

REGENERAÇÃO ÓSSEA GUIADA COM MEMBRANA DE PTFE REFORÇADA COM TITÂNIO: RELATO DE CASO UTILIZANDO A TÉCNICA DE URBAN

GUIDED BONE REGENERATION WITH TITANIUM-REINFORCED PTFE MEMBRANE: CASE REPORT USING THE URBAN TECHNIQUE

JONATHAN HEBERTH DE OLIVEIRA **MORAES**¹, DANIELA DE MORAIS **ROCHA**^{2*}

1. Cirurgião-dentista, especializando em Implantodontia pela Associação Brasileira de Odontologia; 2. Professora Mestre e Doutora, Disciplina de Implantodontia no curso de Especialização de Implantodontia da Associação Brasileira de Odontologia.

*Avenida Presidente Tancredo Neves, 249, Centro Cláudio Minas Gerais, Brasil. CEP 35534-000 EMAIL: dradanielamrocha@gmail.com

Recebido em 17/12/2025. Aceito para publicação em 29/12/2025

RESUMO

A perda óssea severa representa um desafio significativo na implantodontia, pois compromete a estabilidade e a estética dos implantes dentários. Diante disso, o presente trabalho tem como tema a aplicação da técnica de Urban na regeneração óssea guiada com uso de membranas de politetrafluoretileno (PTFE) reforçadas com titânio, e teve como objetivo principal relatar um caso clínico realizado na Associação Brasileira de Odontologia (ABO) de Divinópolis, Minas Gerais, analisando seus resultados e contextualizando-os com a literatura científica recente. A justificativa para a escolha do tema fundamenta-se na relevância crescente da técnica na implantodontia regenerativa e na necessidade de ampliar o conhecimento sobre sua aplicação clínica e previsibilidade de resultados. A metodologia envolveu uma revisão narrativa da literatura científica publicada entre 2000 e 2025, obtida em bases de dados como PubMed, SciELO e Google Scholar, utilizando descritores relacionados à ROG, membranas de PTFE e técnica de Urban. A discussão dos resultados demonstrou consonância com estudos contemporâneos que apontam a eficácia da técnica de Urban em promover regeneração previsível e duradoura, desde que sejam respeitados os princípios biológicos e cirúrgicos da ROG. Conclui-se que o uso de membranas de PTFE reforçadas com titânio, aliado à técnica de Urban, constitui uma abordagem eficaz e segura para a reabilitação de pacientes com atrofia óssea severa, contribuindo para o sucesso estético e funcional dos implantes dentários.

PALAVRAS-CHAVE: Regeneração óssea guiada; Membrana de PTFE; Técnica de Urban; Implantodontia; Enxerto ósseo.

ABSTRACT

Severe bone loss represents a significant challenge in implant dentistry, as it compromises the stability and aesthetics of dental implants. In this context, the present work focuses on the application of the Urban technique in guided bone regeneration using titanium-reinforced polytetrafluoroethylene (PTFE) membranes. The main

objective was to report a clinical case conducted at the Brazilian Dental Association (ABO) in Divinópolis, Minas Gerais, analyzing its results and contextualizing them with recent scientific literature. The rationale for choosing this topic lies in the growing relevance of the technique in regenerative implant dentistry and the need to expand knowledge regarding its clinical application and predictability of outcomes. The methodology involved a narrative review of scientific literature published between 2000 and 2025, obtained from databases such as PubMed, SciELO, and Google Scholar, using descriptors related to GBR, PTFE membranes, and the Urban technique. The discussion of results showed alignment with contemporary studies pointing to the efficacy of the Urban technique in promoting predictable and long-lasting regeneration, provided that the biological and surgical principles of GBR are respected. It is concluded that the use of titanium-reinforced PTFE membranes, combined with the Urban technique, is an effective and safe approach for rehabilitating patients with severe bone atrophies, contributing to the aesthetic and functional success of dental implants.

KEYWORDS: Guided bone regeneration. PTFE membrane. Urban technique. Implant dentistry. Bone graft.

