

# ESTUDO DOS FATORES PREDITIVOS PARA FENESTRAÇÃO E DEISCÊNCIA NO OSSO ALVEOLAR HUMANO: ESTUDO IN SILICO PELO MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS

**Palavras-Chave:** fenestração, deiscência, método dos elementos finitos.

**Autores/as:**

Camila Carrillo Furlan [FOP-UNICAMP]

Alexandre Rodrigues Freire [FOP-UNICAMP]

Felippe Bevilacqua Prado [FOP-UNICAMP]

Profa. Dra. Ana Cláudia Rossi [orientadora] [FOP-UNICAMP]

---

## INTRODUÇÃO:

Fenestração e deiscência são defeitos ósseos alveolares, sendo a fenestração uma ausência de parte da lâmina óssea alveolar expondo a raiz, porém sem o comprometimento do tecido ósseo marginal, já a deiscência é compreendida como um aumento da distância entre a junção cimento-esmalte e a crista óssea alveolar (SARDENBERG et al. 2004).

Apesar de não serem consideradas como uma patologia, estes defeitos ósseos alveolares acabam influenciando no tratamento Odontológico, tal como cirurgias periodontais, dificultando o resultado de cicatrização, além de afetar a Implantodontia Oral (CAMPELO e CÂMARA, 2002), e, portanto, devem ser levadas em conta durante o planejamento do tratamento.

Assim, o objetivo deste trabalho foi utilizar do método dos elementos finitos para testar hipóteses de fatores preditivos para o surgimento de deiscências e fenestrações ósseas.

## METODOLOGIA:

Esta pesquisa foi aprovada pelo CEP FOP UNICAMP. Protocolo número: 42358021.8.0000.5418.

Para o estudo dos fatores preditivos das deiscências e fenestrações foi realizada uma simulação pelo método dos elementos finitos utilizando a ação de forças funcionais, parafuncionais (sobrecarga oclusal) e ortodônticas sobre os incisivos superiores e canino superior.

No software Materialise MIMICS Academic Research v18 (Materialise, Leuven, Bélgica) foi realizada a segmentação das imagens tomográficas de um crânio seco totalmente dentado para a construção de um modelo tridimensional envolvendo estrutura óssea e dente.

Após a construção do modelo tridimensional, foi feita a simulação computacional em incisivo central superior e canino superior, aplicando forças de mastigação funcional (100 N), parafuncional (500 N) nas bordas incisais e uma força ortodôntica de 1,28 N no sentido vestibulolingual utilizando o software Ansys Academic v17.2 (Ansys Inc., Cannonsburg, EUA).

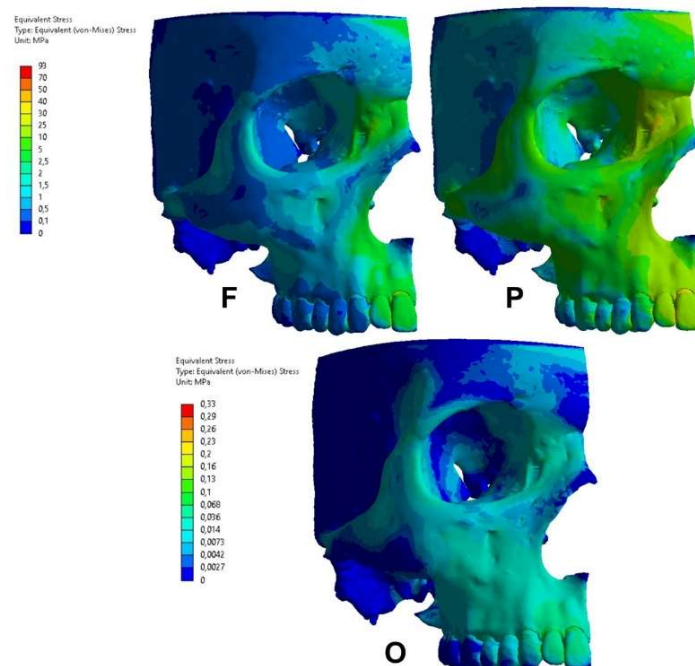
Estrutura anatômica	Módulo de elasticidade (MPa)	Coefficiente de Poisson
Osso (Wroe et al., 2010)	14000	0.3
Dente (Tanne et al., 1998)	19600	0.3

