

UNIVERSIDADE PAULISTA – UNIP

SAMIR ABSY

**AVALIAÇÃO DE UM BIOMATERIAL DE ORIGEM BOVINA NAS ALTERAÇÕES
DIMENSIONAIS DO REBORDO ALVEOLAR APÓS EXODONTIA: um ensaio
clínico controlado randomizado**

SÃO PAULO

2026

SAMIR ABSY

**AVALIAÇÃO DE UM BIOMATERIAL DE ORIGEM BOVINA NAS ALTERAÇÕES
DIMENSIONAIS DO REBORDO ALVEOLAR APÓS EXODONTIA: um ensaio
clínico controlado randomizado**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Paulista – UNIP, para a obtenção do título de Doutor em Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Z. Casati

SÃO PAULO

2026

Absy, Samir.

Avaliação de um biomaterial de origem bovina nas alterações dimensionais do rebordo alveolar após exodontia: um ensaio clínico controlado randomizado / Samir Absy. - 2026.

12 f.: il. color.

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, São Paulo, 2026.

Área de concentração: Implantodontia.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Zaffalon Casati.

1. Preservação óssea alveolar. 2. Enxerto ósseo. 3. Implantes dentários. I. Casati, Márcio Zaffalon (orientador). II. Título.

SAMIR ABSY

**AVALIAÇÃO DE UM BIOMATERIAL DE ORIGEM BOVINA NAS ALTERAÇÕES
DIMENSIONAIS DO REBORDO ALVEOLAR APÓS EXODONTIA: um ensaio
clínico controlado randomizado**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Paulista – UNIP, para a obtenção do título de Doutor em Odontologia.

Aprovado em:

BANCA EXAMINADORA:

_____/_____/_____
Prof. Dr. Marcio Zaffalon Casati
Universidade Paulista – UNIP

_____/_____/_____
Profa. Dra. Suzana Peres Pimentel
Universidade Paulista – UNIP

_____/_____/_____
Profa. Dra. Mônica Grazieli Corrêa
Universidade Paulista – UNIP

_____/_____/_____
Prof. Dr. Renato Correa Viana Casarin
University at Buffalo

_____/_____/_____
Profa. Dra. Catharina Marques Sacramento
FOP - Unicamp

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por me conceder saúde física e mental para superar todos os obstáculos e conseguir finalizar mais uma etapa importante na minha trajetória acadêmica e profissional.

Toda minha família Angela, Jamile, Fuad, Fuad Neto por estarem sempre ao meu lado.

Minha noiva Maria Teresa por estar comigo no dia a dia, sempre comigo em todos os desafios superados para esta conquista.

A toda equipe de periodontia da UNIP-SP por apoiar todas as etapas deste trabalho, em especial à prof. Suzana Peres Pimentel que desde a graduação foi uma grande parceira, me acolheu e ajudou em todas as etapas da minha carreira, agradeço também ao prof. Fabiano Ribeiro Cirano que me ensinou muito e sempre sendo meu orientador em todas as etapas, e por fim, ao prof. Marcio Zaffalon Casati que esteve comigo em todas as jornadas, mostrando ser um grande líder e não desistindo de mim mesmo nos piores momentos.

Agradeço aos alunos colegas de pós-graduação por me auxiliarem nas etapas cirúrgicas e todo apoio para esta pesquisa.

Aos funcionários da clínica da UNIP-SP por estarem sempre prontos para ajudar no que fosse preciso.

Agradeço também a CAPES/PROSUP por todo o auxílio à minha pesquisa.

Agradecimento especial aos apoiadores desta pesquisa como Implacil de Bortoli e Techsuture por prestarem todo o apoio com materiais de excelente qualidade para nossa pesquisa.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família por me apoiarem nos estudos quando eu precisei, e por merecerem ter motivos de orgulho e um pouco de alegria no dia de hoje.

Dedico à minha noiva por ela se sentir parte desta conquista comigo.