1. INTRODUÇÃO

A perda óssea severa representa um dos principais desafios na implantodontia, especialmente quando se busca reabilitar pacientes com implantes dentários em áreas onde o volume ósseo foi significativamente comprometido. Para superar essa limitação, a regeneração óssea guiada (ROG) tem se mostrado uma técnica eficaz, permitindo a reconstrução de defeitos ósseos e criando condições adequadas para a instalação de implantes¹.

Entre as diferentes abordagens disponíveis, a técnica de Urban tem ganhado destaque por sua alta taxa de sucesso na regeneração óssea, tanto em defeitos verticais quanto horizontais. Esse método se baseia no uso de membranas não reabsorvíveis, que atuam como uma barreira protetora para o enxerto ósseo, impedindo a migração de tecidos moles para a área em

regeneração e favorecendo um ambiente propício para a neoformação óssea¹.

O objetivo deste trabalho é relatar um caso clínico que ilustra a aplicação da técnica de Urban, destacando o planejamento cirúrgico, a execução do procedimento e os resultados obtidos, além de discutir os desafios e benefícios dessa abordagem com base na literatura atual.

2. CASO CLÍNICO

Metodologia da revisão de literatura

Este trabalho consistiu em uma revisão narrativa da literatura, com o objetivo de reunir e analisar publicações científicas relevantes sobre a regeneração óssea guiada (ROG), o uso de membranas de PTFE reforçadas com titânio e a técnica de Urban. A busca dos artigos foi realizada entre janeiro e março de 2025, utilizando as bases de dados eletrônicas PubMed/MEDLINE, SciELO (Scientific Electronic Library Online) e Google Scholar. Foram empregados descritores e combinações de palavras-chave em português e inglês, incluindo “regeneração óssea guiada” / “guided bone regeneration”, “membrana de PTFE” / “PTFE membrana”, “membrana reforçada com titânio” / “titanium-reinforced membrane”, “técnica de Urban” / “Urban technique” e “implantodontia” / “Implant dentistry”. Foram incluídos artigos publicados entre 2000 e 2025, estudos clínicos, revisões sistemáticas, revisões narrativas ou relatos de caso envolvendo ROG com membranas não reabsorvíveis, textos disponíveis em português, inglês ou espanhol, e trabalhos com foco em reconstruções ósseas para instalação de implantes dentários. Foram excluídos artigos duplicados em diferentes bases, estudos realizados apenas em animais ou em ambiente laboratorial sem aplicação clínica, bem como trabalhos sem acesso ao texto completo.

Após a triagem, foram selecionadas aproximadamente 30 publicações consideradas relevantes para a fundamentação teórica deste trabalho, com ênfase nos estudos que descrevem a indicação, técnica cirúrgica, materiais utilizados, resultados clínicos e complicações associadas à ROG com membranas de PTFE reforçadas com titânio.

Metodologia do relato de caso clínico

O presente trabalho apresenta também um relato de caso clínico realizado na (ABO) associação Brasileira de Odontologia, localizado na cidade de Divinópolis, Minas Gerais, com o objetivo de demonstrar a aplicação prática da técnica de Urban em um paciente com necessidade de regeneração óssea para instalação de implante dentário.

O paciente foi informado sobre todas as etapas do procedimento e assinou o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), autorizando a utilização de seus dados e imagens para fins científicos, de forma anônima, em conformidade com a Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde.

O tratamento seguiu o protocolo clínico descrito por Urban *et al.* (2019)¹ para regeneração óssea guiada com membrana de PTFE reforçada com titânio, envolvendo:

1. Avaliação clínica e tomográfica da área edêntula;
2. Incisão e descolamento total do retalho mucoperiosteal;
3. Decorticação do leito ósseo receptor;
4. Preenchimento com enxerto ósseo particulado (xenógeno e/ou autógeno);
5. Cobertura com membrana de PTFE reforçada com titânio;
6. Fixação da membrana com parafusos de titânio;
7. Sutura primária sem tensão;
8. Acompanhamento pós-operatório clínico e radiográfico até o momento da reabertura e instalação do implante dentário.

