

REGENERAÇÃO ÓSSEA GUIADA PARA AUMENTO DE ESPESSURA ÓSSEA EM ÁREA DE MAXILA ATRÉSICA PARA FINS DE REABILITAÇÃO COM IMPLANTES DENTÁRIOS: RELATO DE CASO

GUIDED BONE REGENERATION FOR BONE THICKNESS AUGMENTATION IN A CONSTRICTED MAXILLA FOR DENTAL IMPLANT REHABILITATION: A CASE REPORT

GABRIELA SOUZA OLIVEIRA¹, GEOVANNA LISSA SILVA LUCY¹, KESSYLLA VICTORIA RODRIGUES DE MOURA¹, ROBERTA VITÓRIA SILVA LUCY¹, VINÍCIUS MARQUES OLIVEIRA², PAULO JOSÉ DE FIGUEREDO JÚNIOR^{3*}

1. Acadêmico do Curso de Graduação em Odontologia da Faculdade Evangélica de Goianésia; 2. Cirurgião-Dentista Buco-maxilo-facial do Hospital Ortopédico de Ceres-GO; 3. Professor Especialista da disciplina de Periodontia do Curso de Odontologia da Faculdade Evangélica de Goianésia.

* Avenida Adalto lima Acier, 504, Jardim Bela vista, Ceres, Goiás, Brasil. CEP: 76.300-000. paulofiguereidojr@outlook.com

Recebido em 05/11/2024. Aceito para publicação em 14/11/2024

RESUMO

A instalação de implantes dentários apresenta desafios significativos quando ocorre a reabsorção da crista óssea alveolar após a perda dentária, o que compromete o volume ósseo necessário para a sua correta inserção. Para superar essa limitação, técnicas complementares, como a Regeneração Óssea Guiada e o uso de enxertos autógenos e xenógenos, têm sido amplamente utilizadas. A técnica "Sausage Technique", em conjunto com o emprego de biomateriais como membranas de colágeno e enxertos particulados, tem demonstrado elevada eficácia na restauração óssea, proporcionando uma espessura adequada da cortical óssea e favorecendo a instalação ideal dos implantes. Além disso, a membrana de Fibrina Rica em Plaquetas e Leucócitos tem se destacado por sua capacidade de acelerar o processo de cicatrização, melhorar a regeneração óssea e reduzir as complicações pós-operatórias. O presente estudo tem como objetivo relatar um caso clínico de regeneração óssea guiada em maxila atrésica, utilizando 50% de enxerto autógeno, 50% de matriz óssea bovina e membrana de L-PRF, com ênfase na eficácia desses biomateriais no aumento do volume ósseo e na viabilidade da reabilitação com implantes dentários.

PALAVRAS-CHAVE: Implantes Dentários; Regeneração Óssea Guiada; Maxila Atrésica; Fibrina Rica em Plaquetas e Leucócitos.

ABSTRACT

The placement of dental implants presents significant challenges when resorption of the alveolar bone crest occurs following tooth loss, compromising the necessary bone volume for proper implant insertion. To overcome this limitation, complementary techniques such as Guided Bone Regeneration and the use of autogenous and xenogenous grafts have been widely employed. The "Sausage Technique," in combination with biomaterials such as collagen membranes and particulate grafts, has shown high efficacy in bone restoration, providing adequate cortical bone thickness

and facilitating optimal implant placement. Additionally, the Leukocyte- and Platelet-Rich Fibrin membrane has stood out for its ability to accelerate the healing process, improve bone regeneration, and reduce postoperative complications. This study aims to report a clinical case of guided bone regeneration in a constricted maxilla, using 50% autogenous graft, 50% bovine bone matrix, and an L-PRF membrane, with an emphasis on the effectiveness of these biomaterials in bone volume augmentation and their viability for dental implant rehabilitation.

KEYWORDS: Dental Implants; Guided Bone Regeneration; Constricted Maxilla; Leukocyte- and Platelet-Rich Fibrin.

1. INTRODUÇÃO

Os implantes dentários tornaram-se uma opção amplamente aceita para a substituição de dentes perdidos, sendo a osseointegração essencial para a sustentação das próteses sobre implantes. No entanto, a reabsorção da crista alveolar, que ocorre rapidamente após a extração dentária, gera defeitos ósseos que podem comprometer a correta colocação dos implantes¹. Dessa forma, é fundamental que a crista alveolar possua largura suficiente na posição adequada para atender tanto às exigências funcionais quanto estéticas dos implantes².

A atresia maxilar posterior pode ocorrer por diversas causas, sendo a perda dentária a principal delas. Outras causas de perda óssea incluem infecções como: periodontite, patologias periapicais, traumas, lesões benignas, tumores malignos e condições congênitas³. Após a perda dentária ou perda óssea periodontal, o processo alveolar passa por diversas mudanças adaptativas, resultando em uma remodelação tridimensional com perda de altura e largura da crista residual, o que compromete o volume ósseo necessário para a reabilitação com implantes dentários^{3,4,5,6}.

Após a perda dentária, observa-se uma redução no volume ósseo horizontal e vertical, que pode variar entre 29% e 63% na dimensão horizontal e entre 11% e 22% na vertical em um período de seis meses^{5,7}. Essas alterações no osso maxilar e mandibular impõem restrições à reabilitação com implantes dentários⁷.

O posicionamento ideal dos implantes, tanto cirúrgico quanto protético, exige procedimentos complementares, como enxertos ou técnicas adicionais para aumentar o volume e/ou a densidade da área a ser reabilitada⁸. O planejamento cirúrgico, por meio da Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC), permite minimizar complicações, aumentando a segurança cirúrgica ao avaliar previamente o volume ósseo disponível e selecionar as dimensões apropriadas dos implantes^{8,9,10,11,12,13}.

As abordagens cirúrgicas mais comuns incluem a Regeneração Óssea Guiada (ROG), o enxerto ósseo em bloco, o Levantamento do Seio Maxilar (LSM) e a preservação alveolar. Técnicas como Split Crest e distração osteogênica também podem ser utilizadas para aprimorar os resultados em intervenções de regeneração óssea⁸. A ROG e o uso de implantes imediatos auxiliam na reconstrução de rebordos alveolares que apresentam defeitos de volume ósseo horizontal e vertical, especialmente quando associadas a biomateriais como enxertos autógenos, alogênicos, xenógenos e aloplásticos^{7,14}. Essa abordagem cirúrgica, envolve a aplicação de uma barreira mecânica que isolará o sítio cirúrgico das células epiteliais e do tecido conjuntivo, permitindo assim que as células osteogênicas predominem e favoreçam a formação óssea⁷.

