilar. Com uma broca esférica montada em contra-ângulo, realizou-se a osteotomia para acessar o seio através da parede lateral. Uma vez visualizada a mucosa do seio maxilar por transparência, a membrana foi descolada e a janela formada pela parede lateral foi deslocada para o interior do seio maxilar. Os enxertos de osso bovino desproteínizado foram inseridos no seio maxilar. Após a inserção, o sítio cirúrgico foi coberto com membrana de colágeno reabsorvível (Genderm®) e suturado com fio de nylon 5.0. O regime medicamentoso pós-operatório incluiu: amoxicilina + clavulanato de potássio (500 + 125 mg) por 7 dias, ibuprofeno (600 mg) por 3 dias e dipirona sódica (1 g) por 2 dias, todos por via oral. As suturas foram removidas após 7 dias.

2.5.1 Procedimentos Cirúrgicos: Inserção de Implantes

Quatro meses após o levantamento do seio, implantes de cone morse (SIN) foram colocados nas áreas enxertadas. Após anestesia local e elevação do retalho, utilizou-se uma broca trefina para coletar uma biópsia de 2,8 mm de diâmetro e 10 mm de altura na direção

corono-apical. Posteriormente, os implantes foram colocados seguindo a sequência de fresagem do fabricante. Os cuidados pós-operatórios foram idênticos aos do primeiro procedimento.

2.6 Análise Tomográfica

Foram realizadas duas tomografias computadorizadas: a primeira antes do levantamento do seio e a segunda antes da colocação do implante e biópsia. Utilizou-se um scanner de TC de feixe cônico (Cone-Beam - i-CAT Classic), gerando dados DICOM com resolução de 96 dpi, escala de cinza de 14 bits e tamanho de voxel de 0,25 mm. O scanner operou a 120 kVp e 5 mA, com tempo de exposição de 20 segundos. As tomografias pré-operatórias determinaram a espessura óssea disponível e a presença de processos inflamatórios. Foi realizada outra tomada tomográfica 1 semana antes da cirurgia para inserção dos implantes. Diante disso, foram realizadas análises linear e volumétrica, a metodologia de avaliação volumétrica será semelhante a uma metodologia utilizada previamente (Pichotano et al., 2019). Analisou-se entre 15 e 30 cortes para cada amostra, sendo que cada corte terá 1mm. Os limites da região de interesse para cada amostra foram determinados manualmente para cada corte. O volume da área enxertada foi calculado somando-se o volume de obtido em cada fatia dentro do limite da região de interesse, sendo que essa avaliação executou-se através de um software para análise de imagens (ImageJ, NIH, Bethesda, MD, USA).

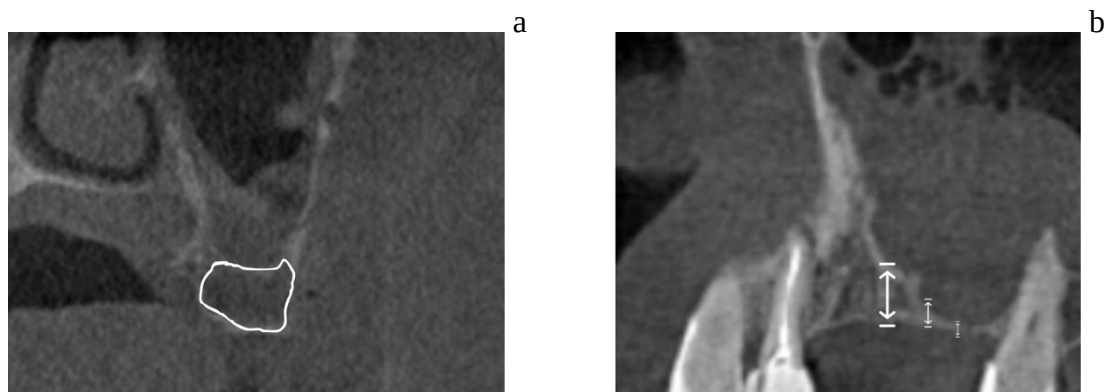


Fig 1: Imagens tomográficas: a - análise volumétrica (corte coronal), b - análise linear (corte sagital).

