

REGENERAÇÃO ÓSSEA GUIADA COM PLANEJAMENTO DIGITAL E BARREIRA EM PEEK: RELATO DE CASO

Adson André Lopes da Silva^{1*}, Kelvin Antônio Souto de Carvalho¹

Orientador² Reginaldo de Albuquerque Araújo Neto

¹ Discentes do curso do bacharelado em Odontologia da Faculdade Maurício de Nassau - UNINASSAU;

² Docente do curso de bacharelado em Odontologia da Faculdade Mauricio de Nassau - UNINASSAU.

E-mail para correspondência: adson.als@gmail.com

Categoria: Estudante de Graduação ou Pós-Graduando/Profissional.

Eixo temático: 3 - Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial, Implantodontia e Harmonização facial

Palavras-chaves: Regeneração Óssea. Biomateriais. Implantodontia.

1 INTRODUÇÃO

A regeneração óssea guiada (ROG) vem sendo amplamente utilizada como uma alternativa previsível no tratamento de defeitos ósseos, principalmente quando associada ao planejamento digital, que permite maior precisão na execução cirúrgica e melhor adaptação dos biomateriais. A perda óssea horizontal e vertical ainda representa um grande desafio nas reabilitações de pacientes com longo período de edentulismo, uma vez que compromete tanto a instalação de implantes quanto o resultado estético final. Essas limitações tornam necessário o uso de técnicas que favoreçam a reconstrução adequada do volume ósseo, garantindo melhores condições para a reabilitação oral (ALAUDDIN *et al.*, 2022).

A perda óssea alveolar, especialmente em regiões estéticas como a anterior da maxila, exige uma abordagem ainda mais criteriosa. Nessas situações, além da necessidade de recuperação funcional, há uma preocupação significativa com o resultado estético, o que demanda reconstruções tridimensionais mais precisas. Nesse contexto, o uso de membranas barreira se torna fundamental, pois atua na exclusão de tecidos moles e na manutenção do espaço necessário para a formação de novo osso, contribuindo diretamente para o sucesso da regeneração (ALAUDDIN *et al.*, 2022).

Com o avanço das tecnologias digitais, principalmente na área da odontologia, o planejamento virtual associado à impressão 3D tem permitido a confecção de dispositivos personalizados, ajustados à anatomia de cada paciente. Essa individualização do tratamento aumenta a previsibilidade dos resultados e reduz possíveis intercorrências durante o procedimento cirúrgico. Além disso, a utilização dessas tecnologias possibilita um melhor controle do espaço regenerativo, fator essencial para o sucesso da regeneração óssea guiada (DUA *et al.*, 2021).

Dentro desse cenário, o poliéter-éter-cetona (PEEK) tem ganhado destaque como um material promissor para a confecção de barreiras personalizadas. Trata-se de um polímero de alto desempenho que apresenta excelente biocompatibilidade, resistência mecânica e estabilidade química, características que o tornam adequado para aplicações biomédicas. Sua compatibilidade com técnicas de manufatura aditiva permite a produção de estruturas sob medida, favorecendo uma melhor adaptação ao leito cirúrgico e maior estabilidade durante o processo de regeneração (RENDAS *et al.*, 2023).

Estudos recentes também demonstram que o PEEK apresenta comportamento favorável quando utilizado em regeneração óssea, especialmente quando estruturado na forma de “*scaffolds*” ou barreiras rígidas. Esses dispositivos são capazes de manter o espaço necessário para a formação óssea, além de apresentarem adequada interação com os tecidos biológicos. Além disso, sua resistência à deformação contribui para a manutenção da arquitetura planejada ao longo do período de cicatrização, fator importante para o sucesso clínico (LI *et al.*, 2024; PAPIA *et al.*, 2022).

Dessa forma, o uso do PEEK associado ao planejamento digital e às técnicas de impressão tridimensional tem se mostrado uma alternativa promissora na reconstrução de defeitos ósseos, especialmente em áreas de maior exigência estética e funcional. A possibilidade de personalização, aliada às propriedades mecânicas do material, permite resultados mais previsíveis e estáveis ao longo do tempo, ampliando as opções terapêuticas disponíveis na prática clínica (SU *et al.*, 2023; ZHU *et al.*, 2024).

Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo relatar um caso clínico de regeneração óssea guiada com planejamento digital e utilização de barreira personalizada em PEEK, destacando os principais aspectos clínicos, cirúrgicos e tecnológicos envolvidos no procedimento. Busca-se, assim, contribuir para a discussão sobre o uso de novas tecnologias na odontologia, com foco em abordagens mais seguras, previsíveis e alinhadas às demandas estéticas atuais.

2 OBJETIVOS

Este trabalho tem o objetivo de relatar através de relato de caso clínico, o procedimento de implementação de regeneração óssea guiada demonstrando e utilizando planejamento digital e barreira personalizada em membrana de poliéter-éter-cetona (PEEK) evidenciando e detalhando o protocolo cirúrgico, o preparo do enxerto e os resultados na reconstrução óssea anterior da maxila.

3 RELATO DE CASO

Paciente do sexo feminino, 49 anos, compareceu ao consultório apresentando como queixa principal a insatisfação estética e funcional do sorriso. Relatava desconforto no uso de prótese removível nos elementos anteriores superiores (11, 21 e 22), associada à presença de facetas nos demais dentes anteriores.

Apesar de já ter sido submetida a tratamento reabilitador prévio, a paciente permanecia insatisfeita, tanto do ponto de vista estético quanto funcional, especialmente devido à instabilidade e limitação proporcionadas pela prótese removível.

Ao exame clínico e tomográfico, foi evidenciada deficiência óssea significativa na região anterior de maxila, inviabilizando, naquele momento, a instalação de implantes osseointegrados. Diante desse cenário, foi proposto um plano de tratamento baseado em reconstrução óssea tridimensional, com o objetivo de restabelecer o volume ósseo adequado para posterior reabilitação com implantes e prótese fixa, visando devolver estética, função e previsibilidade ao caso.

Diante da reabsorção óssea horizontal e vertical significativa evidenciada pelos exames de imagens, comprometendo a reabilitação e a estética local. O procedimento cirúrgico envolveu incisão e descolamento de retalho total. O defeito foi preenchido com biomaterial particulado autógeno e xenógeno, coberto pela barreira PEEK fixada com microparafusos. A adaptação precisa e o encaixe anatômico proporcionado pelo planejamento digital minimizaram tensões teciduais e favoreceram o fechamento primário da ferida. O pós-operatório imediato não apresentou intercorrências, mantendo o fechamento primário e estabilidade volumétrica da área regenerada.

4 RESULTADOS

As figuras a seguir evidenciam por meio de registros fotográficos, desde o aspecto inicial da área operatória, o planejamento digital onde descreve o volume de osso necessário para estabilidade e instalação dos implantes, bem como, o procedimento cirúrgico até a síntese.

A Figura 1 evidencia o aspecto clínico inicial da área operatória por meio de imagem intraoral, permitindo observar a deficiência óssea presente na região a ser reabilitada. Na Figura 2, observa-se a obtenção do modelo digital a partir da integração entre o escaneamento intraoral e a tomografia computadorizada, etapa fundamental para o planejamento tridimensional do caso. As Figuras 3 e 4 apresentam cortes parassagitais, nos quais é possível visualizar com precisão o volume ósseo necessário para a futura instalação dos implantes em posição tridimensional ideal, respeitando os princípios protéticos e biológicos.

Na sequência, a Figura 5 ilustra o planejamento digital completo, evidenciando tanto o posicionamento ideal dos implantes quanto o desenho da barreira personalizada em PEEK, confeccionada de acordo com as necessidades anatômicas do paciente. As Figuras 6 e 7 mostram a área doadora, com destaque para a coleta de osso autógeno da região do ramo mandibular, realizada com o auxílio de broca coletora em baixa rotação (400 RPM), sem irrigação, técnica que visa preservar a viabilidade celular do enxerto.

