

USO DE BLOCOS ÓSSEOS XENÓGENOS E ALOPLÁSTICOS NA RECONSTRUÇÃO ALVEOLAR: UMA REVISÃO DE LITERATURA

USE OF XENOGENEIC AND ALLOPLASTIC BONE BLOCKS IN ALVEOLAR RECONSTRUCTION: A LITERATURE REVIEW

USO DE BLOQUES ÓSEOS XENÓGENOS Y ALOPLÁSTICOS EN LA RECONSTRUCCIÓN ALVEOLAR: UNA REVISIÓN DE LA LITERATURA

João Henrique Rolde¹
João Francisco de Oliveira dos Santos²
Gabriel Braga Macedo³
Wenes Euzébio Lacerda⁴
Julia Maria de Freitas Barros⁵
Kahenna Clara Gomes Vieira⁶
Laura Ricci Rago⁷
Brenda Nonato Magalhães⁸
Samuel da Conceição Borba⁹
Matheus Carvalho Pinto¹⁰
Eduarda Silva dos Santos¹¹
Sandra Raquel Medeiros Saito¹²

RESUMO: A perda de volume do rebordo alveolar compromete a instalação de implantes em posição favorável. O enxerto autógeno é o padrão de referência, mas envolve morbidade do sítio doador, disponibilidade limitada e reabsorção imprevisível. Revisou-se a literatura sobre blocos xenógenos e aloplásticos na reconstrução do rebordo, com ênfase em desfechos clínicos, sobrevivência de enxerto e implantes e complicações. Foi realizada busca nas bases PubMed e SciELO, incluindo ensaios clínicos, séries de casos, revisões sistemáticas e metanálises. Os blocos xenógenos colagenados apresentaram desempenho comparável ao autógeno, sem sítio doador e com disponibilidade ilimitada, embora alguns estudos indiquem sobrevivência de implante levemente inferior e risco de deiscência e exposição. Os aloplásticos, como hidroxapatita e β -fosfato tricálcico, mostraram adequada osteocondução, sendo mais usados em defeitos pequenos ou associados a outros substitutos. Conclui-se que ambos são alternativas viáveis ao autógeno, devendo a escolha considerar a morfologia do defeito, as condições sistêmicas, o risco de complicações e a experiência do cirurgião.

Palavras-chave: Enxerto ósseo. Aumento do rebordo alveolar. Substitutos ósseos. Heteroenxertos. Implantes dentários.

¹Cirurgião Dentista pela Universidade Paranaense.

²Cirurgião Dentista pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

³Cirurgião Dentista pela UNIESP.

⁴Discente do curso de Odontologia na Favale - Vale do Aço.

⁵Cirurgiã Dentista pela Universidade Unigranrio AFYA.

⁶Cirurgiã Dentista pela Centro Universitário Facunicamps.

⁷Cirurgiã Dentista pela Universidade Paulista.

⁸Cirurgiã Dentista pela Centro universitário Fametro.

⁹Discente do curso de Odontologia Centro Universitário Dom Bosco.

¹⁰Discente do curso de Odontologia Centro Universitário Dom Bosco.

¹¹Discente do curso de Odontologia Centro Universitário Metropolitano de Rondônia - UNNESA.

¹²Discente do curso de Odontologia na Faculdade Centro de Treinamento Acadêmico.

ABSTRACT: Alveolar ridge volume loss compromises the placement of implants in a favorable position. Autogenous grafting is the gold standard but entails donor-site morbidity, limited availability, and unpredictable resorption. The literature regarding xenogeneic and alloplastic blocks for ridge reconstruction was reviewed, focusing on clinical outcomes, graft and implant survival, and complications. A search was conducted in the PubMed and SciELO databases, including clinical trials, case series, systematic reviews, and meta-analyses. Collagenated xenogeneic blocks performed comparably to autogenous grafts—eliminating the need for a donor site and offering unlimited availability—although some studies indicate slightly lower implant survival rates and a risk of dehiscence and exposure. Alloplastic materials, such as hydroxyapatite and β -tricalcium phosphate, demonstrated adequate osteoconductivity and are primarily used for small defects or in combination with other substitutes. It is concluded that both are viable alternatives to autogenous grafts; the choice should take into account defect morphology, systemic conditions, the risk of complications, and the surgeon's experience.