A regeneração óssea horizontal é indicada quando a largura entre as superfícies vestibular e palatina/lingual é inferior a 7 mm⁸. Quando a largura óssea é suficiente, mas há necessidade de ajustes devido ao posicionamento da coroa protética e à presença de defeitos ósseos, o aumento ósseo é necessário. Segundo Wang *et al.* (2008)¹⁵, a regeneração óssea vertical é recomendada quando a distância de defeitos entre o osso e a junção amelocementária ultrapassa 3 mm⁸.

O LSM é um procedimento cirúrgico essencial para pacientes com maxila posterior atrofica, onde a altura óssea é insuficiente para a colocação de implantes dentários. Essa técnica é indicada especialmente quando a altura óssea é inferior a 6 mm. As abordagens cirúrgicas incluem aumento lateral em dois estágios, aumento lateral em um único estágio com colocação imediata do implante e a abordagem crestal com colocação simultânea do implante. O procedimento envolve o levantamento da membrana Schneideriana e a inserção de um enxerto ósseo, permitindo que a maxila atrofica suporte implantes de maneira segura¹⁶.

Os enxertos ósseos são utilizados para promover a formação óssea em regiões com grande perda óssea e devem possuir características como osteoindução, osteocondução e estabilidade mecânica¹⁴. Esses materiais podem ser classificados em autógenos (provenientes do próprio paciente), alogênicos

(provenientes de bancos de ossos), xenógenos (de espécies diferentes) e biocerâmicas (sintéticas ou aloplásticas)^{14,17}.

Enxertos autógenos são amplamente reconhecidos por suas propriedades únicas de osteogênese, osteoindução e osteocondução. Já os enxertos xenógenos, como os substitutos ósseos bovinos, apresentam biocompatibilidade, preservação do volume e baixas taxas de reabsorção. Esses materiais são compostos majoritariamente por hidroxiapatita, resultando em partículas porosas interconectadas que favorecem a migração de células osteoblásticas e a formação de novos vasos sanguíneos¹.

A técnica *Sausage Technique* (ST) desenvolvida por Istvan Urban, que combina o uso de pinos de titânio, enxertos ósseos e membranas de colágeno, tem se mostrado eficaz na regeneração óssea². A técnica direciona o material do enxerto ósseo para a crista, utilizando uma membrana para criar tensão e estimular o posicionamento correto^{1,2}. Essa abordagem utiliza 50% de osso autógeno e 50% de matriz óssea bovina inorgânica, associada a uma membrana de colágeno absorvível, que ao associar a membrana de L-PRF, potencializa a eficácia dos enxertos ósseos^{14,17}. Dessa forma, a ROG e a utilização de enxertos particulados proporcionam vantagens significativas, incluindo a redução da morbidade, da imprevisibilidade e das complicações associadas às técnicas cirúrgicas⁷.

As membranas são cruciais para manter a estabilidade e o sucesso dos enxertos. As membranas absorvíveis, como a Jason e a BioGide, e as não absorvíveis, como as de politetrafluoretileno (e-PTFE, d-PTFE) e malhas de titânio, desempenham papéis fundamentais na ROG. O uso de membranas absorvíveis, especialmente à base de colágeno bovino ou suíno, tem sido cada vez mais comum, oferecendo vantagens como a eliminação de uma segunda intervenção cirúrgica, menor morbidade para os pacientes, além de apresentar uma melhor relação custo benefício^{5,14,18,19,20,21,22}.

Entre as desvantagens dessas membranas está sua eficácia limitada como barreira por um período curto, o que pode permitir a infiltração de células ou fluidos indesejados, especialmente em áreas com grandes defeitos ósseos²⁰. No entanto, essas membranas são fundamentais para minimizar a reabsorção óssea, impedindo a penetração de células epiteliais e tecido conjuntivo, o que favorece a proliferação de células osteoprecursoras. Para cumprir adequadamente essa função, as membranas devem apresentar propriedades essenciais como biocompatibilidade, permeabilidade seletiva, inércia, resistência mecânica, capacidade de esterilização, além de evitar potenciais riscos carcinogênicos ou alergênicos^{14,18,23}.

A membrana de L-PRF, sendo autóloga e biodegradável, é composta por fibrina, plaquetas e leucócitos, com capacidade de melhorar a microvascularização, favorecer a migração de células epiteliais e promover a formação de tecidos e cicatrização. A terapia com esse concentrado

plaquetário tem demonstrado eficácia na regeneração do osso alveolar, estimulando a proliferação e diferenciação dos osteoblastos, angiogênese, redução da inflamação e recuperação dos tecidos moles. Suas vantagens incluem biocompatibilidade, aceleração da cicatrização, controle da inflamação por fatores de crescimento e citocinas, além de baixo custo e um preparo simples que dispensa o uso de substâncias externas^{7,14,24}.

A estabilidade do enxerto e da membrana, juntamente com uma vascularização adequada, são cruciais para o sucesso da ROG, especialmente nas fases iniciais do procedimento. Em casos de defeitos ósseos horizontais graves, é necessária a fixação adequada do enxerto e da membrana com pinos, minipinos de titânio, parafusos, ou suturas, podendo ser utilizada uma fixação combinada para melhorar a adaptação e estabilidade do material enxertado^{25,26}. Complicações associadas a esses procedimentos variam em gravidade, incluindo desde a exposição do biomaterial até infecções, distúrbios neurosensoriais, hemorragias e dor. O tratamento dessas complicações depende da gravidade da exposição e da presença de infecções, e pode envolver desde o uso de antissépticos até a remoção da membrana ou do enxerto^{27,28,29}.

A profilaxia antibiótica é recomendada para prevenir infecções pós-operatórias e reduzir a taxa de falhas dos implantes, tanto em procedimentos de aumento ósseo quanto na inserção simultânea de implantes dentários. A administração de antibióticos pode ser realizada antes e/ou após o procedimento, sendo a amoxicilina a opção mais comum, seguida pela combinação de amoxicilina com ácido clavulânico. Para pacientes alérgicos à penicilina, recomenda-se o uso de clindamicina^{28,29}.