A Figura 8 demonstra o preparo do material de enxertia, no qual o osso autógeno foi misturado em proporção equivalente com osso xenógeno (*Bio-Oss Small*), buscando aliar propriedades biológicas e mecânicas favoráveis ao processo de regeneração óssea. Nas Figuras 9 e 10, observa-se a inserção cuidadosa dessa mistura no interior da barreira personalizada em PEEK, garantindo o preenchimento adequado do espaço regenerativo previamente planejado.

As Figuras 11, 12 e 13 evidenciam a adaptação da barreira sobre o defeito ósseo, já preenchida com o material enxertado, seguida de sua fixação com parafusos, etapa essencial para a manutenção da estabilidade e do espaço necessário à neoformação óssea. Por fim, a Figura 14 demonstra o deslocamento do retalho com o objetivo de permitir um fechamento passivo da ferida cirúrgica, minimizando tensões nos tecidos. A Figura 15 apresenta o resultado final da síntese, realizada com fios de nylon 3.0 e polipropileno 5.0, garantindo adequada coaptação dos tecidos e favorecendo o processo de cicatrização.

Figura 1 – Imagem intraoral da região edêntula de incisivos centrais superiores, área cirúrgica para implementação da barreira em PEEK.



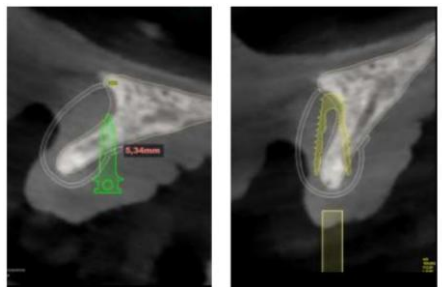
Fonte: Própria autoria.

Figura 2 - Obtenção de modelo digital a partir do escaneamento intraoral e tomografia computadorizada.



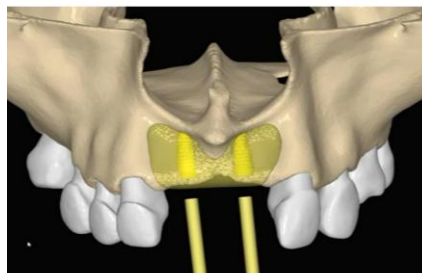
Fonte: Própria autoria

Figuras 3 e 4 - Cortes parassagitais evidenciando o volume necessário para instalação dos implantes em posição 3D ideal.



Fonte: Própria autoria.

Figura 5 - Planejamento digital da posição ideal dos futuros implantes e da barreira em PEEK.



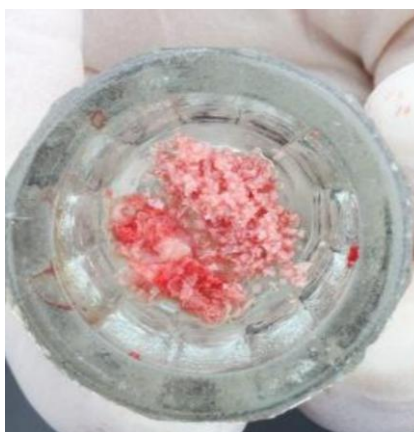
Fonte: Própria autoria.

Figuras 6 e 7 - Área doadora evidenciada por osso autógeno onde foi coletado da região de ramo mandibular utilizando broca coletora de osso autógeno na rotação de 400 RPM sem irrigação.



Fonte: Própria autoria.

Figura 8 - O material foi misturado em partes iguais com osso xenógeno (Bio-Oss Small), obtendo-se propriedades biológicas e mecânicas ideais à regeneração óssea.



Fonte: Própria autoria.

Figuras 9 e 10 - A mistura óssea foi cuidadosamente inserida dentro da barreira personalizada em PEEK.



Fonte: Própria autoria.

Figuras 11, 12 e 13 - Adaptação da barreira em PEEK sobre o defeito ósseo após preenchimento da mistura óssea e fixação com parafusos.