Keywords: Bone grafting. Alveolar ridge augmentation. Bone substitutes. Heterografts. Dental implants.

RESUMEN: La pérdida de volumen de la cresta alveolar compromete la colocación de implantes en una posición favorable. El injerto autólogo es el estándar de oro, pero implica morbilidad en el sitio donante, disponibilidad limitada y reabsorción impredecible. Se realizó una revisión bibliográfica sobre bloques xenogénicos y aloplásticos en la reconstrucción de la cresta, con énfasis en los resultados clínicos, la supervivencia del injerto y del implante, y las complicaciones. Se realizó una búsqueda en las bases de datos PubMed y SciELO, incluyendo ensayos clínicos, series de casos, revisiones sistemáticas y metaanálisis. Los bloques xenogénicos colagenizados mostraron un rendimiento comparable al de los bloques autólogos, sin sitio donante y con disponibilidad ilimitada, aunque algunos estudios indican una supervivencia del implante ligeramente menor y un riesgo de dehiscencia y exposición. Los aloplásticos, como la hidroxiapatita y el β -fosfato tricálcico, mostraron una osteoconducción adecuada y se utilizan más comúnmente en defectos pequeños o en combinación con otros sustitutos. Se concluye que ambas son alternativas viables a los injertos autólogos, y la elección debe considerar la morfología del defecto, las condiciones sistémicas, el riesgo de complicaciones y la experiencia del cirujano.

Palabras clave: Injerto óseo. Aumento de la cresta alveolar. Sustitutos óseos. Heteroinjertos. Implantes dentales.

1 INTRODUÇÃO

A reabilitação de pacientes parcial ou totalmente edêntulos por meio de implantes osseointegrados depende diretamente da disponibilidade de volume ósseo suficiente nas dimensões horizontal e vertical do rebordo alveolar. Após a exodontia, o processo de remodelação fisiológica leva a alterações dimensionais significativas: estima-se uma redução média de 3,8 mm na largura e de 1,24 mm na altura do rebordo alveolar já nos primeiros seis

meses após a extração dentária, sendo a parede óssea vestibular a estrutura mais susceptível a essa reabsorção (SÁNCHEZ-LABRADOR et al., 2021).

Essas alterações dimensionais frequentemente inviabilizam a instalação de implantes em posição tridimensionalmente favorável, comprometendo o resultado estético e funcional do tratamento reabilitador. Diante dessa limitação, diversas técnicas de reconstrução óssea foram desenvolvidas ao longo das últimas décadas, entre elas os enxertos autógenos em bloco, os enxertos particulados associados à regeneração óssea guiada, a distração osteogênica e a utilização de substitutos ósseos de diferentes origens (DIMOVA et al., 2015).

O enxerto ósseo autógeno permanece amplamente reconhecido como o material de referência para a reconstrução de rebordos alveolares atróficos, em razão de suas propriedades osteogênicas, osteoindutoras e osteocondutoras simultâneas. Entretanto, sua obtenção demanda um segundo sítio cirúrgico, intra ou extraoral, associado a morbidade adicional, tempo cirúrgico prolongado, quantidade limitada de tecido disponível e reabsorção pós-operatória que pode alcançar proporções clinicamente relevantes, fatores que restringem sua aplicação universal (JACQUES et al., 2004).

Nesse contexto, os blocos ósseos de origem xenógena, provenientes principalmente de fontes bovinas e equinas, bem como os materiais aloplásticos de origem sintética, como a hidroxiapatita e o β -fosfato tricálcico, consolidaram-se como alternativas terapêuticas capazes de reduzir a morbidade associada à enxertia autógena, oferecendo disponibilidade praticamente ilimitada e eliminando a necessidade de um sítio doador (DIMOVA et al., 2015). O desenvolvimento de blocos xenógenos colagenados, rigidamente fixados por meio de parafusos de osteossíntese, ampliou as possibilidades de reconstrução lateral do rebordo alveolar em protocolos estagiados de instalação de implantes (SCHWARZ et al., 2021).

Diante da crescente utilização clínica desses biomateriais e da necessidade de compreender de forma crítica seu desempenho em comparação ao enxerto autógeno, torna-se relevante sistematizar as evidências científicas disponíveis sobre o uso de blocos ósseos xenógenos e aloplásticos na reconstrução alveolar, contemplando aspectos biológicos, resultados clínicos, complicações e taxas de sobrevivência de implantes instalados nessas áreas reconstruídas.