Os dados clínicos, radiográficos e fotográficos foram documentados e analisados de forma descritiva, observando o ganho ósseo obtido e a integração do enxerto após o período de cicatrização.

O presente relato foi elaborado conforme as diretrizes CARE (Case Report Guidelines), que padronizam a apresentação de relatos de caso clínico em pesquisa científica.

REFERENCIAL TEÓRICO

Origem e Descoberta do Politetrafluoretileno

O politetrafluoretileno (PTFE), conhecido comercialmente como Teflon®, foi descoberto em 1938 por Roy Plunkett, químico da DuPont, nos Estados Unidos. Durante experimentos com gases refrigerantes, Plunkett observou que uma amostra de tetrafluoretileno havia polimerizado em um material branco, escorregadio e quimicamente inerte^{2,3}. Esse material apresentava resistência a ácidos, álcalis e altas temperaturas, além de baixa adesão, o que o tornou ideal para aplicações industriais, como revestimentos anticorrosivos durante a Segunda Guerra Mundial⁴.

Na década de 1960, o PTFE começou a ser explorado na medicina devido à sua biocompatibilidade, ou seja, sua capacidade de não provocar reações imunológicas ou inflamatórias no corpo humano. O desenvolvimento do PTFE expandido (e-PTFE), um material poroso e flexível, foi um avanço significativo, introduzido pela W.L. Gore & Associates como Gore-Tex®. Inicialmente usado em próteses vasculares, o e-PTFE abriu caminho para aplicações odontológicas na década de 1980^{5,6}.

Desenvolvimento das Membranas de PTFE Reforçadas com Titânio

A aplicação do PTFE em odontologia foi impulsionada pelos conceitos de Regeneração óssea guiada (ROG), formalizados por pesquisadores como Nyman e Karring nos anos 1980⁷. Eles demonstraram que uma barreira física poderia isolar defeitos ósseos, impedindo a migração de células epiteliais e conjuntivas e permitindo a regeneração óssea por

células osteogênicas⁷. As primeiras membranas de e-PTFE, como a Gore-Tex® Periodontal Membrane, foram eficazes, mas tinham limitações: eram frágeis e podiam colapsar em defeitos maiores, comprometendo o espaço necessário para a formação de osso⁸.

Para superar essas limitações, empresas como Osteogenics Biomedical e Geistlich introduziram membranas de PTFE reforçadas com titânio na década de 1990. O titânio, amplamente utilizado em implantes dentários por sua biocompatibilidade e resistência mecânica, foi incorporado como uma malha ou esqueleto interno entre camadas de PTFE, geralmente na forma de PTFE denso (d-PTFE) ou e-PTFE⁹. O d-PTFE, com poros menores (0,2-0,3 µm), reduzia a permeabilidade bacteriana, permitindo que a membrana permanecesse exposta ao meio bucal sem contaminação significativa do enxerto⁶.

A integração do titânio trouxe vantagens cruciais: maior rigidez para manter o espaço de regeneração e facilidade de fixação com pinos ou parafusos, garantindo estabilidade durante a cicatrização¹⁰. Estudos clínicos demonstraram que membranas reforçadas, como a Cytoplast® Ti-250, alcançavam ganhos ósseos significativos, com média de 5,45 mm em aumentos verticais¹¹. Essas inovações consolidaram o uso dessas membranas em procedimentos odontológicos complexos.

Istvan Urban e sua Contribuição para a Popularização da Técnica de Regeneração Óssea Guiada

Istvan Urban é amplamente reconhecido por sua contribuição essencial para o avanço e a popularização da Regeneração Óssea Guiada (ROG), especialmente em casos de grandes defeitos ósseos horizontais e verticais. Sua abordagem inovadora integra conceitos biológicos e princípios cirúrgicos rigorosos, tornando a ROG uma técnica previsível e segura na reabilitação com implantes.