RESUMO

Objetivo: Procedimentos de preservação óssea alveolar (POA) têm sido realizados a fim de minimizar o processo de reabsorção do rebordo alveolar após exodontias. Materiais compostos por hidroxiapatita (HAp) e colágeno tipo I (COL-I) têm sido os mais utilizados clinicamente por suas capacidades de bioatividade, osteocondução, biocompatibilidade e biodegradação. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar, de forma controlada e randomizada, o comportamento de um biomaterial nas alterações dimensionais do rebordo alveolar após exodontia, em dentes não-molares, por meio de análises tomográficas. Materiais e métodos: Vinte e quatro indivíduos de ambos os sexos foram selecionados de acordo com os critérios de inclusão e distribuídos aleatoriamente nos grupos controle (GC): coágulo, e teste (GT): enxerto ósseo natural de origem bovina associado ao COL-I (ExtraGraft, Implacil De Bortoli). Tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) foi realizada antes das exodontias e 3 meses após a exodontia para avaliar dimensões verticais e horizontais do rebordo alveolar. Resultados: Houve perda dimensional significativa ($p < 0,05$) em ambos os grupos na maioria dos sítios, sem diferenças entre os grupos, seja no exame inicial, seja aos 3 meses. As maiores perdas dimensionais foram observadas nas medidas verticais, como na crista vestibular (GC: $\Delta 5,37 \pm 5,18$; GT: $\Delta 7,27 \pm 4,14$) enquanto nas medidas horizontais como na espessura da crista, (GC: $\Delta 4,19 \pm 3,87$; GT: $\Delta 5,70 \pm 4,42$). Nos sítios Centro e L+2, observou-se redução dimensional sem diferenças estatísticas ($p > 0,05$) (Centro: $\Delta 1,23 \pm 0,97$ mm no GC; $\Delta 0,79 \pm 1,59$ mm no GT) (L+2: $\Delta 1,82 \pm 1,84$ mm no GC; $\Delta 0,75 \pm 1,44$ mm no GT). Conclusão: O uso do biomaterial EG não reduziu a reabsorção óssea alveolar, tanto nas mensurações da TCFC inicial quanto nas mensurações aos 3 meses de acompanhamento.

Palavras-chave: Preservação óssea alveolar. Enxerto ósseo. Implantes dentários.

ABSTRACT

Aim: Alveolar ridge preservation (ARP) procedures were performed to minimize alveolar ridge resorption following tooth extraction. Materials composed of hydroxyapatite (HAp) and type I collagen (COL-I) are the most widely used clinically due to their bioactivity, osteoconductivity, biocompatibility, and biodegradability. Thus, the aim of this study was to evaluate, in a controlled and randomized manner, the behavior of a biomaterial regarding dimensional changes in the alveolar ridge following the extraction of non-molar teeth, using tomographic analysis. Materials and methods: Twenty-four subjects of both sexes were selected based on inclusion criteria and randomly assigned to a control group (CG)—natural clot—and a test group (TG)—bovine-derived natural bone graft combined with COL-I (ExtraGraft, Implacil De Bortoli). Cone-beam computed tomography (CBCT) was performed prior to extraction and 3 months post-extraction to assess vertical and horizontal alveolar ridge dimensions. Results: Significant dimensional loss ($p < 0.05$) occurred in both groups at most sites, with no differences observed between the groups at either the initial examination or the 3-month follow-up. Dimensional losses were observed in vertical measurements, such as at the buccal crest (CG: $\Delta 5.37 \pm 5.18$; TG: $\Delta 7.27 \pm 4.14$), and in horizontal measurements, such as crest thickness (CG: $\Delta 4.19 \pm 3.87$; TG: $\Delta 5.70 \pm 4.42$). At the Center and L+2 sites, a dimensional reduction was observed that was not statistically significant ($p > 0.05$) (Center: $\Delta 1.23 \pm 0.97$ mm in the CG; $\Delta 0.79 \pm 1.59$ mm in the TG) (L+2: $\Delta 1.82 \pm 1.84$ mm in the CG; $\Delta 0.75 \pm 1.44$ mm in the TG). Conclusion: The use of the EG biomaterial does not adversely affect alveolar bone resorption, based on measurements taken at baseline (CBCT) and at the 3-month follow-up.

Keywords: Alveolar bone preservation. Bone graft. Dental implants.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	8
2	CONCLUSÃO GERAL	10
	REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO	11

1 INTRODUÇÃO

A perda dentária é um evento que impacta a função, o estado psicológico do paciente, bem como a fisiologia de cicatrização e manutenção do osso alveolar. Imediatamente após a exodontia, inicia-se um processo fisiológico e irreversível de reabsorção e remodelação óssea do rebordo alveolar que resulta em modificações anatômicas. Nas exodontias de um único elemento dental, o rebordo sofre um processo de redução em suas dimensões, tanto no sentido horizontal quanto vertical. Entretanto, na tábua óssea vestibular a reabsorção acontece de forma mais acentuada quando comparada com a tábua óssea lingual ou palatina (1,2,3).