Diante do exposto, este trabalho relata um caso clínico de regeneração óssea guiada para aumento de volume em área de maxila atrésica. Dessa forma, durante o procedimento cirúrgico utilizou-se 50% de osso autógeno e 50% de matriz óssea bovina inorgânica, associado a membrana reabsorvível e L-PRF. Além disso, tem-se por objetivo avaliar a eficácia da ROG associada aos biomateriais autógenos e xenógenos no aumento de tecidos ósseos.

2. CASO CLÍNICO

Paciente do sexo feminino, com 51 anos de idade, melanoderma, não fumante e com boa saúde sistêmica, compareceu ao consultório particular com a finalidade de realizar reabilitação oral por meio de implantes dentários na região da maxila. Durante o exame clínico, foi identificada uma área edêntula na região posterior da maxila do lado esquerdo, abrangendo a área dos elementos 24 a 27 (Figura 1). A Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (Figura 2 e Figura 3) revelou uma atrofia severa da maxila na região posterior, com a espessura da cortical óssea inadequada para a inserção de implantes osseointegrados.

O tratamento escolhido envolveu a execução de uma ROG, empregando uma combinação de enxerto

autógeno e xenógeno, com o objetivo de incrementar a espessura e o volume ósseo da área edêntula.



Figura 1. Aspecto clínico inicial.

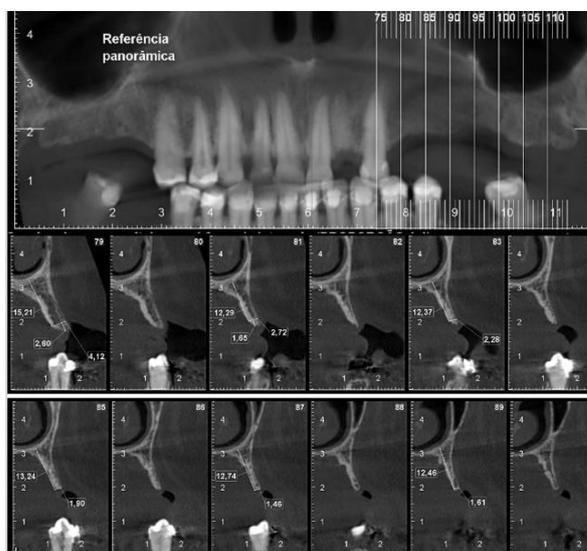


Figura 2. Cortes tomográficas sagitais da região dos elementos 24 e 25.

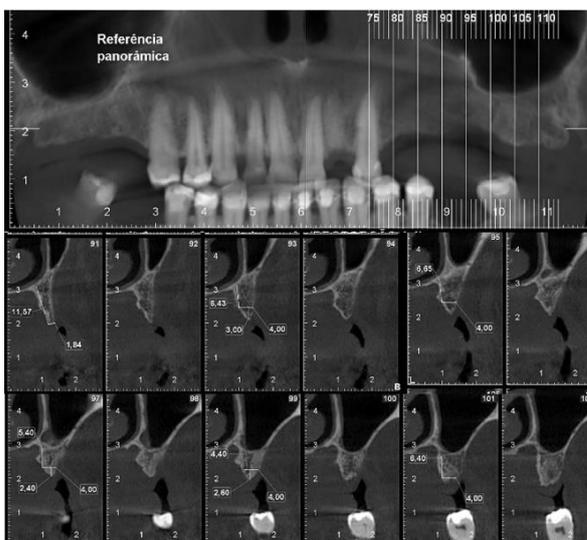


Figura 3. Cortes tomográficas sagitais da região dos elementos 26 e 27.

No pré-operatório imediato, foram coletados quatro tubos de 9 mililitros de sangue, com ativador de coágulo (Biocon), da veia antecubital esquerda da

paciente. Esses tubos foram submetidos à centrifugação em uma centrífuga de bancada (DAIKI DT-4000) a 2700 rpm por 12 minutos. Após a centrifugação, os coágulos obtidos foram transferidos para uma caixa de preparo de L-PRF, onde foram prensados para a obtenção das membranas de fibrina.

O procedimento iniciou-se com a antisepsia extraoral utilizando Clorexidina 2% e, intraoralmente, com Clorexidina 0,12% em forma de bochecho por um minuto. A anestesia local foi administrada com bloqueio dos nervos alveolar posterior superior, alveolar médio superior, alveolar anterior superior e palatino maior do lado esquerdo, utilizando uma solução anestésica de Lidocaína 2% (Alphacaine 2% com epinefrina 1:100.000 – Nova DFL). O procedimento cirúrgico começou com uma incisão tipo Neumann modificada (Figura 4) e o descolamento total do retalho, realizado com lâmina de bisturi 15C (lâmina de aço carbono estéril – Swann-Morton).

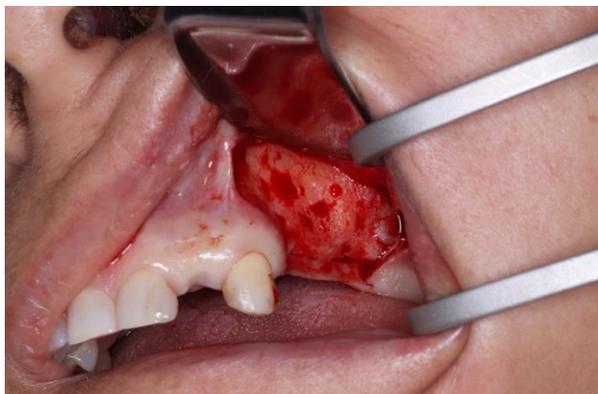


Figura 4. Incisão tipo Neumann modificada.

Após a realização do preparo cirúrgico do leito receptor, optou-se pela coleta de osso autógeno da região do ramo da mandíbula do lado direito, utilizando uma broca coletora de osso (Figura 5). Após a coleta, procedeu-se à mistura de 50% de osso particulado (Bio-Oss) com 50% de osso autógeno (Figura 6), a qual foi hidratada com solução de Cloreto de Sódio 0,9%.



Figura 5. Broca coletora posicionada na região de ramo de mandíbula do lado direito.

Antes da acomodação do enxerto ósseo na região receptora, foram realizadas perfurações no leito receptor com o intuito de provocar a descorticalização

da tábua óssea vestibular, promovendo um sangramento local que facilitaria o processo de angiogênese do enxerto.