Um dos marcos de sua técnica é o uso da membrana de PTFE denso (d-PTFE) reforçada com titânio, que proporciona rigidez e estabilidade espacial ao enxerto, fundamental para evitar o colapso dos tecidos moles e manter o volume regenerativo¹¹. Diferente das membranas reabsorvíveis, essa membrana não se degrada durante o processo de cicatrização, necessitando remoção cirúrgica após o período de maturação óssea. Urban também padronizou o uso de enxertos particulados autógenos, obtidos principalmente da mandíbula (ramo ou mento), frequentemente combinados com biomateriais (como xenógenos) para melhorar o manuseio e reduzir a reabsorção¹². O enxerto é cuidadosamente moldado e estabilizado com a membrana de titânio, que é fixada com pinos de titânio em múltiplos pontos, garantindo a imobilização do material.

Outro ponto central da técnica de Urban é o manejo meticuloso dos tecidos moles. Ele enfatiza a realização de incisões minimamente invasivas, preservação da papila interdentária e liberação periostal ampla para

permitir o avanço passivo do retalho sem tensão. A sutura sem tensão é considerada essencial para o sucesso da regeneração, já que a exposição precoce da membrana é uma das principais causas de falha do enxerto¹².

A difusão do conhecimento desenvolvido por Urban se deu por meio de artigos científicos, cursos, palestras e especialmente por sua obra publicada em 2017, “Vertical and Horizontal Ridge Augmentation”, onde detalha casos clínicos e orientações passo a passo para reabilitações complexas. Sua técnica tornou-se referência mundial, especialmente entre implantodontistas que lidam com casos de atrofia óssea severa e demandas estéticas elevadas¹³.

Portanto, Istvan Urban não apenas desenvolveu uma técnica inovadora e eficiente, mas também contribuiu de forma decisiva para a sistematização, ensino e popularização da ROG, consolidando sua abordagem como um dos pilares da implantodontia regenerativa contemporânea¹².

Membrana de PTFE da Criteria Biomateriais

As membranas de PTFE reforçadas com titânio da Criteria Biomateriais, conhecidas comercialmente como Lumina-PTFE Titanium, vêm ganhando destaque na odontologia regenerativa por aliar rigidez estrutural, previsibilidade clínica e preço acessível. Por serem desenvolvidas e produzidas no Brasil, essas membranas oferecem qualidade comparável às importadas, com redução de até 60% nos custos, tornando-se uma excelente alternativa para a regeneração óssea guiada¹⁴.

Além disso, uma apresentação técnica da Criteria relatou a experiência com 70 casos clínicos utilizando a Lumina PTFE em situações com e sem exposição ao meio bucal, demonstrando bons resultados clínicos mesmo em exposições parciais, o que ressalta sua biocompatibilidade e resistência à contaminação¹⁵.

3. DISCUSSÃO

A regeneração óssea guiada (ROG) é considerada uma das abordagens mais previsíveis para reconstrução de defeitos alveolares complexos, permitindo o restabelecimento do volume ósseo necessário para a instalação de implantes dentários. No presente caso clínico, a aplicação da técnica de Urban, com o uso de membrana de PTFE reforçada com titânio associada a enxerto ósseo particulado, demonstrou resultados clínicos satisfatórios em termos de ganho ósseo tridimensional e estabilidade tecidual. Esses achados estão de acordo com os resultados obtidos por Urban *et al.* (2025)¹⁶, que relataram elevada previsibilidade e baixa taxa de complicações em reconstruções verticais utilizando membranas de PTFE-Ti reforçadas, com ganhos médios de 4 a 5 mm após nove meses de cicatrização.

Estudos recentes corroboram a importância da manutenção do espaço regenerativo e da exclusão seletiva de tecidos moles, princípios fundamentais da ROG. Pesquisas conduzidas por Urban *et al.* (2025)¹⁶ e

Fontana *et al.* (2023)¹⁷ evidenciaram que membranas não reabsorvíveis reforçadas com titânio mantêm a estabilidade do enxerto por mais tempo, prevenindo colapsos e favorecendo a osteogênese guiada. Entretanto, os autores alertam que a exposição precoce da membrana continua sendo a principal complicação associada, embora o fechamento sem tensão dos tecidos moles e o manejo adequado das margens cirúrgicas reduzam significativamente esse risco^{18,19,20}.