Neste sentido, os procedimentos de POA têm sido realizados, a fim de se minimizar o processo fisiológico de reabsorção do rebordo alveolar (4). Na técnica de POA realizam-se o preenchimento do alvéolo com biomaterial com ou sem a utilização de uma barreira, e o selamento do alvéolo para cicatrização por primeira ou segunda intenção (5,6). O preenchimento pode ser realizado com uma série de materiais de enxerto ósseo, podendo ser autógeno, alógeno ou xenógeno, além da utilização de membranas e mediadores biológicos. Dentre os enxertos, o xenógeno, tem sido amplamente utilizado devido a sua excelente biocompatibilidade, osteocondução, menor invasividade/morbididade e maior disponibilidade (4,7). Atualmente, existem diversos tipos de enxertos xenógenos disponíveis no mercado, com diferentes propriedades físicas e químicas. Embora vários produtos sejam comercializados como eficazes para preservação, os resultados demonstraram alta variabilidade nos efeitos físicos, químicos e biológicos, sugerindo que um produto com maior proporção de colágeno em relação ao componente mineral pode apresentar efeitos mais desejáveis para uso na preservação do rebordo alveolar (7). Os estudos a respeito da POA com estes materiais demonstram que eles são benéficos na manutenção e preservação do volume ósseo quando comparado a cicatrização dos alvéolos sem a técnica POA (4).

A escolha dos biomateriais deve considerar uma série de propriedades e características como bioatividade, osteocondução, osteoindução, biocompatibilidade e biodegradação; além disso, eles devem, de preferência, possuir custo acessível, possibilidade de armazenamento sem necessidade de condições especiais e serem fáceis de manipular (8,9,10).

Os materiais mais utilizados e pesquisados são os particulados (11,12). Estas partículas podem apresentar diferentes formas, composições e métodos de produção.

O uso destes materiais particulados associados ao colágeno facilita a acomodação do material no leito enxertado e melhoram sua estabilidade. Essa associação demonstrou baixa antigenicidade, propriedades osteocondutoras e osteointegrativas e excelente biocompatibilidade. O uso da associação Hap + COL-I nos biomateriais fundamenta-se no fato de que o colágeno apresenta degradação e reabsorção mais previsíveis pelo organismo, permitindo a adesão, migração, proliferação e diferenciação celular. No entanto, suas propriedades mecânicas são relativamente fracas em comparação com as do osso (13,14,15). Desta forma, partículas de outros compostos mais resistentes são incorporadas para melhorar suas propriedades mecânicas e aumentar tempo de absorção.

Atuando como **scaffolds** (estruturas de suporte), materiais à base de colágeno, na forma de esponja, são considerados **scaffolds** tridimensionais com as melhores propriedades para a regeneração tecidual (16,17,18). Partículas de outros compostos mais resistentes são incorporadas para melhorar suas propriedades mecânicas e o tempo de absorção, especialmente quando utilizados para regeneração óssea. Atualmente, sabe-se que foram descobertos 29 tipos diferentes de colágeno; contudo, o tipo I é o mais utilizado em aplicações de engenharia de tecido ósseo (19). **Scaffolds** de hidroxiapatita (HAp) e colágeno demonstraram promover cicatrização óssea acelerada e melhor osseointegração devido ao uso de uma mistura de ambos os materiais. Em compostos de HAp/colágeno, este último atua regulando a distribuição das partículas da fase cerâmica, evitando sua aglomeração (20,21).

Atualmente, não são encontrados na literatura ensaios clínicos controlados randomizados (ECCR) que tenham utilizado este composto de substituto ósseo (EG) — o qual empregamos em nosso estudo — para POA com período de cicatrização e reavaliação de 3 meses; esse intervalo de reabertura é, inclusive, pouco investigado na literatura. Além disso, este material pode apresentar vantagens em sua composição, como a alta porcentagem de COL-I, diferentemente de outros materiais atualmente utilizados em maior escala, além de menor custo quando comparado a eles.

2 CONCLUSÃO GERAL

Não houve diferenças estatísticas do GT que utilizou o biomaterial EG na POA após exodontias em dentes não-molares, quando comparado ao GC, nos exames iniciais e de 3 meses das mensurações da TCFC. A resposta dimensional observada aos 3 meses deve ser interpretada dentro de um processo de cicatrização dinâmico, no qual a persistência do biomaterial, sua integração ao tecido neoformado e a remodelação do rebordo ocorrem simultaneamente. Maiores amostras e períodos de acompanhamento mais prolongados contribuirão para investigar o comportamento dimensional do rebordo com o uso do EG.