Figura 6. 50% de osso particulado e 50% de osso autógeno retirado da região de ramo de mandíbula.

Logo após as perfurações, foi colocada uma membrana de colágeno (JASON - Straumann) e fixada à tábua óssea vestibular com parafusos de fixação (Figura 7).

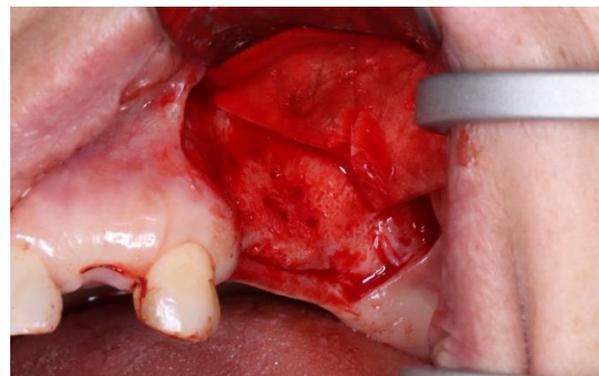


Figura 7. Perfurações da tábua óssea vestibular.

Em seguida, a mistura do enxerto ósseo foi inserida na área receptora (Figura 8) e a membrana de colágeno foi devidamente acomodada (Figura 9). As membranas de LPRF foram posicionadas sobre a membrana JASON, na parede óssea vestibular (Figura 10), e o retalho foi reposicionado, mantendo-o na posição com suturas de pontos simples (Figura 11) utilizando fio de Nylon Ethicon 5-0.

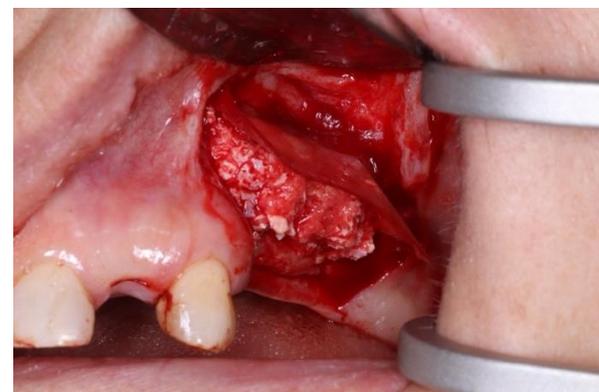


Figura 8. Mistura de enxerto ósseo autógeno e xenógeno posicionada no leito receptor.



Figura 9. Acomodação da membrana Jason.



Figura 10. Acomodação das membranas de LPRF sobre a membrana Jason já posicionada.



Figura 11. Aspecto imediato após as suturas.

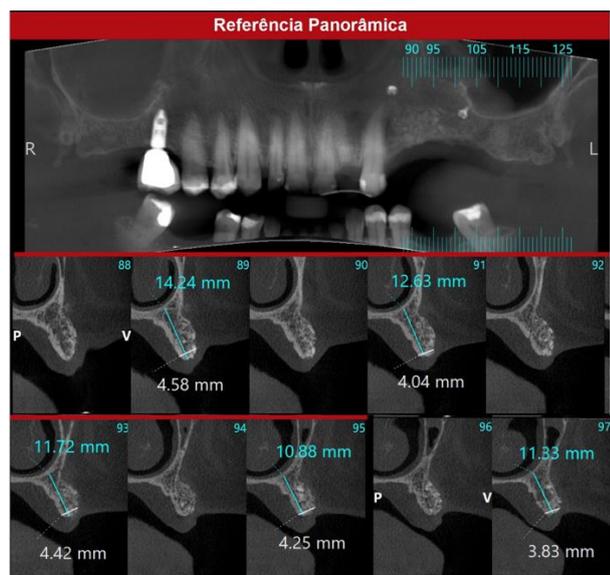


Figura 12. Aspecto tomográfico apresentando normalidade óssea e ganho de espessura na região entre 24 e 25.

Ao término do procedimento, foi prescrita a seguinte medicação: Amoxicilina 875 mg + Clavulanato de Potássio 125 mg a cada 12 horas por 14

(quatorze) dias, Dexametasona 4 mg a cada 8 horas por 3 (três) dias e Dipirona 500 mg a cada 6 horas por 3 (três) dias.

Após o período de 8 (oito) meses da realização do enxerto ósseo, foi solicitada uma nova tomografia computadorizada da região para avaliar a neoformação óssea na área enxertada (Figura 12 e Figura 13).

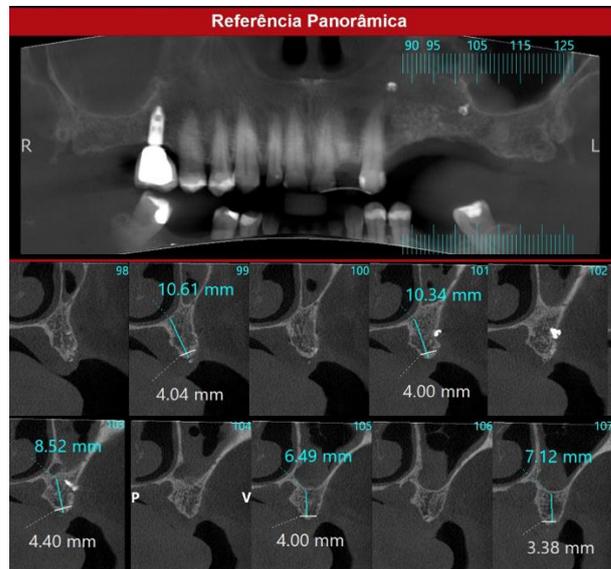


Figura 13. Aspecto tomográfico apresentando normalidade óssea e ganho de espessura na região entre 26 e 27.

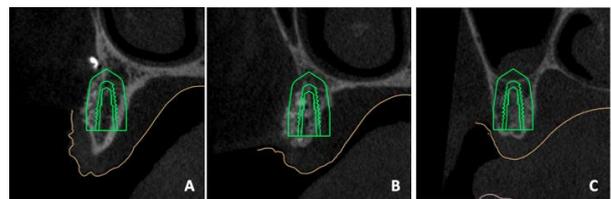


Figura 14. Planejamento virtual para cirurgia de implantes guiados. A: região do elemento 24. B: região do elemento 25. C: região do elemento 26.