2.7 Análise Estatística

O teste de normalidade de Shapiro-Wilk mostrou que os dados das análises tomográficas e histométricas seguiram uma distribuição normal. O teste t não pareado foi utilizado para comparar os dados entre os diferentes grupos de DBB. O teste t pareado foi utilizado para comparar os dados da tomografia inicial e final dentro de cada grupo. O nível de significância foi fixado em $p < 0,05$, utilizando o software SPSS versão 27.0.

3.RESULTADOS

O comprimento linear nos grupos CTR e PBMT foram de $2,68 \pm 1,36$ mm vs. $2,29 \pm 0,89$ mm no período baseline e de $13,18 \pm 2,83$ mm e de $12,11 \pm 1,31$ mm no período de 4 meses. Em relação aos dados volumétricos, foi observado que o grupo CTR apresentou $21,76 \pm 7,19$ mm³ e $137,3 \pm 17,63$ mm³, enquanto o grupo PBMT apresentou $15,99 \pm 8,67$ mm³ e $120,0 \pm 35,11$ mm³ nos períodos baseline e após 4 meses respectivamente. Ambos os grupos apresentaram ganhos de tecidos nas áreas enxertadas sem diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos.

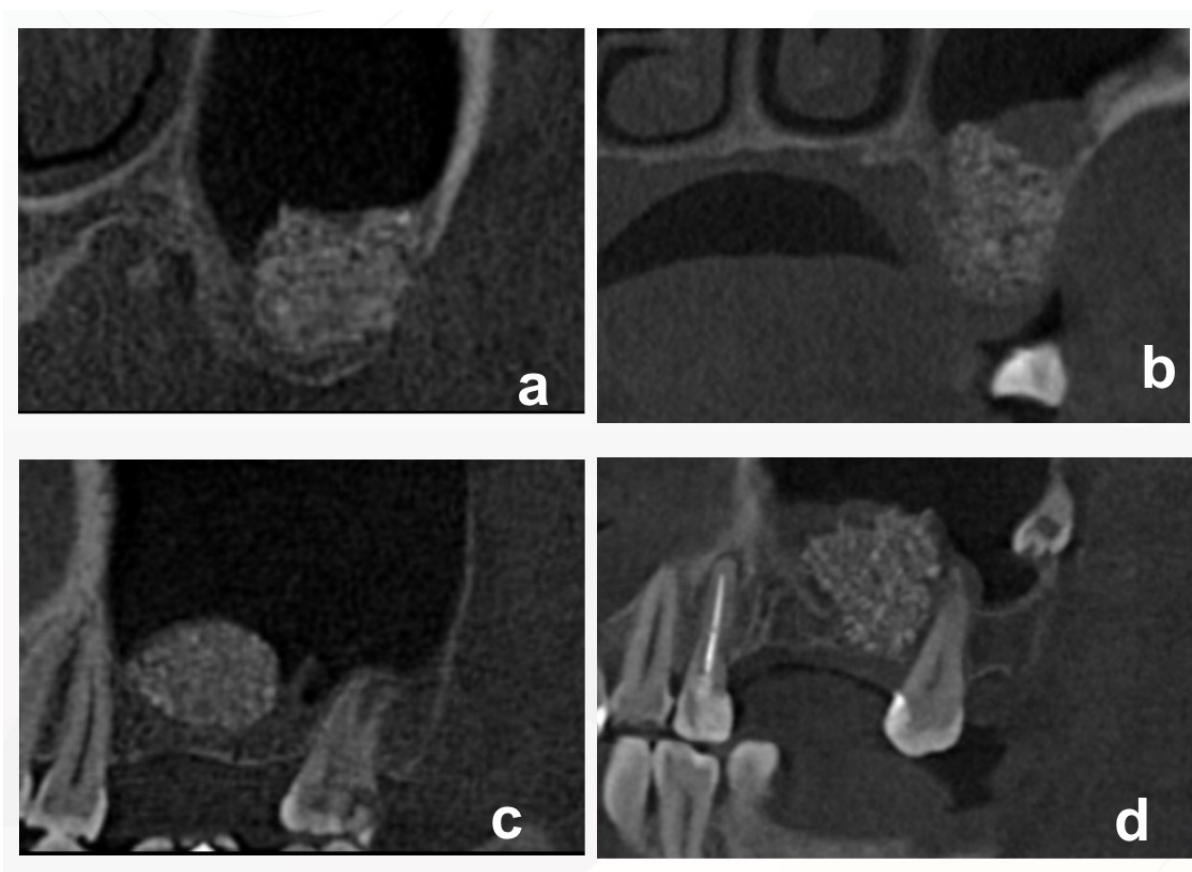


Fig.2. Imagens tomográficas: a – Seio maxilar enxertado com CERABONE associado a fotobiomodulação (corte coronal), b - Seio maxilar enxertado com CERABONE (corte coronal), c - Seio maxilar enxertado com CERABONE associado a fotobiomodulação (corte sagital), d - Seio maxilar enxertado com CERABONE (corte sagital).

4.DISSCUSSÃO

A partir dos dados obtidos neste estudo, constatou-se que ambos os grupos apresentaram aumento linear e volumétrico nas áreas submetidas ao enxerto com osso bovino desproteinizado (OBD) após quatro meses do procedimento cirúrgico. Esses resultados sugerem que o tratamento favoreceu o processo de regeneração tecidual e, conseqüentemente, a neoformação óssea na região enxertada. Corroborando assim com outros estudos prévios que fornecem evidências sobre eficácia do uso deste biomaterial no interior do seio maxilar quando se busca aumento na quantidade óssea para posterior instalação de implantes^{27,28,29,30}.