REFERÊNCIAS DA INTRODUÇÃO

1. Tallgren A. The continuing ridges reduction denture study of the residual wearers : covering alveolar in complete 25 years. *J Prosthet Dent*. 1972;27(2):120–32.
2. Atwood DA, Coy WA. Clinical, cephalometric, and densitometric study of reduction of residual ridges. *J Prosthet Dent* [Internet]. 1971 Sep [cited 2026 May 23];26(3):280–95. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/5284182>
3. Araújo MG, Lindhe J. Dimensional ridge alterations following tooth extraction. An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol*. 2005;32(2):212–8.
4. Atieh MA, Alsabeeha NHM, Payne AGT, Ali S, Faggion CMJ, Esposito M. Interventions for replacing missing teeth: alveolar ridge preservation techniques for dental implant site development. *Cochrane Database Syst Rev*. 2021;2021(4).
5. Avila-Ortiz G, Elangovan S, Kramer KWO, Blanchette D, Dawson DV. Effect of alveolar ridge preservation after tooth extraction: A systematic review and meta-analysis. *J Dent Res*. 2014;93(10):950–8.
6. Tonetti MS, Jung RE, Avila-Ortiz G, Blanco J, Cosyn J, Fickl S, et al. Management of the extraction socket and timing of implant placement: Consensus report and clinical recommendations of group 3 of the XV European Workshop in Periodontology. *J Clin Periodontol*. 2019;46(S21):183–94.
7. Jones K, Williams C, Yuan T, Digeorge-Foushee AM, Chambers Wilson R, Burton T, et al. Comparative in vitro study of commercially available products for alveolar ridge preservation. *J Periodontol*. 2022;93(3):403–11.
8. Paulo AO, Castro-Silva II, Oliveira DF, Machado ME, Bonetti-Filho I, Granjeiro JM. Repair of critical-size defects with autogenous periosteum-derived cells combined with bovine anorganic apatite/collagen: an experimental study in rat calvaria. *Braz Dent J* 2011; 22(4): 322–8.
9. Rodrigues CV, Serricella P, Linhares AB, Guerdes RM, Borojevic R, Rossi MA, et al. Characterization of a bovine collagen-hydroxyapatite composite scaffold for bone tissue engineering. *Biomaterials*. 2003 Dec;24(27):4987-97.
10. Gehrke SA, Aramburú Júnior J, Treichel TLE, Rodriguez F, N de Aza P, Dedavid BA. Comparative evaluation of two collagen-based biomaterials with different compositions used for bone graft: An experimental animal study. *J Appl Biomater Funct Mater*. 2022 Jan-Dec;20:1-13.
11. Gehrke SA, Mazón P, Pérez-Díaz L, Calvo-Guirado JL, Velásquez P, Aragonese JM, et al. Study of Two Bovine Bone Blocks (Sintered and Non-Sintered) Used for Bone Grafts: Physico-Chemical Characterization and In Vitro Bioactivity and Cellular Analysis. *Materials (Basel)*. 2019 Feb 1;12(3):452.

12. Haugen HJ, Lyngstadaas SP, Rossi F, Perale G. Bone grafts: which is the ideal biomaterial? *J Clin Periodontol* 2019; 46 Suppl 21(21): 92–102.
13. Carlson GA, Dragoo JL, Samimi B, Bruckner DA, Bernard GW, Hedrick M, et al. Bacteriostatic properties of biomatrices against common orthopaedic pathogens. *Biochem Biophys Res Commun*. 2004 Aug 20;321(2):472-8.
14. Sherman VR, Yang W, Meyers MA. The materials science of collagen. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2015 Dec;52:22-50.
15. Wang W, Yeung KWK. Bone grafts and biomaterials substitutes for bone defect repair: A review. *Bioact Mater*. 2017 Jun 7;2(4):224-47.
16. Berthod F, Saintigny G, Chretien F, Hayek D, Collombel C, Damour O. Optimization of thickness, pore size and mechanical properties of a biomaterial designed for deep burn coverage. *Clin Mater*. 1994;15(4):259-65.
17. Park SN, Lee HJ, Lee KH, Suh H. Biological characterization of EDC-crosslinked collagen-hyaluronic acid matrix in dermal tissue restoration. *Biomaterials*. 2003 Apr;24(9):1631-41.
18. Anderegg U, Halfter N, Schnabelrauch M, Hintze V. Collagen/glycosaminoglycan-based matrices for controlling skin cell responses. *Biol Chem*. 2021 Jul 5;402(11):1325-35.
19. Jansen KA, Licup AJ, Sharma A, Rens R, MacKintosh FC, Koenderink GH. The Role of Network Architecture in Collagen Mechanics. *Biophys J*. 2018 Jun 5;114(11):2665-78.
20. Zhang D, Wu X, Chen J, Lin K. The development of collagen based composite scaffolds for bone regeneration. *Bioact Mater*. 2017 Sep 18;3(1):129-38.
21. Chen L, Hu J, Ran J, Shen X, Tong H. Synthesis and cytocompatibility of collagen/hydroxyapatite nanocomposite scaffold for bone tissue engineering. *Polym Compos* 2016; 37(1): 81–90.