2 METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão narrativa da literatura, realizada por meio de levantamento bibliográfico nas bases de dados eletrônicas PubMed/MEDLINE e SciELO. A estratégia de

busca combinou os descritores, em português e inglês, "enxerto ósseo", "bloco ósseo xenógeno", "substituto ósseo aloplástico", "aumento do rebordo alveolar", "bone block graft", "xenograft", "alloplastic graft" e "alveolar ridge augmentation", utilizando os operadores booleanos AND e OR.

Foram priorizados ensaios clínicos, séries de casos prospectivas, revisões sistemáticas e metanálises publicados em periódicos indexados, que avaliassem desfechos como ganho de volume ósseo, taxa de sobrevivência do bloco enxertado, sobrevivência de implantes instalados na área reconstruída e complicações pós-operatórias. Estudos exclusivamente pré-clínicos foram incluídos de forma pontual quando forneciam dados relevantes sobre o comportamento biológico dos materiais, especialmente na seção referente aos substitutos aloplásticos.

Os artigos selecionados foram analisados qualitativamente e organizados em eixos temáticos: fundamentos biológicos da reabsorção alveolar e da reconstrução óssea, características e evidências clínicas dos blocos xenógenos, características e evidências clínicas dos materiais aloplásticos, comparação entre os diferentes biomateriais e o enxerto autógeno, complicações associadas e sobrevivência de implantes, de modo a permitir uma discussão integrada e clinicamente orientada dos achados.

3 RESULTADOS

4

3.1 Fisiologia da reabsorção do rebordo alveolar e princípios da reconstrução óssea

A perda dentária desencadeia um processo biológico de remodelação óssea caracterizado pela reabsorção do osso fasciculado ("bundle bone"), estrutura intimamente relacionada ao ligamento periodontal e desprovida de suprimento vascular independente após a extração do elemento dentário. Esse processo é responsável pela redução mais acentuada da cortical vestibular em comparação à palatina ou lingual, resultando em defeitos predominantemente horizontais nos estágios iniciais, que podem evoluir para deficiências combinadas horizontais e verticais nos casos de maior tempo de edentulismo (SÁNCHEZ-LABRADOR et al., 2021).

Do ponto de vista de planejamento cirúrgico, diferentes sistemas de classificação foram propostos para categorizar os defeitos alveolares de acordo com sua morfologia e extensão, orientando a escolha da técnica reconstrutiva mais apropriada, desde a regeneração óssea guiada com biomateriais particulados até a reconstrução em bloco, que fornece maior estabilidade dimensional em defeitos de maior magnitude (STOOP et al., 2019).

A previsibilidade da reconstrução óssea alveolar fundamenta-se em três propriedades biológicas centrais dos materiais de enxertia: a osteogênese, capacidade de formação óssea a partir de células viáveis presentes no próprio enxerto; a osteoindução, capacidade de estimular a diferenciação de células mesenquimais indiferenciadas em osteoblastos; e a osteocondução, capacidade de servir como arcabouço físico para a migração celular e a neoformação óssea a partir do leito receptor. Essas propriedades variam de forma significativa entre o enxerto autógeno e os substitutos ósseos xenógenos e aloplásticos, o que impacta diretamente seu desempenho clínico (DIMOVA et al., 2015).

3.2 Enxerto ósseo autógeno: padrão de referência e suas limitações

O enxerto ósseo autógeno reúne, de forma simultânea, propriedades osteogênicas, osteoindutoras e osteocondutoras, sendo historicamente reconhecido como o material de escolha para reconstruções alveolares extensas. Sítios doadores intraorais, como o mento e o ramo mandibular, e extraorais, como a crista ilíaca, são utilizados de acordo com o volume de tecido ósseo necessário, sendo a crista ilíaca indicada nos casos de reconstruções mais amplas, a exemplo da reabilitação de rebordos alveolares em pacientes portadores de fissura labiopalatina (CARLINI et al., 2000).