A decorticação cortical, ou realização de microperfurações no leito receptor, foi outro fator determinante no sucesso do presente caso. Essa manobra tem como objetivo estimular o influxo de células osteoprogenitoras e fatores de crescimento provenientes da medula óssea, acelerando o processo de neoformação óssea. Estudos experimentais recentes sugerem que a decorticação cortical pode favorecer maior volume de osso neoformado quando comparada a áreas sem perfurações¹⁹. Esses achados reforçam o racional biológico adotado na técnica utilizada.

A literatura contemporânea também destaca a relevância da abordagem microcirúrgica na execução da técnica de Urban. O uso de magnificação óptica, instrumentais delicados e suturas finas permite uma manipulação tecidual atraumática e favorece o fechamento primário da ferida cirúrgica, reduzindo a incidência de deiscências e infecções^{1,16}. Essa filosofia cirúrgica foi aplicada no caso relatado e contribuiu para o sucesso clínico observado.

Os resultados obtidos com ganho ósseo adequado, ausência de exposição de membrana e manutenção volumétrica estão em consonância com revisões sistemáticas recentes, que apontam a técnica de Urban como uma das mais previsíveis para reconstrução vertical, desde que respeitados os princípios biológicos e técnicos da ROG^{16,17,20}.

Contudo, é importante salientar que o presente trabalho se trata de um relato de caso isolado, o que limita a generalização dos resultados. Estudos clínicos randomizados e análises histológicas de longo prazo são necessários para confirmar a qualidade do tecido ósseo formado e a estabilidade volumétrica obtida^{16,19}.

RELATO DE CASO

O paciente, 45 anos, sexo masculino, compareceu à clínica-escola da ABO Divinópolis com queixa principal relacionada ao uso de prótese parcial removível (PPR), expressando insatisfação tanto funcional quanto estética. Relatou o desejo de substituição da prótese atual por uma solução fixa que proporcionasse maior conforto e estética.

A tomografia computadorizada realizada no pré-operatório (Figura 1) demonstrou uma deficiência óssea significativa em espessura na região edêntula, inviabilizando a instalação de implantes dentários em posição tridimensional ideal.



Figura 1. Tomografia computadorizada inicial evidenciando deficiência óssea horizontal na região edêntula. **Fonte:** tomografia fornecida pelo paciente (2024).

Figura 1. Exposição da região óssea após incisão e descolamento do retalho mucoperiosteal. Etapa inicial do procedimento cirúrgico. **Fonte:** autoria própria (2024).

Na fase inicial do procedimento cirúrgico, foi realizada a incisão intrasulcular com relaxantes

verticais, seguida pelo descolamento de retalho mucoperiosteal total, garantindo ampla visualização da área receptora.

O acesso cirúrgico permitiu a identificação precisa dos limites do defeito ósseo horizontal, essencial para o correto posicionamento da membrana e do material de enxerto. O retalho foi cuidadosamente manejado para preservar a vascularização e permitir fechamento primário livre de tensão (Figura 2).



Figura 2. Microperfurações corticais: estímulo celular e vascular na regeneração óssea guiada. **Fonte:** autoria própria (2024).

Após o acesso cirúrgico e exposição do defeito ósseo, foram realizadas microperfurações na cortical com o uso de broca esférica de baixa rotação sob irrigação abundante. Essa etapa tem como objetivo estimular o sangramento medular e promover a angiogênese local, favorecendo a integração do material de enxerto e a regeneração óssea. A técnica segue os princípios biológicos da Regeneração Óssea Guiada (ROG), que preconizam a criação de um ambiente osteogênico através do aumento do aporte vascular na região enxertada (Figura 3).



Figura 3. Exposição da área doadora. **Fonte:** autoria própria (2024).

Foi realizada uma incisão na região do mento, com descolamento mucoperiosteal para acesso à área doadora. A escolha do sítio intraoral visou a obtenção de osso autógeno particulado com alta qualidade

biológica, preservando a morfologia anatômica e minimizando morbidade ao paciente.