Por outro lado, embora exista na literatura estudos que mostram que a aplicação da PBMT em combinação com o material de enxerto, estimule a biomodulação da neoformação óssea por meio da osteogênese, diminuindo o tempo de reparo do tecido ósseo, corroborando com a potencialização do reparo ósseo^{31,32}, os resultados deste presente estudo não sustentam em sua totalidade com a ideia de uma grande intensificação expressiva de formação óssea. Nesse sentido, apesar do fato que o grupo irradiado com o PBMT ter apresentado ganhos e resultados com valores superiores ao grupo controle, este por sua vez não possui um valor com significância estatística.

Sob essa perspectiva, essa ausência de um resultado com grande significância pode estar atrelado ao fato da limitação da análise tomográfica em relação a verificação da qualidade óssea. Sendo assim, é necessário fazer outros tipos de análises dessa formação óssea, por exemplo, a análise histomorfométrica que fornecem dados mais precisos sobre a qualidade de osso formado³⁵. Tendo em vista que, apesar a TC ser um dos exames referência quando se busca analisar avaliação dimensional dos sítios enxertados, em contrapartida não é suficiente para avaliar a qualidade biológica das áreas enxertadas, pois qualidade óssea está relacionada a densidade mineral óssea (DMO) e à viscoelasticidade do tecido (resistência ao estresse do implante), assim a tomografia computadorizada apresenta uma limitação ao não conseguir captar as propriedades biomecânicas, microestruturais e celulares do osso^{33,34}.

