

# DESCRIÇÃO DAS DEFORMAÇÕES MECÂNICAS DO REPARO ÓSSEO ALVEOLAR PELO MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS: ESTUDO EM RATOS

**Palavras-Chave:** REPARO ÓSSEO ALVEOLAR, MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS, EXTRAÇÃO DENTAL

**Autores/as:**

**SOFIA SILVA CAMBUHY, FOP, UNICAMP**

**ALEXANDRE RODRIGUES FREIRE, FOP, UNICAMP**

**FELIPPE BEVILACQUA PRADO, FOP, UNICAMP**

**Prof.<sup>(a)</sup> Dr.<sup>(a)</sup> ANA CLÁUDIA ROSSI (orientadora), FOP, UNICAMP**

## INTRODUÇÃO:

O processo de reparação óssea alveolar após uma extração dental em ratos é dividido em três fases e completada em 28 dias, que se referem aos 64 dias no caso de humanos. Destas fases, podemos citar primeiramente a formação do coágulo de fibrina e a proliferação de células de tecido conjuntivo, seguido de formação e cura do tecido conjuntivo e finalizando com a fase de ossificação, em que, ao final dos 28 dias, todo o alvéolo dental está preenchido por osso (Okamoto e de Russo, 1973 e Okamoto e Vasconcelos Fialho, 1990).

Ainda faltam informações na literatura quanto ao entendimento mecânico de como as deformações podem afetar o processo de reparo ósseo alveolar. Análises feitas pelo método dos elementos finitos (MEF) possuem a finalidade de utilizar modelos computacionais para avaliar, matematicamente, tensões, deformações e deslocamentos. É considerado um método adequado para estudar a biomecânica de

estruturas ósseas (Richmond et. al., 2005). Em uma associação inédita entre a descrição mecânica do osso alveolar do rato e a expressão imunohistoquímica de proteína relacionada à alteração do microambiente da remodelação óssea, Ferreira et al. (2020) relacionaram a distribuição de deformações mecânicas por meio do MEF no osso alveolar após extração dental com a expressão da proteína Wnt/ $\beta$ -Catenina pela análise imunohistoquímica.

Diante do exposto, partindo do conhecimento das fases da reparação óssea alveolar e da possibilidade de uma avaliação mecânica do alvéolo pós extração dental pelo MEF, este estudo possui o objetivo de descrever as deformações mecânicas do alvéolo em reparo ósseo em ratos que foram submetidos à extração dental.

## METODOLOGIA:

A pesquisa foi aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) do Instituto

de Biologia (IB) da UNICAMP (protocolo número: 5864-1/2021).

Foi construído um modelo computacional do crânio do rato, baseado em uma cabeça real de animal que teve a condição experimental de extração do dente incisivo superior (lado direito). A eutanásia do animal ocorreu no dia 28 após a exodontia.

Foi realizado o escaneamento da cabeça do rato em Microtomógrafo Skyscan 1174 (Bruker, Bélgica) com voltagem de 50 kV, amperagem de 800 microA. A espessura dos cortes (tamanho dos pixels) foi de 30  $\mu\text{m}$ . O microtomógrafo pertence ao Centro de Microscopia e Imagem da Faculdade de Odontologia de Piracicaba/UNICAMP.

Após o escaneamento, estas imagens foram exportadas para o software NRecon Reconstruction (SkyScan, Leuven, Bélgica), no qual foram reconstruídas tridimensionalmente em cortes axiais apresentando os coeficientes de atenuação de raios-x com valores relativos à estrutura óssea. As imagens reconstruídas foram importadas no software Mimics v. 18 (Materialise, Bélgica). Neste software, foi criada a geometria e malha de elementos finitos tridimensional do crânio do rato (Figura 1).



Figura 1 – Modelo de elementos finitos com malha. Software Ansys v. 17.2 (Ansys, Inc., EUA).

A simulação computacional pelo MEF foi realizada no software Ansys v. 17.2 (Ansys, Inc., EUA), no qual foi simulada a força de mordida dos incisivos. A análise foi realizada para simular uma mordida nos incisivos para a quebra do alimento, ou seja, na fase correspondente à força de mordida máxima, igual a 24,31N, para ambos os grupos (Ferreira et al., 2020).