Apesar de seu desempenho biológico favorável, o uso do enxerto autógeno está associado a limitações relevantes, entre elas a morbidade do sítio doador, a possibilidade de complicações pós-operatórias na área de coleta, o tempo cirúrgico adicional e a quantidade finita de tecido disponível, especialmente em sítios intraorais. Adicionalmente, blocos autógenos onlay apresentam padrão de reabsorção que pode comprometer parte do volume ósseo ganho durante o período de maturação previamente à instalação dos implantes, o que estimulou a investigação de materiais alternativos, incluindo substitutos sintéticos, ainda na década de 2000 no cenário nacional (JACQUES et al., 2004).

3.3 Blocos ósseos xenógenos

3.3.1 Características e biomateriais

Os blocos ósseos xenógenos são obtidos a partir de tecido ósseo mineral de origem animal, principalmente bovina e equina, submetido a processos físico-químicos de desproteinização que removem componentes orgânicos e antigênicos, preservando a arquitetura porosa mineral que confere propriedades osteocondutoras ao material. Versões

mais recentes incorporam uma matriz colagenada ao bloco mineral, na tentativa de melhorar a manipulação cirúrgica e favorecer a angiogênese e a neoformação óssea precoce, sendo combinadas, em alguns protocolos, a grânulos ósseos alógenos para otimizar o preenchimento e a estabilidade volumétrica do enxerto (KLOSS; KÄMMERER; KLOSS-BRANDSTÄTTER, 2023).

Clinicamente, os blocos xenógenos colagenados são adaptados ao formato do defeito ósseo e fixados de maneira rígida ao leito receptor por meio de parafusos de osteossíntese, seguindo protocolo cirúrgico estagiado: após período de cicatrização submersa de aproximadamente 24 a 26 semanas, procede-se à reentrada cirúrgica para instalação dos implantes na área reconstruída, de forma análoga ao protocolo empregado para blocos autógenos (SCHWARZ et al., 2021; PARVINI et al., 2021).

3.3.2 Evidências clínicas

Em estudo prospectivo de braço único com nove pacientes submetidos a aumento lateral do rebordo alveolar com bloco ósseo xenógeno colagenado e acompanhamento de até 4,5 anos após a instalação dos implantes, observaram-se alterações discretas nos parâmetros clínicos peri-implantares ao longo do tempo, com elevadas taxas de sucesso e sobrevivência implantar a longo prazo, sustentando a viabilidade clínica do material para reconstruções de defeitos localizados em áreas unitárias (SCHWARZ et al., 2021).

Resultados semelhantes foram descritos em série de casos prospectiva utilizando bloco colagenado de origem equina para aumento lateral do rebordo alveolar previamente à instalação estagiada de implantes, na qual o protocolo cirúrgico modificado possibilitou ganho de espessura óssea suficiente para a instalação de implantes de dimensão adequada na totalidade dos sítios tratados (PARVINI et al., 2021).

Em revisão sistemática que reuniu dezesseis estudos, totalizando 337 blocos ósseos xenógenos e 82 blocos autógenos, foram observadas taxas de falha do enxerto de 6,82% e 6,1%, respectivamente, sem diferença estatisticamente relevante entre os grupos quanto ao ganho ósseo em altura e espessura. Contudo, os blocos autógenos apresentaram maior grau de reabsorção ao longo do período de maturação, enquanto a sobrevivência de implantes instalados em áreas enxertadas com material xenógeno mostrou-se discretamente inferior à observada nas áreas reconstruídas com osso autógeno (SÁNCHEZ-LABRADOR et al., 2021).

Metanálise mais recente, direcionada especificamente ao aumento horizontal do rebordo alveolar, não identificou diferença estatisticamente significativa na sobrevivência de implantes instalados após período funcional superior a seis meses, tampouco na largura final do rebordo obtida com blocos xenógenos em comparação a blocos autógenos. Entretanto, os autores destacaram que complicações como deiscência de sutura, exposição precoce do biomaterial e falha do enxerto foram relatadas em proporção não desprezível nos estudos avaliados, reforçando a necessidade de seleção criteriosa dos casos e de técnica cirúrgica cuidadosa (CHRISTENSEN et al., 2023).