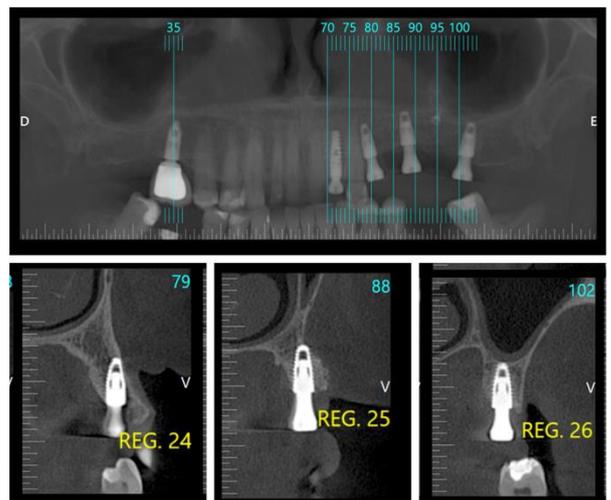


Figura 15. Aspecto de normalidade óssea peri-implantar, evidenciando osseointegração dos implantes dentro do envelope ósseo enxertado. Nota-se na imagem da referência panorâmica, a presença de um implante osseointegrado na região do elemento 22.

Observou-se um excelente ganho de espessura óssea na região enxertada, dessa forma viabilizando a instalação de implantes dentários na região. Nota-se,

também, a presença dos parafusos de fixação da membrana.

Um novo planejamento se deu início a partir do escaneamento intraoral e planejamento digital para implantes guiados dos elementos ausentes posteriores (Figura 14).

Após o período da osseointegração dos implantes guiados, foi solicitada uma nova tomografia computadorizada para verificação do posicionamento e osseointegração dos implantes instalados.

3. DISCUSSÃO

A ROG consolidou-se como uma técnica essencial na odontologia. Esta abordagem cirúrgica, em conjunto com o LSM, tem se mostrado complementar, especialmente em casos de reabsorção óssea que dificultam a colocação de implantes dentários^{3,5}. Com os avanços tecnológicos, tornou-se possível integrar o diagnóstico com a tomografia computadorizada, permitindo a visualização simultânea das estruturas ósseas e protéticas em 3D. Essa inovação facilita o planejamento cirúrgico e protético de maneira virtual, eliminando a necessidade de modelos físicos de estudo³⁰.

Bielecki-Kowalski *et al.* (2021)¹¹ destacam que a tomografia computadorizada oferece múltiplos benefícios na prática clínica, auxiliando no diagnóstico, no planejamento de casos e na definição de estratégias terapêuticas, além de fornecer informações cruciais sobre o prognóstico. Segundo os autores, este exame de imagem é amplamente considerado o padrão-ouro na área. A Associação Americana de Radiologia Oral e Maxilofacial também sublinha a importância das imagens transversais no planejamento de implantes dentários, devido à facilidade de acesso, manuseio e à baixa dose de radiação envolvida, o que justifica o uso difundido da tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) na implantodontia¹⁰. Costa *et al.* (2023)¹² corroboram a utilização da TCFC na avaliação dos locais cirúrgicos antes da colocação de implantes, bem como na análise de complicações pós-operatórias, permitindo a detecção precoce e precisa da morfologia da perda óssea peri-implantar, sem distorções.

Jacobs *et al.* (2018)¹⁰ destacam que, apesar de algumas limitações, como a baixa faixa de contraste, o tamanho restrito do detector, o campo de visão limitado e a insuficiência de informações sobre tecidos moles internos, a TCFC permanece uma opção viável. Scarfe *et al.* (2006)³¹ ressaltam que a TCFC proporciona imagens nítidas de estruturas de alto contraste, sendo particularmente eficaz na avaliação do tecido ósseo¹³.

Quando comparada à Tomografia Computadorizada de Feixe Plano (TCFP), também conhecida como Fan-Beam, a TCFC apresenta diversas vantagens, incluindo a limitação do feixe de raios-X, maior precisão das imagens, aquisição de dados mais rápida, menor dose de radiação e redução de artefatos técnicos¹³. Bielecki-Kowalski *et al.* (2021)¹¹ complementam que as imagens obtidas pela segmentação da TCFP oferecem uma representação mais detalhada da estrutura óssea

compacta. Entretanto, este exame é mais suscetível a artefatos, especialmente na presença de próteses metálicas na cavidade oral¹¹.

Nyman *et al.* (1982)³² e Retzepe & Donos (2010)³³ destacam a importância das membranas oclusivas na regeneração óssea guiada (ROG), uma vez que atuam como barreiras para a exclusão de células não osteogênicas³. Essa exclusão é crucial, pois cria um ambiente favorável para o crescimento de células formadoras de osso, fator essencial para a regeneração óssea. A técnica é particularmente eficaz no reposicionamento tridimensional dos implantes, um aspecto fundamental para o sucesso a longo prazo dos procedimentos odontológicos³. Por outro lado, Schiegnitz & Virnik. (2023)¹⁶ enfatizam a relevância do LSM, especialmente em pacientes com maxilas atroficas. Ao utilizar lascas de osso autógeno e substitutos ósseos xenogênicos, o LSM tem se mostrado uma técnica segura e previsível, contribuindo significativamente para a melhoria da qualidade de vida dos pacientes. Essa técnica complementa a ROG, proporcionando uma abordagem abrangente para a reabilitação de áreas com perda óssea¹⁶.

O tratamento para deficiências da crista horizontal envolve uma série de técnicas, como a ST¹. Kim *et al.* (2023)² relatam que a técnica desenvolvida por Istvan Urban promove de forma eficaz a regeneração óssea, quando a membrana de colágeno é fixada com um pino de titânio e o material do enxerto é comprimido em direção à crista. Wang *et al.* (2006)³⁴ afirmam que a ST é um procedimento previsível, pois segue princípios como fechamento primário, angiogênese, manutenção do espaço e estabilidade da ferida². Em contrapartida, a técnica convencional de ROG, que envolve o uso de enxertos autógenos e alogênicos em bloco, enxertos particulados autógenos, xenogênicos e aloplásticos, além de uma barreira mecânica para isolar o local cirúrgico e promover a formação óssea, tem apresentado resultados insatisfatórios, principalmente devido à instabilidade dos materiais de enxerto utilizados. Isso ressalta a eficácia da ST em proporcionar um processo de cicatrização mais estável e confiável em comparação com as abordagens convencionais^{2,7,14}.