Nesse contexto, o presente estudo possui relevância clínica por demonstrar evidências adicionais acerca dos efeitos da PBMT no processo de regeneração óssea de enxertos realizados em seio maxilar com osso bovino desproteinizado. Particularmente quando buscamos na literatura, ainda é limitada a quantidade de estudos clínicos que investigam essa associação, principalmente por meio de análises tomográficas lineares e volumétricas, os resultados desta pesquisa podem contribuir para uma melhor compreensão do comportamento

dos tecidos enxertados quando associados à terapia com laser. Além disso, os achados obtidos poderão servir de base para futuras investigações e auxiliar na avaliação da real influência da fotobiomodulação sobre o reparo ósseo em procedimentos de levantamento de seio maxilar. É importante destacar que este presente estudo avaliou 24 pacientes submetidos em um período de 4 meses após ao enxerto do OBD, submetendo a análises lineares e volumétricas, sendo um período limitado de análise tomográfica, assim é necessário estudos futuros que obtenham um acompanhamento longitudinal maior e mais amplas amostras para compreender de forma mais precisa dos efeitos da PBMT sobre a regeneração óssea.

5.CONCLUSÃO

O uso de OBD associado ou não a PBMT esteve associado a ganho de disponibilidade óssea em cirurgias de elevação de seio maxilar. Não foi demonstrado efeitos adicionais em relação a utilizar o PBTM como tratamento adjunto para potencializar os ganhos ósseos, assim é necessário estudos futuros com análises histomorfométricas para uma mais precisa dimensão da influência a PBMT na qualidade de osso formado.

6.REFERÊNCIAS

1. BEZERRA F. J. B., LENHARO A. Terapia clínica avançada em implantodontia. São Paulo, Artes Médicas, 2002. p.139-156
2. GOMES L. A.Implantes Osseointegrados – Técnica e Arte. Livraria Santos Editora, 2002, p. 109-121
3. Sogo, M. et al., (2012). Assessment of bone density in the posterior maxilla based on Hounsfield units to enhance the initial stability of implants. *Clinical Oral Implants Research*, 14(1), 183–187
4. JUNIOR, José Carlos Silva de Andrade. Elevação de seio maxilar: técnicas aplicáveis em maxilas atróficas. 2022.
5. Molinero-Mourelle, P.et al., (2016), Surgical complications in zygomatic implants: a systematic review. *Medicina oral, patología oral y cirugía bucal*, 21(6), 751-757
6. Tatum, J. H. (1986). Maxillary and sinus implant reconstructions. *Dent. Clin. North Am.*, 30(2), 207-29
7. Misch CE. Implantes dentários contemporâneos. 2. ed. São Paulo: Santos; 2000.
8. Fugazzotto PA. Sinus floor augmentation at the time of maxillary molar extraction: technique and report of preliminary results. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1999;14(4):536-541.
9. Raja SV. Management of the Posterior Maxilla With Sinus Lift: Review of Techniques. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2009;67(8):1730-1734
10. Camarini E. Biomateriais associados ou não ao plasma rico em plaquetas em cavidades ósseas mandibulares: estudo microscópico em cães. *Implant News*. 2006; 3: 475- 9.
11. STARCH-JENSEN, Thomas et al. Maxillary sinus floor augmentation with autogenous bone graft compared with a composite grafting material or bone substitute alone: a systematic review and meta-analysis assessing volumetric stability of the grafting material. *Journal of Oral & Maxillofacial Research*, v. 12, n. 1, p. e1, 2021.
12. STARCH-JENSEN, Thomas et al. Resultado radiográfico após aumento do assoalho do seio maxilar com células-tronco alogênicas derivadas de tecido adiposo semeadas em mineral ósseo bovino desproteínizado. Um estudo experimental controlado randomizado. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery* , v. 51, n. 5, p. 321-331, 2023.
13. STARCH-JENSEN, Thomas et al. Aumento do assoalho do seio maxilar com enxerto ósseo autógeno isolado comparado com materiais de enxerto alternativos: uma revisão sistemática e meta-análise com foco no resultado histomorfométrico. *Journal of Oral & Maxillofacial Research* , v. 11, n. 3, p. e2, 2020.
14. Dos Santos PL, de Molon RS, Queiroz TP, Okamoto R, de Souza Faloni AP, Gulinelli JL, Garcia IR Jr Evaluation of bone substitutes for treatment of periimplant bone

defects: biomechanical, histological, and immunohistochemical analyses in the rabbit tibia. *J Periodontal Implant Sci.* 2016; 46(3): 176-96