3.4 Blocos e materiais ósseos aloplásticos

3.4.1 Características e biomateriais

Os materiais aloplásticos correspondem a substitutos ósseos sintéticos, produzidos em ambiente laboratorial a partir de compostos de cálcio e fósforo, dos quais os mais amplamente utilizados são a hidroxiapatita, de reabsorção lenta ou praticamente nula, e o β -fosfato tricálcico, material integralmente reabsorvível e progressivamente substituído por osso neoformado. Por não possuírem origem biológica, esses materiais apresentam exclusivamente propriedades osteocondutoras, sem capacidade osteoindutora intrínseca, exceto quando associados a fatores de crescimento ou a outros biomateriais bioativos (DIMOVA et al., 2015).

Historicamente, diferentes formulações aloplásticas foram investigadas como alternativa ao enxerto ósseo autógeno. Em modelo experimental com coelhos, a poliuretana de mamona aplicada em defeito ósseo padronizado apresentou integração ao osso receptor mais lenta e incompleta quando comparada ao enxerto autógeno, evidenciando que, apesar de biocompatível, esse material aloplástico específico não reproduz de forma equivalente o potencial regenerativo do tecido ósseo autólogo, sobretudo nos primeiros meses de cicatrização (JACQUES et al., 2004).

Em modelo animal utilizando defeito de rebordo alveolar em maxila, a associação entre grânulos de β -fosfato tricálcico, cimento de fosfato de cálcio e uma trama tridimensional de fibras de titânio demonstrou favorecer o desenvolvimento ósseo mais rapidamente do que os materiais isolados, sugerindo que a combinação de arcações sintéticos com estruturas de sustentação mecânica pode otimizar o comportamento biológico dos substitutos aloplásticos em defeitos de maior complexidade (MASAGO et al., 2007).

Mais recentemente, o avanço das tecnologias de manufatura aditiva tem permitido a confecção de blocos de resina impressos em três dimensões, personalizados a partir de imagens tomográficas do defeito ósseo, com o objetivo de reduzir o tempo cirúrgico e aprimorar a adaptação do biomaterial ao leito receptor. Estudo piloto in vitro avaliando o ajuste marginal e interno desses blocos impressos demonstrou boa reprodutibilidade dimensional, indicando uma tendência de personalização digital também para os substitutos ósseos de origem sintética (STOOP et al., 2019).

3.4.2 Evidências clínicas

Ensaio clínico randomizado que comparou, em humanos, a preservação do rebordo alveolar pós-exodontia com enxerto alógeno, xenógeno e material aloplástico demonstrou, por meio de avaliação histológica e histomorfométrica, diferenças no percentual de osso vital neoformado e na quantidade de material residual entre os três grupos, evidenciando que, embora todos os materiais sejam capazes de preservar volumetricamente o rebordo alveolar, seu comportamento biológico de incorporação e substituição pelo osso hospedeiro não é equivalente (ZAMPARA et al., 2022).

De maneira geral, os materiais aloplásticos têm sido mais frequentemente indicados para defeitos ósseos de menor extensão, para preservação alveolar pós-exodontia e como componente associado a técnicas de regeneração óssea guiada, enquanto sua utilização isolada em blocos estruturais para reconstrução de grandes defeitos horizontais e verticais permanece menos consolidada na literatura em comparação aos blocos xenógenos (DIMOVA et al., 2015; ZAMPARA et al., 2022).

3.5 Comparação entre blocos xenógenos, aloplásticos e o enxerto ósseo autógeno

Quando comparados diretamente ao enxerto autógeno, os blocos xenógenos apresentam a vantagem de disponibilidade praticamente ilimitada, ausência de sítio doador e, consequentemente, menor morbidade cirúrgica, além de taxas de falha do enxerto e ganho ósseo dimensional comparáveis às observadas com o material autógeno em defeitos horizontais localizados (SÁNCHEZ-LABRADOR et al., 2021; CHRISTENSEN et al., 2023).

Os materiais aloplásticos compartilham as vantagens relacionadas à ausência de sítio doador e à disponibilidade irrestrita, apresentando, adicionalmente, menor risco teórico de transmissão de agentes patogênicos por não possuírem origem biológica animal ou humana.

Entretanto, a ausência de propriedades osteoindutoras intrínsecas e a menor quantidade de evidência clínica de longo prazo em reconstruções de grandes defeitos alveolares tornam esses materiais, na prática clínica atual, mais indicados como coadjuvantes ou para defeitos de menor complexidade, em comparação ao papel estrutural desempenhado pelos blocos xenógenos e autógenos (DIMOVA et al., 2015; ZAMPARA et al., 2022).