O osso coletado foi misturado em proporção adequada com biomaterial de origem bovina (xenógeno), formando um composto enxertável com propriedades osteocondutivas e osteoindutivas, potencializando a previsibilidade da regeneração óssea guiada. A combinação do osso autógeno com o xenógeno busca aliar vitalidade celular à estabilidade volumétrica a longo prazo (Figura 4).

Após a inserção e acomodação do material de enxerto, composto por osso autógeno particulado associado a biomaterial xenógeno, foi realizada a adaptação da membrana de PTFE denso reforçada com titânio. A membrana foi cuidadosamente moldada para cobrir totalmente o defeito e estabilizar o enxerto, respeitando os princípios da Regeneração Óssea Guiada (ROG).

Sua estrutura reforçada confere rigidez e estabilidade ao volume enxertado, ao mesmo tempo em que sua impermeabilidade impede a migração de células epiteliais e do tecido conjuntivo para o interior da área regenerativa. A fixação mecânica da membrana foi realizada com parafusos de titânio, garantindo imobilização e manutenção do espaço, fatores cruciais para o sucesso da neoformação óssea (Figura 5).



Figura 4. Colocação da membrana de PTFE reforçada com titânio. **Fonte:** autoria própria (2024).

A tomografia computadorizada realizada após seis meses do procedimento cirúrgico demonstrou um ganho substancial de volume ósseo no sentido horizontal, confirmando o sucesso da técnica de Regeneração Óssea Guiada (ROG) com membrana de PTFE reforçada com titânio.

A espessura óssea obtida permitiu a restauração adequada da anatomia alveolar e viabilizou a instalação de implantes em posição tridimensional favorável, com estabilidade primária previsível. O controle tomográfico evidencia a maturação óssea do enxerto e a eficácia da combinação entre osso autógeno e biomaterial xenógeno, além da manutenção do volume promovida pela membrana utilizada (Figura 6).

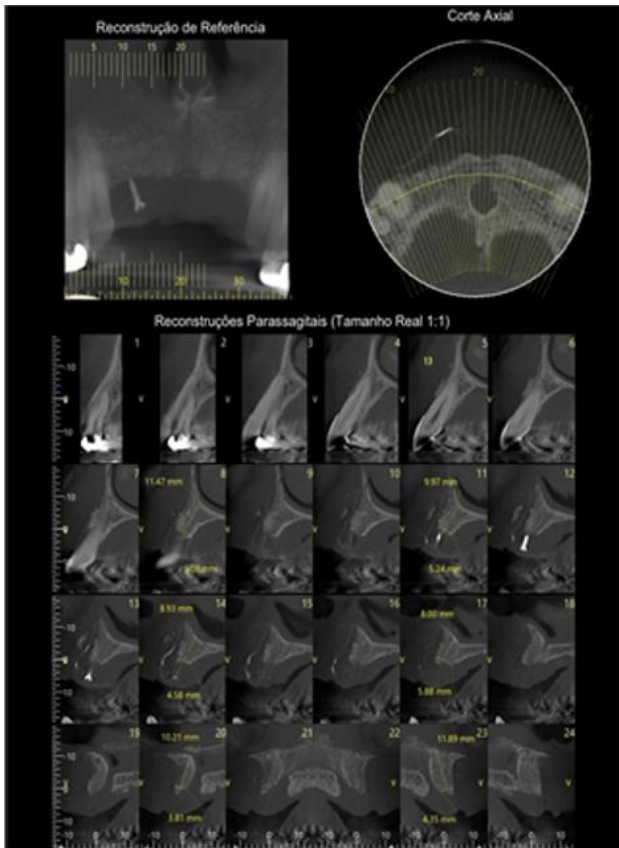
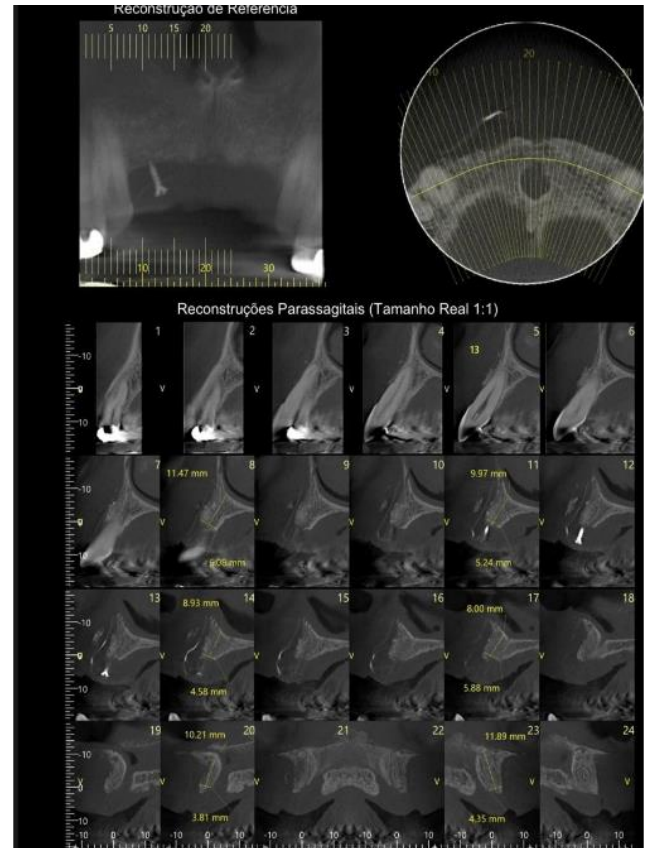