15. Simion M, Fontana F, Rasperini G & Maiorana C. Vertical ridge augmentation by expanded-polytetrafluoroethylene membrane and a combination of intraoral autogenous bone graft and deproteinized anorganic bovine bone. *Clin Oral Impl Res.* 2007;18(5):620-29

16. Mohamed S, Khalifa M, El-Ghareeb T, Kader H. Evaluation of The Bio-Stimulatory Effect of Platelet Rich Fibrin Augmented by Diode LASER Compared to Platelet Rich Fibrin Alone on Dental Implant Replacing Posterior Mandibular Teeth. Randomised Clinical Trial: Split Mouth Study. *Macedonian Journal of Medical Sciences.* 2019; 07(05)

17. CLAUDINO, Valéria Medeiros et al. Benefícios da fotobiomodulação em Odontologia. **REVISTA DO CROMG**, v. 22, n. Supl. 4, 2023.

18. Gordillo D, Montero D. Efecto antimicrobiano de la terapia fotodinámica versus la terapia láser sobre la *Porphyromona gingivalis*. *Odontología.* 2018; 20(01): p. 20-32.

19. RANGEL, Celia Rachel Guimarães. Análise comparativa dos resultados do emprego da lasercupuntura e ILIB no controle da ansiedade no tratamento odontopediátrico. 2020.

20. Oliveira FAM, Martins MT, Ribeiro MA, Mota PHA, Paula MVQ. Indicações e tratamentos da laserterapia de baixa intensidade na odontologia: uma revisão sistemática da literatura. *HU Revista.* 2019;44(1):85-96

21. SILVA JÚNIOR, Francisco Leonardo da. Eficácia do ILIB-Modificado sobre os parâmetros clínicos periodontais e controle glicêmico em pacientes com Periodontite portadores de Diabetes Tipo II. 2019. Dissertação de Mestrado. Brasil.

22. Bozkaya S, Uraz A, Guler B, Kahraman SA, TurhanBal B. The stability of implants and microbiological effects following photobiomodulation therapy with one-stage placement: A randomized, controlled, single-blinded, and split-mouth clinical study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2021; 23(3):329- 340. doi:10.1111/cid.12999

23. MENEZES, Bruna Raissa Nascimento. Análise da fotobiomodulação sistêmica como prática integrativa na odontologia: revisão de literatura. 2023

24. Karakaya M, Demirbaş AE. Effect of low-level laser therapy on osseointegration of titanium dental implants in ovariectomized rabbits: biomechanics and micro-CT analysis. *Int J Implant Dent.* 2020; 6(1):61. Published 2020 Oct 12. doi:10.1186/s40729-020-00257-z

25. Lacerda FS, Mello CM, Monteiro RLP, Assis JCA, Lima WBC. Eficácia da Terapia Laser de Baixa Intensidade em Implantes Dentários na Osseointegração. *Rev Pró-UniverSUS.* 2025; 16(1);72-77

26. Pichotano EC, Molon RS, Souza RV, Austin RS, Marcantonio E, Zandim-Barcelos DL. Evaluation of L-PRF combined with deproteinized bovine bone mineral for

early implant placement after maxillary sinus augmentation: a randomized clinical trial. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2019;21(2):253-262. doi:10.1111/cid.12713.

27. Albrektsson T, Johansson C. Osteoinduction, osteoconduction and osseointegration. *Eur Spine J*. 2001; 10(Suppl 2): S96-S101.

28. Almasri M, Altalibi M. Efficacy of reconstruction of alveolar bone using analloplastic hydroxyapatite tricalcium phosphate graft under biodegradable chambers. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2011; 49(6): 469-73.