Sob a perspectiva histológica, estudos apontam que o enxerto autógeno tende a apresentar maior proporção de osso neoformado e menor quantidade de material residual em comparação aos substitutos xenógenos e aloplásticos, o que reforça sua condição de padrão biológico de referência, ainda que essa diferença histomorfométrica nem sempre se traduza em diferença clinicamente relevante nas taxas de sobrevivência de implantes a médio prazo (ZAMPARA et al., 2022; CHRISTENSEN et al., 2023).

3.6 Complicações e fatores de risco

Série de casos que investigou os riscos e complicações a longo prazo associados a xenoenxertos de origem bovina identificou eventos adversos relevantes, incluindo exposição tardia do biomaterial, potencial de migração ou mobilização de partículas residuais e reações teciduais compatíveis com processo inflamatório crônico de corpo estranho em alguns sítios avaliados, achados que alertam para a necessidade de acompanhamento clínico prolongado desses pacientes, mesmo após a aparente estabilização do quadro peri-implantar (RODRIGUEZ; NOWZARI, 2019).

De forma ainda mais expressiva, estudo clínico e histológico piloto que avaliou o uso de blocos ósseos esponjosos de origem equina para aumento horizontal do rebordo alveolar identificou complicações graves em proporção elevada da amostra estudada, incluindo exposição precoce do bloco, infecção secundária e necessidade de remoção parcial ou total do material enxertado antes da instalação dos implantes, resultado que contrasta com desfechos mais favoráveis descritos para blocos colagenados de menor porosidade e evidencia a relevância das características específicas de cada biomaterial xenógeno sobre o risco de complicações (ANGERMAIR et al., 2020).

Entre os principais fatores de risco associados a complicações na reconstrução alveolar com blocos xenógenos e aloplásticos, destacam-se a espessura insuficiente do retalho mucoperiosteal, a ausência de fechamento primário isento de tensão, o tabagismo, o controle inadequado do biofilme bacteriano e a extensão excessiva do defeito ósseo em relação à

capacidade regenerativa do sítio receptor, fatores que devem ser cuidadosamente avaliados durante o planejamento cirúrgico, independentemente do biomaterial selecionado (ANGERMAIR et al., 2020; CHRISTENSEN et al., 2023).

3.7 Sobrevivência de implantes instalados em áreas reconstruídas

A sobrevivência de implantes instalados em rebordos alveolares previamente reconstruídos com blocos xenógenos tem se mostrado, de maneira geral, elevada em períodos de acompanhamento de médio a longo prazo, com resultados próximos aos observados em áreas reconstruídas com enxerto autólogo, sobretudo quando o protocolo cirúrgico estagiado e a seleção adequada do caso são respeitados (SCHWARZ et al., 2021; PARVINI et al., 2021).

Ainda assim, a análise conjunta de estudos comparativos revela heterogeneidade nos resultados: enquanto revisões sistemáticas mais antigas apontam sobrevivência de implante discretamente inferior em áreas enxertadas com material xenógeno, metanálises mais recentes, direcionadas especificamente à reconstrução horizontal, não confirmam diferença estatisticamente significativa após período funcional superior a seis meses, o que sugere possível influência de fatores técnicos, do tipo específico de biomaterial e do desenho metodológico dos estudos sobre esse desfecho (SÁNCHEZ-LABRADOR et al., 2021; CHRISTENSEN et al., 2023).

4 DISCUSSÃO

A análise conjunta da literatura selecionada evidencia que os blocos ósseos xenógenos representam, atualmente, a alternativa mais consolidada ao enxerto autólogo para a reconstrução lateral de defeitos alveolares localizados, sustentada por estudos prospectivos, séries de casos e revisões sistemáticas que demonstram desempenho clínico comparável em termos de ganho ósseo e sobrevivência do enxerto (SCHWARZ et al., 2021; SÁNCHEZ-LABRADOR et al., 2021; CHRISTENSEN et al., 2023).