Sánchez-Sánchez *et al.* (2021)⁴ relatam que a ST utiliza enxertos autógenos e xenogênicos em proporções iguais (1:1). De acordo com Pieroni *et al.* (2024)¹⁷, essa combinação reduz a quantidade de osso autógeno necessária, diminuindo, assim, as complicações na área doadora. Embora o osso autógeno seja reconhecido por suas propriedades osteogênicas e osteoindutoras, pode carecer da resistência estrutural necessária em determinados casos. Nesse contexto, as partículas do enxerto xenógeno e a fixação da membrana reabsorvível com pinos desempenham um papel crucial na manutenção do espaço, assegurando a estabilidade do material enxertado^{4,17}. Além disso, Fernandes *et al.* (2024)²³ afirmam que essa técnica promove uma cicatrização eficiente do tecido mole, com baixa incidência de

infecções ou exposição da membrana. Pieroni *et al.* (2024)¹⁷ destacam ainda que a abordagem elimina a necessidade de um segundo procedimento cirúrgico para a remoção da membrana ou dos pinos, o que resulta em uma menor ocorrência de complicações.

Para restabelecer a quantidade adequada de tecido ósseo na área afetada pela perda óssea, diversos materiais têm sido propostos, entre eles o enxerto autógeno. Conforme Thieu *et al.* (2021)³, este tipo de enxerto é capaz de promover a formação de novo tecido ósseo (propriedades osteogênicas), facilitar a migração e adesão de células ósseas (propriedades osteocondutoras) e estimular a diferenciação de células progenitoras em células formadoras de osso (propriedades osteoindutoras), tornando-se a opção preferencial em procedimentos que requerem a restauração do volume ósseo de maneira eficaz e segura. No entanto, Chiapasco *et al.* (2006)³⁵ e Nkenke & Neukam (2014)³⁶ ressaltam que, apesar de sua eficácia na regeneração óssea, os enxertos autógenos apresentam limitações. Dentre essas, destacam-se a taxa imprevisível de reabsorção, o que compromete a manutenção do espaço necessário para a formação óssea, além de possíveis complicações no local doador e desconforto no período pós-operatório³.

Aprile *et al.* (2020)¹⁸ indicam que a utilização de enxertos particulados em abordagens cirúrgicas contribui para a redução da morbidade e das complicações associadas a técnicas mais invasivas. Entretanto, o uso de enxertos alógenos e xenógenos também enfrenta desafios. De acordo com Thieu *et al.* (2021)³, esses enxertos podem aumentar o risco de transmissão de doenças e demandam uma segunda área cirúrgica, o que agrava a morbidade do paciente. Além disso, é crucial considerar os riscos associados às técnicas de regeneração óssea. Embora o transplante de osso autógeno seja eficaz, ele pode causar traumas significativos, prejudicando a função do tecido original do paciente, enquanto os enxertos alogênicos podem desencadear reações de rejeição, comprometendo o sucesso do procedimento²⁴.

O uso de membranas como barreira é um fator determinante para o êxito da ROG⁵. Segundo Sanz *et al.* (2019)³, as membranas reabsorvíveis de colágeno são as mais frequentemente utilizadas na ROG atualmente, embora sua resistência mecânica seja limitada. Recentemente, Turri *et al.* (2016)²³ demonstraram que as membranas de colágeno não atuam apenas como barreiras passivas, mas também como compartimentos bioativos, atraindo células para a área da lesão, liberando sinais que favorecem a regeneração e remodelação óssea, e promovendo a expressão de fatores quimiotáticos que modulam a estrutura osteogênica^{23,38}.

Aprile *et al.* (2020)¹⁸ afirmam que, entre as membranas não reabsorvíveis, o politetrafluoroetileno expandido (ePTFE) é considerado o padrão-ouro devido à sua estabilidade mecânica, biocompatibilidade e eficácia na promoção da regeneração óssea. No entanto, a rigidez desse material pode acarretar

problemas, como deiscência tecidual, o que pode expor a membrana e aumentar o risco de infecção. Heggendorf *et al.* (2022)¹⁴ identificam desvantagens adicionais associadas ao uso dessas membranas, como taxas elevadas de complicações, incluindo a deiscência de feridas, acúmulo de placa, infecções, custos elevados e a necessidade de uma segunda cirurgia para a remoção da membrana. A principal desvantagem dessas membranas reside na possibilidade de exposição no ambiente bucal, o que pode resultar em contaminação bacteriana e exigir a remoção precoce, afetando negativamente a qualidade e a quantidade de osso regenerado¹⁴.

Ottenbacher *et al.* (2021)¹⁹ indicam que as membranas de colágeno nativas, como Jason e BioGide, provocam uma resposta inflamatória menos intensa, resultando em uma absorção mais lenta. Esse comportamento permite que as membranas mantenham sua função de barreira por um período prolongado, ao mesmo tempo em que se integram ao tecido do hospedeiro. Ambas as membranas apresentam resultados positivos semelhantes, contudo, a membrana Jason possui maior penetração celular, resultando em uma resposta biológica inicial mais intensa. Por outro lado, Marques *et al.* (2023)²² relatam que a membrana Bio-Gide, derivada do pericárdio suíno e de dupla camada, é considerada o padrão-ouro em relação a outros materiais. Sua reabsorção mais lenta auxilia no processo de regeneração periodontal.

Materiais como o L-PRF têm sido amplamente utilizados para aprimorar as propriedades dos enxertos ósseos⁷. Segundo Egierska *et al.* (2023)³⁹, o L-PRF adere ao tecido ósseo por meio da fibrina, o que melhora a estabilidade do preenchimento. Nesse contexto, a combinação de enxertos ósseos com o uso de membranas de L-PRF favorece significativamente a regeneração óssea e a cicatrização tecidual^{7,14}. Além disso, Egierska *et al.* (2023)³⁹ relatam que essa associação estimula a proliferação e migração de células-tronco, promove a angiogênese celular e auxilia na prevenção de infecções. A membrana de L-PRF ativa fosfatos alcalinos, que possuem atividade osteoblástica, promovendo, assim, a formação óssea¹⁴.