Tabela 1: Módulo de elasticidade e coeficiente de Poisson das estruturas anatômicas desejadas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO:

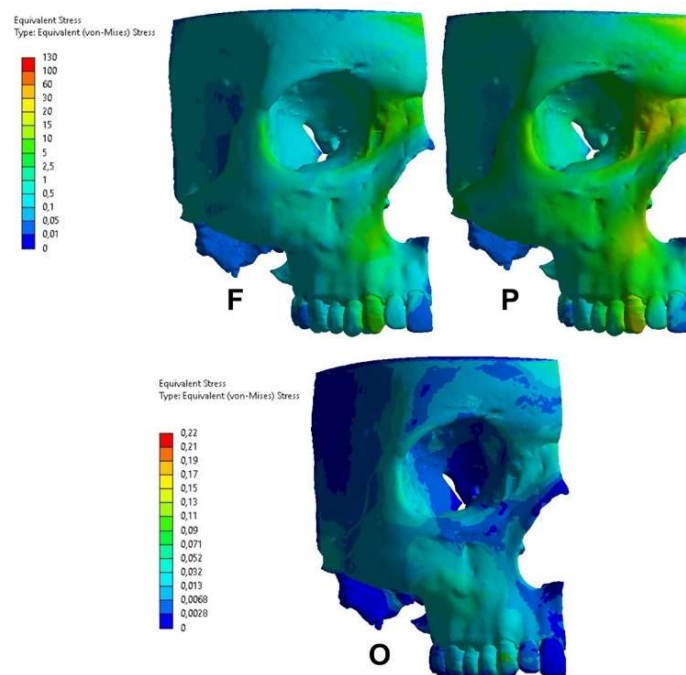
Para cada simulação, sendo elas, aplicação de forças mastigatórias funcionais, parafuncionais e forças ortodônticas, em incisivo central superior e canino superior, foram obtidos resultados de tensões Equivalentes de Von Mises, cujo resultado determina a quantidade de energia dissipada a partir da ação da força ao longo das estruturas avaliadas.

No incisivo superior, tanto a condição parafuncional quanto a ortodôntica apresentaram diferente distribuição de tensões comparado à condição funcional. Observa-se na condição funcional, uma dissipação de tensão ao longo do osso alveolar com intervalo de 2 a 5 MPa, com maior concentração referente ao nível do terço cervical. Já na condição parafuncional, o intervalo de tensão no osso alveolar atingiu o intervalo de 10 a 25 MPa, ou seja, um aumento de 5x o valor das tensões. As tensões nesta condição se concentraram em todos os níveis (cervical, médio e apical). Na condição de força ortodôntica, as tensões foram de menor magnitude, atingindo valores no intervalo de 0,014 a 0,068 MPa no osso alveolar, se concentrando ao nível do terço cervical.



**Figura 1.** Tensões equivalentes de von Mises a partir da ação de força mastigatória funcional (F), parafuncional (P) e ortodôntica (O) sobre o incisivo central superior. Para as condições F e P, foi utilizada a mesma escala de cores com os intervalos de valores de tensões. Para a condição O, foi utilizada uma escala específica, devido à maior diferença nos valores.

No canino superior, os resultados também apresentaram diferenças nas condições parafuncional e ortodôntica, comparando-se à condição funcional. Na condição funcional o intervalo de tensões no osso alveolar foi igual a 1 a 5 MPa, com maior concentração referente ao terço apical. Na condição parafuncional, a distribuição de tensões foi semelhante a funcional, porém com maior magnitude, atingindo intervalo de 5 a 30 MPa. Sendo assim, maior concentração ao nível do terço apical. Já na condição de força ortodôntica, a distribuição foi diferente em relação às condições funcional e parafuncional, atingindo intervalo de valores de 0,013 a 0,032 MPa. Entretanto, as tensões se concentraram no osso alveolar aos níveis médio e cervical.