Não obstante, a heterogeneidade metodológica entre os estudos disponíveis — envolvendo diferentes marcas comerciais de blocos xenógenos, protocolos cirúrgicos variados, tamanhos amostrais reduzidos e períodos de acompanhamento distintos — limita a extrapolação direta dos resultados para a prática clínica geral, reforçando a necessidade de ensaios clínicos randomizados multicêntricos, com amostras maiores e acompanhamento

padronizado, para consolidar recomendações baseadas em evidências de maior nível hierárquico (CHRISTENSEN et al., 2023).

Os relatos de complicações graves associados a determinados blocos xenógenos, sobretudo aqueles de maior porosidade e menor conteúdo colagenado, reforçam que a categoria "blocos xenógenos" não deve ser tratada como um grupo homogêneo de biomateriais, mas sim analisada de acordo com as características físico-químicas específicas de cada produto, uma vez que essas propriedades parecem influenciar diretamente o risco de exposição precoce e de falha do enxerto (ANGERMAIR et al., 2020; RODRIGUEZ; NOWZARI, 2019).

No que se refere aos materiais aloplásticos, sua principal contribuição clínica atual concentra-se na preservação alveolar pós-exodontia e no preenchimento de defeitos de menor complexidade, frequentemente em associação a membranas de regeneração óssea guiada ou a outros substitutos ósseos, em vez de sua aplicação isolada como bloco estrutural em grandes reconstruções, uma vez que a ausência de propriedades osteoindutoras intrínsecas limita seu desempenho biológico isolado em defeitos mais extensos (DIMOVA et al., 2015; ZAMPARA et al., 2022).

O desenvolvimento de combinações entre diferentes classes de biomateriais, como blocos xenógenos associados a grânulos alógenos, e de tecnologias de manufatura digital para personalização de substitutos aloplásticos representam tendências relevantes para a implantodontia reconstrutiva, com potencial de aprimorar a adaptação do biomaterial ao defeito ósseo e, conseqüentemente, otimizar os resultados clínicos e reduzir a morbidade associada aos procedimentos reconstrutivos (KLOSS; KÄMMERER; KLOSS-BRANDSTÄTTER, 2023; STOOP et al., 2019).

Do ponto de vista da tomada de decisão clínica, a escolha entre enxerto autógeno, bloco xenógeno ou material aloplástico deve considerar de forma individualizada a extensão e a morfologia do defeito ósseo, as condições sistêmicas e os hábitos do paciente, a disponibilidade de infraestrutura e a experiência do cirurgião com cada material, não havendo, com base nas evidências atuais, um biomaterial universalmente superior para todas as situações clínicas de reconstrução alveolar.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os blocos ósseos xenógenos e os materiais aloplásticos constituem alternativas clinicamente viáveis ao enxerto ósseo autógeno na reconstrução do rebordo alveolar, sendo capazes de proporcionar ganho de volume ósseo satisfatório com menor morbidade cirúrgica,

em razão da ausência de sítio doador. Os blocos xenógenos colagenados destacam-se especialmente na reconstrução lateral de defeitos localizados, com taxas de sobrevivência de enxerto e de implante comparáveis às do enxerto autógeno, ainda que sujeitos a complicações relacionadas à exposição precoce do material em determinados protocolos.

Os materiais aloplásticos, por sua vez, apresentam maior respaldo científico na preservação alveolar pós-exodontia e em defeitos de menor complexidade, sobretudo quando associados a outros biomateriais ou a técnicas de regeneração óssea guiada. A seleção do material mais adequado deve ser individualizada, considerando a morfologia do defeito, o perfil de risco do paciente e a experiência do cirurgião, sendo recomendável a realização de estudos clínicos randomizados adicionais, com maior tempo de acompanhamento, para consolidar de forma mais robusta as indicações clínicas de cada biomaterial na reconstrução alveolar contemporânea.