A fixação das membranas também apresenta benefícios para a ROG, resultando no desenvolvimento de diversas técnicas de fixação, embora estas possam apresentar desafios clínicos. Conforme Wang *et al.* (2022)²⁵, a ST, que utiliza uma membrana fixada com pinos de titânio, foi desenvolvida para estabilizar tanto os enxertos quanto as membranas. No entanto, essa técnica acarreta riscos, como possíveis lesões às raízes de dentes adjacentes e outras estruturas anatômicas importantes, além da necessidade de um segundo procedimento cirúrgico para a remoção dos pinos não reabsorvíveis.

Wang *et al.* (2022)²⁵ também mencionam que a técnica de sutura pode ser empregada para fixar enxertos e membranas em áreas de implantes únicos, evitando as complicações associadas ao uso de pinos. Contudo, para grandes defeitos ósseos horizontais, o

uso de parafusos ainda é recomendado, uma vez que a técnica de sutura pode não fornecer a estabilidade necessária. Além disso, são necessárias mais evidências para avaliar a superioridade dos resultados da ROG com o uso de pinos de fixação. Até o presente momento, a relação entre a nova regeneração óssea e os diferentes métodos de fixação permanece incerta, sendo essenciais pesquisas futuras para identificar a técnica ideal que favoreça uma regeneração óssea adequada^{25,26}.

Com o intuito de reduzir falhas em implantes, o uso de antibióticos tem sido sugerido, com destaque para a amoxicilina. Salgado-Peralvo *et al.* (2022)²⁸ indicam que, apesar das orientações, muitos antibióticos de longa duração são prescritos, sendo administrados um ou dois dias antes da cirurgia e mantidos por cinco a sete dias após o procedimento. A recomendação é a aplicação de 2 a 3 gramas de amoxicilina uma hora antes da cirurgia para reduzir a taxa de falhas e a carga bacteriana associada às partículas ósseas enxertadas em procedimentos de aumento ósseo com implantes. Em contrapartida, Roca-Millan *et al.* (2021)²⁹ argumentam que uma dose única pré-operatória é suficiente. Canullo *et al.* (2020)⁴⁰ e Romandini *et al.* (2019)⁴¹ enfatizam que a profilaxia antibiótica é eficaz na prevenção de falhas em pacientes saudáveis e é fundamental considerar o uso de antibióticos no período pós-operatório. No entanto, esses autores também ressaltam a falta de evidências robustas para determinar dosagens específicas, evidenciando a ausência de diretrizes claras a esse respeito²⁹.

4. CONCLUSÃO

Apesar das limitações presentes na literatura, a técnica de ROG tem demonstrado benefícios consistentes em diversos procedimentos odontológicos ao longo do tempo. Estudos futuros são essenciais para o aprimoramento dessa técnica e para o estabelecimento de um protocolo padronizado. No caso relatado, a aplicação da ROG com o objetivo de viabilizar a instalação futura de um implante dentário resultou em um aumento expressivo da maxila, alinhando-se a achados de pesquisas semelhantes. A técnica utilizada, que combina enxerto de osso autógeno, matriz óssea bovina, membrana de colágeno absorvível e L-PRF, mostrou resultados positivos ao minimizar a reabsorção óssea e criar uma barreira eficiente para os tecidos moles, favorecendo a regeneração óssea. A membrana de L-PRF desempenhou um papel adicional na aceleração da cicatrização e na melhoria do conforto pós-operatório, embora a literatura ainda seja limitada sobre sua utilização, ressaltando a necessidade de mais pesquisas para otimizar essa abordagem.

5. REFERÊNCIAS

[1] Fernandes G, Aras M, Chitre V, *et al.* Esthetic Rehabilitation of Partially Edentulous Ridge With Horizontal Bone Augmentation Using the Sausage Technique: A Report of Two Cases. *Cureus*. 2024;

16(3):e56015

[2] Kim KM, Choi SY, Park JH *et al.* Six-month stability following extensive alveolar bone augmentation by sausage technique. *Maxillofac Plast Reconstr Surg*. 2023; 45(1):16

[3] Thieu MKL, Haugen HJ, Sanz-Esporrin J, *et al.* Guided bone regeneration of chronic no contained bone defects using a volume stable porous block TiO2 scaffold: An experimental in vivo study. *Clin Oral Implants Res*. 2021; 32(3):369-381.

[4] Sánchez-Sánchez J, Pickert FN, Sánchez-Labrador L, *et al.* Horizontal Ridge Augmentation: A Comparison between Khoury and Urban Technique. *Biology (Basel)*. 2021; 10(8):749.

[5] Bertran Faus A, Cordero Bayo J, Velasco-Ortega E, *et al.* Customized Titanium Mesh for Guided Bone Regeneration with Autologous Bone and Xenograft. *Materials (Basel)*. 2022; 15(18):6271.

[6] Aalam AA, Krivitsky-Aalam A, Kurtzman GM, *et al.* The severely atrophic maxilla: Decision making with zygomatic and pterygoid dental implants. *J Oral Biol Craniofac Res*. 2023; 13(2):202-206.

[7] Amaral Valladão CA Jr, Freitas Monteiro M, Joly JC. Guided bone regeneration in staged vertical and horizontal bone augmentation using platelet-rich fibrin associated with bone grafts: a retrospective clinical study. *Int J Implant Dent*. 2020; 6(1):72.

[8] Mateo GD, Mazón-Esteve JP, Pineda-Villacorta CR, *et al.* Frequency of surgical bone augmentation methods complementary to dental implant placement: A study evaluated with cone beam computed tomography. *J Clin Exp Dent*. 2023; 15(12):e1029-e1034.

[9] Calciolari E, Corbella S, Gkrantias N, *et al.* Efficacy of biomaterials for lateral bone augmentation performed with guided bone regeneration. A network meta-analysis. *Periodontol 2000*. 2023; 93(1):77-106.

[10] Jacobs R, Salmon B, Codari M, *et al.* Cone beam computed tomography in implant dentistry: recommendations for clinical use. *BMC Oral Health*. 2018; 18(1):88.

[11] Bielecki-Kowalski B, Kozakiewicz M. Assessment of Differences in the Dimensions of Mandible Condyle Models in Fan- versus Cone-Beam Computer Tomography Acquisition. *Materials (Basel)*. 2021; 14(6):1388.

[12] Costa JA, Mendes JM, Salazar F, *et al.* Analysis of peri-implant bone defects by using cone beam computed tomography (CBCT): an integrative review. *Oral Radiol*. 2023; 39(3):455-466.