Figura 6. Tomografia após seis meses de enxerto. Fonte: tomografia fornecida pelo próprio paciente (2024).



Figuras 7. Comparação entre as duas tomografias. Fonte: tomografia fornecida pelo próprio autor (2024).

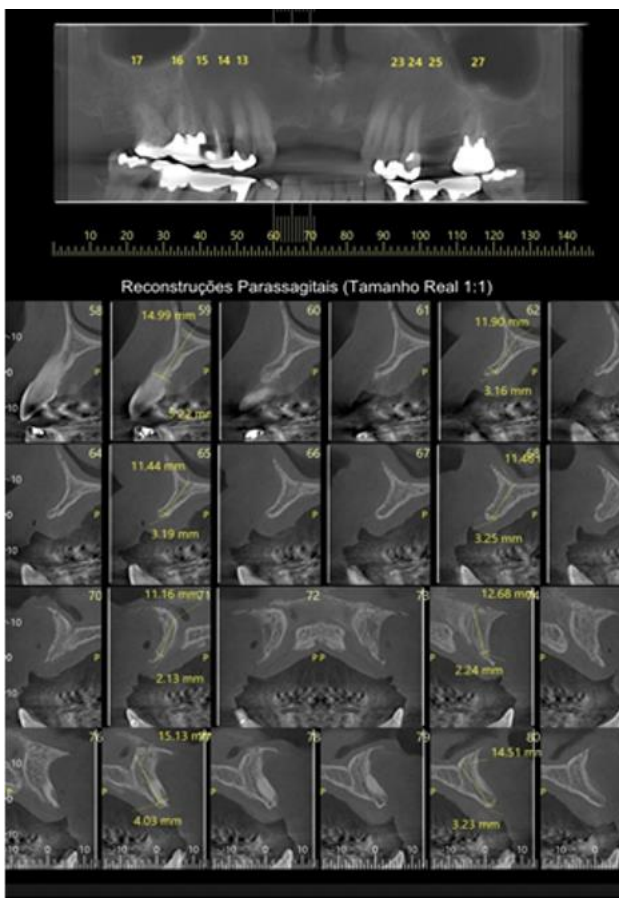


Figura 8. Implantes instalados. Fonte: raio x do próprio paciente (2024).

A radiografia indica bom volume regenerado e adaptação do implante, sem perda óssea inicial, sugerindo previsibilidade favorável de osseointegração ao implante.

4. CONCLUSÃO

A partir da revisão narrativa realizada, foi possível verificar que a regeneração óssea guiada constitui uma estratégia eficiente para a reconstrução de defeitos ósseos, especialmente quando se utilizam membranas de PTFE reforçadas com titânio, que garantem estabilidade do enxerto e manutenção do espaço necessário para a neoformação óssea.