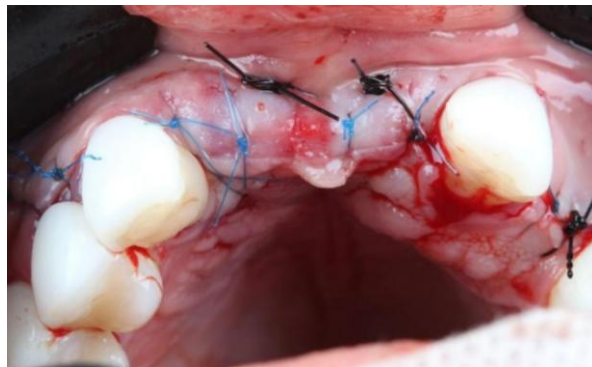
Fonte: Própria autoria.

Figura 14 - Deslocamento do retalho para fechamento passivo da ferida cirúrgica.



Fonte: Própria autoria.

Figura 15 - Fechamento passivo da ferida cirúrgica, foram utilizados de fios nylon 3.0 e polipropileno 5.0.



Fonte: Própria autoria.

5 DISCUSSÃO

A regeneração óssea guiada utilizando barreiras personalizadas em PEEK tem se mostrado uma alternativa promissora no tratamento de defeitos ósseos alveolares, principalmente em situações que exigem reconstruções tridimensionais mais complexas, como observado no presente caso clínico. A utilização de uma barreira confeccionada a partir de planejamento digital permitiu melhor adaptação à anatomia do defeito, além de favorecer a

manutenção do espaço regenerativo, fator essencial para o sucesso da técnica. Nesse sentido, membranas não reabsorvíveis personalizadas têm sido amplamente indicadas em defeitos severos, possibilitando a formação de tecido ósseo em volume adequado para posterior reabilitação com implantes, embora ainda existam limitações quanto ao desempenho mecânico ideal, conforme relatado por Zhu *et al.* (2024).

Do ponto de vista biológico, o sucesso da regeneração óssea guiada está diretamente relacionado às características da membrana utilizada. No caso apresentado, a estabilidade estrutural da barreira em PEEK associada à sua capacidade de manutenção de espaço contribuiu para a contenção do enxerto e proteção do coágulo, criando um ambiente favorável à neoformação óssea. De acordo com Alauddin *et al.* (2022), membranas ideais devem apresentar integridade estrutural, estabilidade dimensional e capacidade de isolamento seletivo, características que foram observadas clinicamente durante a execução do procedimento.

A associação do planejamento digital com a manufatura aditiva representou um diferencial importante neste caso, uma vez que possibilitou a confecção de uma barreira personalizada com adaptação precisa ao defeito ósseo. Essa abordagem permitiu maior previsibilidade cirúrgica e melhor controle do volume regenerativo, aspectos fundamentais em áreas estéticas. No entanto, apesar dos benefícios evidenciados, a literatura ainda não confirma de forma definitiva a superioridade dessas tecnologias em relação aos métodos convencionais no que diz respeito à redução de complicações ou aos resultados em longo prazo, sendo necessária cautela na interpretação dos achados (SU *et al.*, 2023).

O PEEK, utilizado como material para a confecção da barreira apresenta propriedades mecânicas favoráveis, como resistência e módulo de elasticidade semelhante ao do tecido ósseo, o que contribui para a estabilidade do sistema regenerativo, como observado na adequada fixação e manutenção da estrutura durante o procedimento cirúrgico. Entretanto, trata-se de um material biologicamente inerte, o que pode limitar sua interação direta com os tecidos ósseos e, consequentemente, influenciar o processo de osseointegração (LI *et al.*, 2024; PAPIA *et al.*, 2022).

Diante dessas limitações, estratégias como a associação com enxertos ósseos, conforme realizado neste caso com a combinação de osso autógeno e xenógeno, tornam-se fundamentais para otimizar o potencial regenerativo. Além disso, modificações de superfície do PEEK vêm sendo estudadas com o objetivo de aumentar sua bioatividade, promovendo melhor adesão celular e resposta biológica mais favorável. Segundo Rendas *et al.* (2023),

abordagens de bioativação podem melhorar significativamente a interação entre o material e o tecido ósseo, contribuindo para melhores resultados clínicos.