[13] Vasconcelos CCS, Loureiro MAZ. Effect of different intraradicular posts in the dimensions of root canal computed tomography images. *Indian J Dent Res*. 2020. 31(3):475-480.

[14] Heggendorf FL, Figueiredo Filho BP, Pires JLS, *et al.* Complications in the guided bone regeneration technique associated with the d-PTFE membrane: case report. *RGO, Rev Gaúch Odontol*. 2022; 70: e20220046.

[15] Wang HL, Katranji A. ABC sinus augmentation classification. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2008; 28(4):383-9.

[16] Virnik S, Cueni L, Kloss-Brandstätter, A. Is one-stage lateral sinus lift and implantation safe in severely atrophic maxillae? Results of a comparative pilot study. *Int J Implant Dent* 2023; 9: 6.

[17] Pieroni S, Miceli B, Giboli L, *et al.* Efficacy of the Sausage Technique in Rebuilding the Crestal Buccal

- Bone Thickness: A Retrospective Analysis. *Dent J (Basel)*. 2024; 12(6):180.
- [18] Aprile P, Letourneur D, Simon-Yarza T. Membranes for Guided Bone Regeneration: A Road from Bench to Bedside. *Adv Healthc Mater*. 2020; 9(19): e2000707.
- [19] Ottenbacher N, Alkildani S, Korzinskas T, *et al.* Novel Histomorphometrical Approach to Evaluate the Integration Pattern and Functionality of Barrier Membranes. *Dent J (Basel)*. 2021; 9(11):127.
- [20] Sehgal V, Ruangsawasdi N, Kiattavorncharoen S, *et al.* Occlusive and Proliferative Properties of Different Collagen Membranes-An In Vitro Study. *Materials (Basel)*. 2023; 16(4):1657
- [21] Zhang J-Y, Liu K, Liu R-X, *et al.* Safety and Efficacy of Midface Augmentation Using Bio-Oss Bone Powder and Bio-Gide Collagen Membrane in Asians. *Journal of Clinical Medicine*. 2023; 12(3):959
- [22] Marques D, Teixeira LN, Elias CN, *et al.* Surface topography of resorbable porcine collagen membranes, and their effect on early osteogenesis: An in vitro study. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg*. 2023; 124(6S): 101607.
- [23] Sbricoli L, Guazzo R, Annunziata M, *et al.* Selection of Collagen Membranes for Bone Regeneration: A Literature Review. *Materials (Basel)*. 2020; 13(3):786.
- [24] Liu M, Liu Y, Luo F. The role and mechanism of platelet-rich fibrin in alveolar bone regeneration. *Biomed Pharmacother*. 2023.
- [25] Wang LH, Ruan Y, Zhao WY, *et al.* Modified membrane fixation technique in a severe continuous horizontal bone defect: A case report. *World J Clin Cases*. 2022; 10(17):5789-97.
- [26] Paik JW, Kwon YH, Park JY, *et al.* Effect of Membrane Fixation and the Graft Combinations on Horizontal Bone Regeneration: Radiographic and Histologic Outcomes in a Canine Model. *Biomater Res*. 2024; 28:0055.
- [27] Sanz-Sánchez I, Sanz-Martín I, Ortiz-Vigón A, *et al.* Complications in bone-grafting procedures: Classification and management. *Periodontol* 2000. 2022; 88(1):86-102.
- [28] Salgado-Peralvo AO, Mateos-Moreno MV, Velasco-Ortega E, *et al.* Preventive antibiotic therapy in bone augmentation procedures in oral implantology: A systematic review. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg*. 2022; 123(1):74-80.
- [29] Roca-Millan E, Estrugo-Devesa A, Merlos A, *et al.* Systemic Antibiotic Prophylaxis to Reduce Early Implant Failure: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Antibiotics (Basel)*. 2021; 10(6):698.
- [30] Poli PP, Muktadar AK, Souza FÁ, *et al.* Computer-guided implant placement associated with computer-aided bone regeneration in the treatment of atrophied partially edentulous alveolar ridges: A proof-of-concept study. *J Dent Sci*. 2021; 16(1):333-41.
- [31] 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.
- [32] Nyman S, Gottlow J, Karring T, *et al.* The regenerative potential of the periodontal ligament. An experimental study in the monkey. *J Clin Periodontol*. 1982; 9(3):257-65.
- [33] Retzeppi M, Donos N. Guided Bone Regeneration: biological principle and therapeutic applications. *Clin Oral Implants Res*. 2010; 21(6):567-76.
- [34] Wang HL, Boyapati L. "PASS" principles for predictable bone regeneration. *Implant Dent*. 2006; 15(1):8-17.
- [35] Chiapasco M, Zaniboni M, Boisco M. Augmentation procedures for the rehabilitation of deficient edentulous ridges with oral implants. *Clin Oral Implants Res*. 2006 Oct; 17 Suppl 2:136-59.
- [36] Nkenke E, Neukam FW. Autogenous bone harvesting and grafting in advanced jaw resorption: morbidity, resorption and implant survival. *Eur J Oral Implantol*. 2014 Summer; 7 Suppl 2: S203-17.
- [37] Sanz M, Dahlin C, Apatzidou D, *et al.* Biomaterials and regenerative technologies used in bone regeneration in the craniomaxillofacial region: Consensus report of group 2 of the 15th European Workshop on Periodontology on Bone Regeneration. *J Clin Periodontol*. 2019; 46 Suppl 21:82-91.
- [38] Turri A, Elgali I, Vazirisani F, *et al.* Guided bone regeneration is promoted by the molecular events in the membrane compartment. *Biomaterials*. 2016; 84:167-83
- [39] Egierska D, Perszke M, Mazur M, *et al.* Platelet-rich plasma and platelet-rich fibrin in oral surgery: A narrative review. *Dent Med Probl*. 2023; 60(1):177-86.
- [40] Canullo L, Troiano G, Sbricoli L, *et al.* The Use of Antibiotics in Implant Therapy: A Systematic Review and Meta-Analysis with Trial Sequential Analysis on Early Implant Failure. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2020; 35(3):485-94.
- [41] Romandini M, De Tullio I, Congedi F, *et al.* Antibiotic prophylaxis at dental implant placement: Which is the best protocol? A systematic review and network meta-analysis. *J Clin Periodontol*. 2019; 46(3):382-95.