29. Frenken JW, Bouwman WF, Bravenboer N, Zijdeveld SA, Schulten EA, ten Bruggenkate CM. The use of Straumann Bone Ceramic in a maxillary sinus floor elevation procedure: a clinical, radiological, histological and histomorphometric evaluation with a 6-month healing period. *Clin Oral Implants Res*. 2010; 21(2): 201-8.

30. Kolerman R, Tal H, Moses O. Histomorphometric analysis of newly formed bone after maxillary sinus floor augmentation using ground cortical bone allograft and internal collagen membrane. *J Periodontol*. 2008; 79(11): 2104-11.

31. Almeida JM et al. Influence of lowlevel laser therapy on the healing process of autogenous bone block grafts in the jaws of systemically nicotine-modified rats: a histomorphometric study. *Arch Oral Biol*. 2017; 75:21–30.

32. Rasouli Ghahroudi AA et al. Effect of low-level laser therapy irradiation and Bio-Oss graft material on the osteogenesis process in rabbit calvarium defects: a double blind experimental study. *Lasers Med Sci*. 2014;29(3):925-32.

33. Sanz-Sánchez I, Potau J, Monje A, Lin GH, Suárez-López del Amo F, Wang HL. Correlation between cone-beam computed tomography and histologic evaluation of bone quality after sinus floor augmentation. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2017;32(4):879-887. doi:10.11607/jomi.5358.

34. Pignatton TB, Spin-Neto R, Ferreira CEA, Martinelli CB, de Oliveira GJPL, Marcantonio E Jr. Remodelling of sinus bone grafts according to the distance from the native bone: A histomorphometric analysis. *Clin Oral Implants Res*. 2020 Oct;31(10):959-967. doi: 10.1111/clr.13639. Epub 2020 Sep 1. PMID: 32716570.

35. Valentini P, Abensur D, Wenz B, Peetz M, Schenk R. Histomorphometric evaluation of maxillary sinus floor augmentation using anorganic bovine bone graft: a clinical study. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2000;20(3):245-253.

7.ANEXOS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Efeito da Fotobiomodulação e da Fibrina Rica em Plaquetas no reparo ósseo em seios maxilares enxertados com osso bovino desproteínizado

Pesquisador: Guilherme José Pimentel Lopes de Oliveira

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 72442023.0.0000.5152

Instituição Proponente: FACULDADE DE ODONTOLOGIA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.259.314

Apresentação do Projeto:

Este parecer trata-se da análise das respostas às pendências do referido projeto de pesquisa.

As informações elencadas nos campos "Apresentação do Projeto", "Objetivo da Pesquisa" e "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram retiradas dos documentos Informações Básicas da Pesquisa nº 2121154 e Projeto Detalhado (Projeto_Larissa_Final_segundaversao.docx), postados em 20/08/2023.

INTRODUÇÃO

Este estudo tem como objetivo "avaliar comparar o reparo ósseo e a sobrevivência de implantes instalados em regiões posteriores de maxila que serão submetidas a cirurgia de elevação de seio maxilar que serão enxertados com osso bovino desproteínizado associado a aplicação da fotobiomodulação ou da fibrina rica em plaquetas." Serão envolvidos 36 pacientes, atendidos no Hospital Odontológico da UFU, que serão alocados randomicamente de acordo com o tipo de tratamento adjunto a ser associado com a inserção de osso bovino desproteínizado em seio maxilares com o objetivo de elevar o nível do seu soalho: 1) Grupo Controle: Apenas osso bovino desproteínizado em seio maxilar; 2) Grupo PBMT: Irradiação da área enxertada com laser no comprimento de onda vermelho e infravermelho nos períodos baseline, 3 e

Endereço: Av. João Naves de Ávila 2121- Bloco "1A", sala 224 - Campus Sta. Mônica
Bairro: Santa Mônica **CEP:** 38.408-144
UF: MG **Município:** UBERLÂNDIA
Telefone: (34)3239-4131 **Fax:** (34)3239-4131 **E-mail:** cep@propp.ufu.br