Apesar dos resultados clínicos satisfatórios observados neste caso, a literatura ainda aponta limitações importantes quanto à consolidação do uso do PEEK, especialmente associado à impressão 3D, na prática clínica rotineira. Muitas dessas aplicações ainda se encontram em fase de desenvolvimento e validação, sendo necessária maior quantidade de estudos clínicos de longo prazo para comprovar sua eficácia e segurança. Nesse sentido, Dua *et al.* (2021) destacam que grande parte das aplicações ainda está em fase experimental, o que reforça a necessidade de cautela na sua indicação.

No entanto, embora a utilização de barreiras personalizadas em PEEK associadas ao planejamento digital tenha demonstrado ser uma abordagem viável e com resultados encorajadores no presente caso, sua aplicação deve ser interpretada de maneira criteriosa. Trata-se de uma alternativa com grande potencial na regeneração óssea guiada, especialmente em defeitos complexos, porém ainda dependente de maior evidência científica para sua consolidação como técnica de escolha frente aos métodos convencionais.

6 CONCLUSÕES

A aplicação da ROG com planejamento digital e barreira personalizada em PEEK mostrou resultados previsíveis e satisfatórios na reconstrução óssea anterior da maxila, com ótima adaptação, estabilidade do enxerto e manutenção do volume ósseo, destacando o PEEK como material eficiente e biocompatível para aplicações em ROG no entanto, há necessidade de maiores evidências científicas para superar os tratamentos convencionais.

7 CONFLITOS DE INTERESSE E FOMENTO

Não houve conflitos de interesses.

REFERÊNCIAS

ALAUDDIN, Muhammad Syafiq; ABDUL HAYEI, Nur Ayman; SABARUDIN, Muhammad Annurdin; MAT BAHARIN, Nor Haliza. **Barrier membrane in regenerative therapy: a narrative review**. *Membranes*, v. 12, n. 444, 2022.

DUA, Rupak; RASHAD, Zuri; SPEARS, Joy; DUNN, Grace; MAXWELL, Micaela. **Applications of 3D-printed PEEK via fused filament fabrication: a systematic review.** Polymers, v. 13, n. 4046, 2021.

LI, Shaoping; JIA, Cancan; HAN, Haitong; YANG, Yuqing; XIAOWEN, Yundeng; CHEN, Zhiyu. **Characterization and biocompatibility of a bilayer PEEK-based scaffold for guiding bone regeneration.** BMC Oral Health, v. 24, n. 1138, 2024.

PAPIA, Evaggelia; BRODDE, Sara Anna Caroline; BECKTOR, Jonas Peter. **Deformation of polyetheretherketone, PEEK, with different thicknesses.** Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials, v. 125, 104928, 2022.

RENDAS, Pedro; FIGUEIREDO, Lúgia; MACHADO, Carla; MOURÃO, António; VIDAL, Catarina; SOARES, Bruno. **Mechanical performance and bioactivation of 3D-printed PEEK for high-performance implant manufacture: a review.** Progress in Biomaterials, v. 12, p. 89–111, 2023.

SU, Qiao; QIAO, Yixin; XIAO, Yile; YANG, Shuhao; WU, Haoming; LI, Jianan; HE, Xinlong; HU, Xulin; YANG, Hui; YONG, Xin. **Research progress of 3D printed poly (ether ether ketone) in the reconstruction of craniomaxillofacial bone defects.** Frontiers in Bioengineering and Biotechnology, v. 11, 1259696, 2023.

ZHU, Xin-Rui; CHEN, Chang; HUA, Yun-Wei; XU, Xiao-Ying; SONG, Ping; WANG, Rui-Yong; WANG, Chen-Xi. **A comparative quantitative assessment of 3D-printed PEKK and PEEK thin meshes in customized alveolar bone augmentation.** BMC Oral Health, v. 24, n. 1304, 2024.