**Figura 2.** Tensões equivalentes de von Mises a partir da ação de força mastigatória funcional (F), parafuncional (P) e ortodôntica (O) sobre o canino superior. Para as condições F e P, foi utilizada a mesma escala de cores com os intervalos de valores de tensões. Para a condição O, foi utilizada uma escala específica, devido à maior diferença nos valores.

Nos incisivos superiores, tanto na condição parafuncional, quanto na ortodôntica, a contração de tensão sugere o surgimento de deiscência. Para o canino superior, na condição parafuncional verificou-se maior concentração de tensão ao nível do terço apical, sendo coerente com fenestração no canino superior. Variações de tensão na estrutura óssea alveolar tem relação com alterações no processo de remodelação óssea (ROSSI et al., 2021). Biologicamente, segundo Henneman (2008), ao perturbar o fluxo sanguíneo durante a variações mecânicas na força ortodôntica, há morte celular, reabsorção de tecido hialinizado por macrófagos e de tecido ósseo por osteoclastos, visto que esta alteração na vascularização acaba por resultar na liberação de citocinas, neurotransmissores, fatores de

crescimento, fatores estimuladores de colônias e outras moléculas que acabam por recrutar osteoclastos e outras células inflamatórias a reabsorver o tecido ósseo local (ZAINAL, 2011).

## CONCLUSÕES:

A simulação computacional pelo método dos elementos finitos permitiu entender biomecanicamente que nos incisivos superiores, tanto na condição parafuncional, quanto na ortodôntica, a contração de tensão sugere o surgimento de deiscência, e que nos caninos superiores, na condição parafuncional, verificou-se maior concentração de tensão ao nível do terço apical, sendo coerente com fenestração. Futuros estudos necessitam ser realizados uma vez que a presente pesquisa não considerou o tempo (frequência e duração) da aplicação das forças ortodônticas.

---

## BIBLIOGRAFIA

- CAMPELO, Luis Dominguez, CAMARA José R. Dominguez. Flapless implant surgery: a 10-year clinical retrospective analysis, **Int J Oral Maxillofac Implants** v.17(2), p.271–276, 2002.
- SARDENBERG, Eleanor Mobley Scofield, KAHN, Sérgio, GUSMÃO, Marcos Santos de, MACHADO, Walter Auugusto Soares, ALVES JR, Joel. Estudo dos defeitos ósseos alveolares em periodontia: deiscências e fenestrações, **Revista Brasileira de Odontologia**, v. 60(6), p.406-408, 2004.
- WROE, Stephen, FERRARA, Toni L, MCHENRY, Colin R, CURNOE, Darren, CHAMOLI, Uphar. The craniomandibular mechanics of being human, **Proc. R. Soc. B**, Sydney, v. 277, p. 3579-86, 2010.
- TANNE, K, YOSHIDA, S, KAWATA, T, SASAKI, Um, KNOX, J, JONES, ML, An evaluation of the biomechanical response of the tooth and periodontium to orthodontic forces in adolescent and adult subjects, **Brit J Orthod**, v. 25, p. 109-115, 1998
- POIATE, Isis A Venturini P, VASCONCELLOS, Adalberto Bastos de, BARCELLOS, Ronaldo de Santana, POIATE, Edgard, Three-dimensional stress distribution in the human periodontal ligament in masticatory, parafunctional, and trauma loads: finite element analysis, **J Periodontol**, v. 80, p. 1859-67, 2009
- AROFFIN, Shahrul Hisham Zainal, YAMAMOTO, Zulham, ABIDIN, Itan Zarina Zaionol, WAHAB, Megat Abdul, ARIFFIN, Zaidah Zainal. Cellular and molecular changes in orthodontic tooth movement. **Scientific World Journal**, v. 11, p. 1788-1803, 2011
- ROSSI, Ana Cláudia, FREIRE, Alexandre Rodrigues, FERREIRA, Beatriz Carmona. FAVERANI, Leonardo Perez, OKAMOTO, Roberta, PRADO, Felipe Bevilacqua. Effects of premature contact in maxillary alveolar bone in rats: relationship between experimental analyses and a micro scale FEA computational simulation study. **Clin Oral Investig**, v. 25(9), p. 5479-5492, 2021