REFERÊNCIAS

1. ANGERMAIR, J.; BOSSHARDT, D. D.; NELSON, K.; FLÜGGE, T. V.; STRICKER, A.; FRETWURST, T. Horizontal bone grafting using equine-derived cancellous bone blocks is associated with severe complications: a prospective clinical and histological pilot study. *Clinical Oral Implants Research*, v. 31, n. 11, p. 1149-1158, 2020.
2. CARLINI, J. L.; ZÉTOLA, A. L.; SOUZA, R. P.; DENARDIN, O. V. P.; RAPOPORT, A. Enxerto autógeno de crista ilíaca na reconstrução do processo alveolar em portadores de fissura labiopalatina: estudo de 30 casos. *Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões*, v. 27, n. 6, p. 389-393, 2000.
3. CHRISTENSEN, J. G.; GRØNLUND, G. P.; GEORGI, S. R.; STARCH-JENSEN, T.; BRUUN, N. H.; JENSEN, S. S. Horizontal alveolar ridge augmentation with xenogenic block grafts compared with autogenous bone block grafts for implant-retained rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *eJournal of Oral Maxillofacial Research*, v. 14, n. 2, p. e1, 2023.
4. DIMOVA, C.; EVROSIMOVSKA, B.; ZLATANOVSKA, K.; ZARKOVA, J. Alveolar augmentation using different bone substitutes. In: ANTONIAC, J. (Ed.). *Handbook of Bioceramics and Biocomposites*. Cham: Springer International Publishing, 2015. p. 1-42.
5. JACQUES, J. W.; FAGUNDES, D. J.; FIGUEIREDO, A. S.; INOUE, C. M.; SCAPULATEMPO, R. P.; SASSIOTO, M. C. P. O papel da poliuretana de mamona como substituto do enxerto ósseo autógeno em coelhos. *Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões*, v. 31, n. 4, p. 236-241, 2004.
6. KLOSS, F. R.; KÄMMERER, P. W.; KLOSS-BRANDSTÄTTER, A. First clinical case report of a xenograft-allograft combination for alveolar ridge augmentation using a bovine

- bone substitute material with hyaluronate (Cerabone Plus) combined with allogeneic bone granules (Maxgraft). *Journal of Clinical Medicine*, v. 12, n. 19, p. 6214, 2023.
7. MASAGO, H.; SHIBUYA, Y.; MUNEMOTO, S.; TAKEUCHI, J.; UMEDA, M.; KOMORI, T.; KUBOKI, Y. Alveolar ridge augmentation using various bone substitutes: a web form of titanium fibers promotes rapid bone development. *Kobe Journal of Medical Sciences*, v. 53, n. 5, p. 257-263, 2007.
 8. PARVINI, P.; MIHATOVIC, I.; SAHIN, D.; BECKER, J.; SCHWARZ, F. Lateral alveolar ridge augmentation using an equine-derived collagen-containing bone block: a prospective case series. *Clinical Oral Implants Research*, v. 33, n. 2, p. 142-149, 2021.
 9. RODRIGUEZ, A. E.; NOWZARI, H. The long-term risks and complications of bovine-derived xenografts: a case series. *Journal of Indian Society of Periodontology*, v. 23, n. 5, p. 487-492, 2019.
 10. SÁNCHEZ-LABRADOR, L.; MOLINERO-MOURELLE, P.; PÉREZ-GONZÁLEZ, F.; SAEZ-ALCAIDE, L. M.; BRINKMANN, J. C. B.; MARTÍNEZ, J. L.; MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, J. M. Clinical performance of alveolar ridge augmentation with xenogeneic bone block grafts versus autogenous bone block grafts: a systematic review. *Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery*, v. 122, n. 3, p. 293-302, 2021.
 11. SCHWARZ, F.; SAHIN, D.; CIVALE-SCHWEIGHÖFER, S.; BECKER, J. Long-term outcomes following lateral alveolar ridge augmentation using a collagenated xenogeneic bone block: a monocenter, prospective single-arm clinical study. *International Journal of Implant Dentistry*, v. 7, artigo 9, 2021.
 12. STOOP, C. C.; CHATZIVASILEIOU, K.; BERKHOUT, W. E. R.; WISMEIJER, D. Marginal and internal fit of 3D printed resin graft substitutes mimicking alveolar ridge augmentation: an in vitro pilot study. *PLoS ONE*, v. 14, n. 4, p. e0215092, 2019.
 13. ZAMPARA, E.; ALSHAMMARI, M.; DE BORTOLI, J.; MULLINGS, O.; GKISAKIS, I. G.; BENALCÁZAR JALKH, E. B.; TOVAR, N.; COELHO, P. G.; WITEK, L. A histologic and histomorphometric evaluation of an allograft, xenograft, and alloplast graft for alveolar ridge preservation in humans: a randomized controlled clinical trial. *Journal of Oral Implantology*, v. 48, n. 6, p. 541-549, 2022.