A técnica de Urban mostrou-se eficaz em áreas com atrofia alveolar severa, permitindo resultados previsíveis e seguros para a instalação de implantes dentários. Dessa forma, os objetivos propostos neste trabalho foram plenamente alcançados, uma vez que foi possível reunir e analisar evidências que demonstram a

eficácia dessas abordagens no contexto clínico da implantodontia.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Associação Brasileira de Odontologia (ABO) de Divinópolis pelo suporte institucional para realização do caso clínico.

6. REFERÊNCIAS

- [1] Urban IA, et al. Vertical ridge augmentation using guided bone regeneration with titanium-reinforced d-PTFE membranes: a 9-month follow-up study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2019; 34(6):1329-1338.
- [2] Kinetic Chemicals. Polytetrafluoroethylene: technical report. Wilmington (DE); 1941.
- [3] Plunkett RJ. The history of polytetrafluoroethylene (PTFE). *J Polym Sci.* 1986; 74:363-366.
- [4] Sajid M, Amir S. Recent advances in polytetrafluoroethylene (PTFE) membranes for biomedical applications. *Mater Sci Eng C.* 2018; 92:733-746.
- [5] Gore & Associates. Expanded PTFE for medical applications. Newark (DE): W.L. Gore & Associates; 1983.
- [6] Bartee BK. The use of high-density polytetrafluoroethylene membrane to treat osseous defects: clinical reports. *Implant Dent.* 2001; 10(1):13-20.
- [7] Nyman S, Karring T, Lindhe J. Healing following surgical treatment and root demineralization in monkeys with experimental periodontitis. *J Clin Periodontol.* 1982; 9:290-296.
- [8] Bartee BK. Evaluation of a new polytetrafluoroethylene membrane for guided bone regeneration. *Implant Dent.* 1995; 4(4):303-311.
- [9] Bartee BK, Carr JA. Evaluation of a high-density polytetrafluoroethylene membrane as a barrier material to promote guided bone regeneration in the dog mandible. *J Oral Maxillofac Surg.* 1995; 53(10):1189-1194.
- [10] Urban IA, Nemcovsky CE, Lorz C. Guided bone regeneration for vertical augmentation using titanium-reinforced PTFE membranes: a clinical study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2011; 26(2):404-410.
- [11] Urban IA, et al. Vertical ridge augmentation with titanium-reinforced d-PTFE membranes. *Clin Oral Implants Res.* 2009; 20(12):148-154.
- [12] Urban IA, et al. Regeneration of large bone defects using titanium-reinforced d-PTFE membranes and autogenous bone: a clinical and histological study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2013; 28(3):620-627.
- [13] Urban IA. Vertical and horizontal ridge augmentation: new perspectives in regenerative implant dentistry. Chicago: Quintessence Publishing; 2017.
- [14] Criteria Biomateriais. Catálogo técnico: linha Lumina PTFE Titanium. Belo Horizonte: Criteria Biomateriais; 2024.
- [15] Criteria Biomateriais. Lumina-PTFE Titanium: aplicações clínicas e resultados. Belo Horizonte: Criteria Biomateriais; 2022.
- [16] Urban IA, et al. Complication rates and outcomes of guided bone regeneration using titanium-reinforced d-PTFE membranes: a multicenter study. *J Oral Implantol.* 2025; 51(1):55-63.
- [17] Fontana F, et al. Vertical ridge augmentation with titanium-reinforced d-PTFE membranes: a systematic review. *Clin Oral Implants Res.* 2023; 34(1):23-39.
- [18] Cucchi A, Sartori M, Aldini NN, et al. Vertical ridge augmentation using titanium-reinforced d-PTFE membranes: a retrospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2017; 32(3):e75-e82.
- [19] Kim J, et al. The effect of cortical bone decortication on guided bone regeneration: a histomorphometric study. *J Periodontol.* 2023; 94(5):624-633.
- [20] Wang HL, et al. Current concepts in guided bone regeneration for implant therapy. *Periodontol.* 2000. 2022; 88(1):145-182.