Foram avaliados os padrões de deformação óssea ocorridas no alvéolo direito em reparação após aplicação da força de mordida. Os resultados foram obtidos pelo cálculo da quantidade de deformações (equivalent *strain*). A análise e interpretação dos resultados será na região do terço médio do alvéolo remanescente.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO:

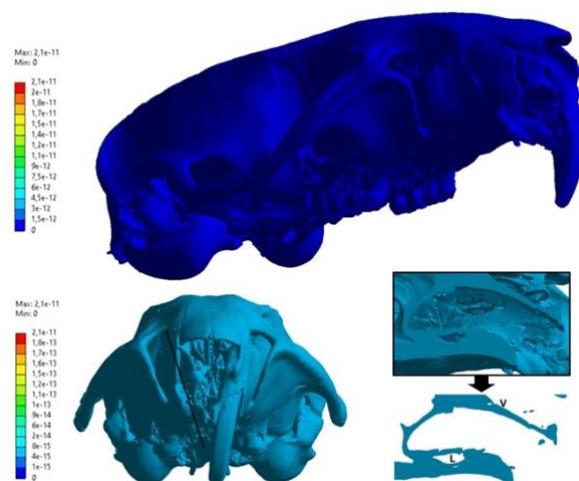


Figura 2 – Modelo de elementos finitos mostrando as deformações (MPa). No canto inferior direito, observa-se um corte no plano sagital mediano para mostrar o alvéolo que passou pela extração do dente e que se encontra no processo de reparação óssea. Software Ansys v. 17.2 (Ansys, Inc., EUA).

Após aplicação da força de mordida do rato na borda incisal do dente remanescente (incisivo superior direito), verificou-se a

distribuição da deformação (equivalent strain). pela análise de elementos finitos no alvéolo esquerdo que passou pelo processo de reparo ósseo. Esta distribuição mostrou-se uniforme, inclusive na região do terço médio do alvéolo (região de interesse na análise) (Figura 2).

A análise de elementos finitos demonstrou uma distribuição uniforme das deformações no alvéolo em reparo, inclusive no terço médio. O alvéolo adjacente, o qual permaneceu com o dente, pode ter contribuído para reduzir as deformações que foram direcionadas para o alvéolo em reparação.

O tecido ósseo em reparação não mostrou concentração localizada de deformações, podendo ser explicado pela ausência da estrutura do dente, uma vez que sabe-se que a estrutura dental favorece a dissipação de cargas mecânicas para o osso alveolar peridental e a não uniformidade da dissipação de cargas (Ferreira et al., 2020). Além disso, o alvéolo em reparação não possui a mineralização óssea completa e o osso neoformado ainda não possui um nível de integridade estrutural capaz de suportar estímulos mecânicos não uniformes, como as forças mastigatórias, por isso observa-se uma ausência de eventos no alvéolo analisado.

## CONCLUSÕES:

Os resultados indicam que o processo de reparo ósseo alveolar esteja associado a um comportamento biomecânico de adaptação do alvéolo em reparação, com deformações mecânicas uniformes.

Dessa forma, os achados sugerem que, durante o processo de reparação alveolar, o

tecido ósseo responde às cargas funcionais de forma distribuída e compensatória, refletindo numa condição compatível com seu estágio de maturação.

## BIBLIOGRAFIA

ARAÚJO, M. G.; SILVA, C. O.; MISAWA, M.; SUKEKAVA, F. Alveolar socket healing: What can we learn? **Periodontology 2000**, Hoboken, v. 68, p. 122–134, 2015.

FERREIRA, B. C. et al.  $\beta$ -catenin and Its Relation to Alveolar Bone Mechanical Deformation - A Study Conducted in Rats With Tooth Extraction. **Frontiers in Physiology**, Lausanne, v. 11, p. 549, 2020.

LIEBERMAN, J. R.; DALUISKI, A.; EINHORN, T. A. The role of growth factors in the repair of bone. Biology and clinical applications. **Journal of Bone and Joint Surgery**. American Volume, Needham, v. 84, n. 6, p. 1032–1044, 2002.

OKAMOTO, T.; DE RUSSO, M. C. Cicatrização de feridas após extração dentária. Estudo histoquímico em ratos. **Revista da Faculdade de Odontologia de Araçatuba**, Araçatuba, v. 2, n. 2, p. 153–169, 1973.

OKAMOTO, T.; VASCONCELOS FIALHO, A. C. Estudo histológico comparativo de dois métodos de obtenção de cortes alveolares em ratos. **Revista de Odontologia da UNESP**, Araçatuba, v. 19, n. 1, p. 63–74, 1990.

RICHMOND, B. G. et al. Finite element analysis in functional morphology. **Anatomical Record. Part A, Discoveries in Molecular, Cellular, and Evolutionary Biology**, Hoboken, v. 283, n. 2, p. 259–274, 2005.

TROMBELLI, L. et al. Modeling and remodeling of human extraction sockets. **Journal of Clinical**

**Periodontology**, Hoboken, v. 35, p. 630–639, 2008.

UDEABOR, S. E. et al. Effects of altitude and relative hypoxia on postextraction socket wound healing: A clinical pilot study. **International Journal of Tropical Disease & Health**, London, v. 25, p. 1–7, 2017.

VAN DER WEIJDEN, F.; DELL'ACQUA, F.; SLOT, D. E. Alveolar bone dimensional changes of post-extraction sockets in humans: A systematic review. **Journal of Clinical Periodontology**, Hoboken, v. 36, p. 1048–1058, 2009.