

CAPÍTULO 7

CONCLUSÕES E SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS.

Realizou-se neste trabalho uma análise qualitativa preliminar das tensões e deslocamentos nas situações de implante imediato submetido à carga imediata e implante osseointegrado, utilizando o método dos elementos finitos.

As simplificações relativas à geometria, propriedades mecânicas dos materiais e condições de interação das partes que constituíram o modelo foram fatores limitantes nas simulações dos implantes, o que influenciou a precisão das análises. Apesar do estado de tensão e deformação *in vivo* ser 3D, um modelo plano foi escolhido pois: faltou referências das propriedades ortotrópicas do osso na região da maxila na literatura e ainda, a maior parte dos trabalhos encontrados mesmo modelados tridimensionalmente, consideraram o osso como isotrópico para simulações numéricas, possibilitou modelar de forma detalhada estruturas importantes como as roscas dos implantes e a arquitetura óssea do alvéolo, propiciou a utilização de elementos de contato nos implantes imediatos submetidos à carga imediata, os quais não estão aderidos às camadas ósseas, sugerindo assim uma condição de contorno para simulação numérica, representativa desta situação clínica.

A análise das tensões cisalhantes e deslocamentos em implantes imediatos submetidos à carga imediata foi fundamental para a avaliação dos implantes, pois sugeriu que, o implante Titamax CM de formato cilíndrico na posição palatinizada, adaptou-se melhor a condição de carga imediata.

De acordo com as condições estudadas de implante osseointegrado, o implante Titamax CM de formato cilíndrico com conexão cone morse na posição palatinizada, apresentou melhor adaptação à situação.

A conexão protética cone morse esteve presente nas melhores configurações das situações de carga imediata e osseointegrado, o que demonstra a sua maior eficácia aos sistemas de implantes.

A relevância do trabalho realizado está em comparar variáveis dentro de uma situação específica, utilizando o software ANSYS. Os valores encontrados podem levar a um melhor entendimento da biomecânica ao redor dos implantes com carga imediata, pois não foram encontrados na literatura revisada, modelagens em elementos finitos que fossem representativas desta situação.

Enfim apesar de ser um estudo preliminar, o trabalho realizado fornece subsidio para a realização de pesquisas futuras, pois a metodologia utilizada pode ser empregada em uma variedade de casos similares encontrados na implantodontia.

Sugestões de trabalhos futuros.

- Modelagem tridimensional das situações estudadas, pois assim há a redução das simplificações do modelo, possibilitando a utilização das propriedades ortotrópicas do osso e simulação mais exata das complexidades geométricas;
- Modelagem do conjunto implante, conexão e prótese, a prótese além da função estética tem um papel muito importante na dissipação das tensões;
- Implementação do torque de inserção devido ao rosqueamento e travamento do implante no osso, que gera tensões que conferem estabilidade primária ao implante.

REFERÊNCIAS

BASCONES, A. M., FRIAS, L., Implantes unitarios: Una solución actual. **Avances en Periodoncia**, vol.15, no.1, p.07-17, abr. 2003.

BEZERRA, E.S., Aspectos Biomecânicos do Sistema Esquelético. Apostila do Laboratório de Biomecânica, São Paulo, nov. 2003. Disponível em: <http://www.usp.br/eef/biomecan/download/osso.pdf>.

BERGLUND, T., ABRAHAMSSON, I., LANG, N.P., LINDHE, J., De novo alveolar bone formation adjacent to endosseous implants. A model study in the dog. **Clin. Oral Impl. Res.**, v. 14, p.252-262, 2003.

BORCHERS, L., REICHART, P., Three-dimensional stress distribution around a dental implant t different stages of interface development, **J Dent. Res.**, Chicago, v.62, p.155-159, 1983.

BOSKAYA, D., MUFTU S., MUFTU A., Evaluation of load transfer characteristics of five different implants in compact bone at different load levels by finite elements analysis. **J Prosthet Dent.**, v.92, p.523-530, 2004.

BRANEMARK, P.I.; ZARB, G.A.; ALBREKTSSON, T.; Tissue integrated prostheses: osseointegration in clinical dentistry. Chicago: Quintessence, 1985. 350p.

CAMPOS, S.D., CAMPOS, E.A., SILVEIRA, C.B., BINI, R.A., Biomateriais preparados com serragem e com glucose de milho: influência na porosidade e na cristalinidade, **Cerâmica**, v.51, n.319, p.274-279, 2005.

CARR, AB., BEALS, DW., LARSEN, PE., Reverse-torque failure of screw-shaped implants in baboons after 6 months of healing. **Int J Oral Maxillofac Implants**, v.12, p.598-603, 1997.

CARLSSON, L., RÖSTLUND, T., ALBREKTSSON, B., ALBREKTSSON, T., Removal torques for polished and rough titanium implants. **Int J Oral Maxillofac Implants**, v.3, p. 21-24, 1988.

CARTER, D.R., HAYES, W.C., The compressive behavior of bone as a two phase porous structure, **J. Bone Joint Surg**, Boston, v.59, p. 954-962, 1997.

CORSO, L.L., MARCZAK, R.J., Análise tridimensional em um implante mandibular osseointegrado através do método de elementos finitos-um estudo na orientação do implante para a minimização da tensão no osso. XXVII Iberian Latin American Congress on Computational Methods in Engineering, 2006, Belém, Anais. Belém, 2006.1CD.

COWIN, S.C. Bone poroelasticity, **Journal of Biomechanics**, v.32, p.217-238, 1999.

DINATO, J.C.; POLIDO, W.D. **Implantes Osseointegrados-Cirurgia e Prótese**. 2.ed. São Paulo: Artes Médicas, 2001. 529p.

FORTUNA, C.B. **Análise em elementos finitos do comportamento biomecânico de um implante unitário, do tipo hexágono interno, submetido à aplicação de carga imediata, precoce e tardia**. 2003. 150f. Dissertação de mestrado-Universidade de São Paulo, São Paulo.

GARCIA-AROCHA, R. A., GARCIA, V., SUAREZ, A., Rehabilitación protésica del maxilar inferior usando implantes óseointegrados de carga inmediata: Reporte de un caso, **Acta odontol. venez**, vol.43, no.2, p.165-170, mayo 2005.

HIMMLOVÁ, L., DOSTÁLOVÁ, T., KÁCOVSKÝ, A., Influence of implant length and diameter on stress distribution: A finite element analysis. **The Journal of prosthetic dentistry**, v.91, n.1, p.21-25, January, 2004.

JOLY, J.C., LIMA, A.F.M. Características da superfície e da fenda implante-intermediário em sistemas de dois e um estágios. **J Appl Oral Sci**, v.11, n.2, p.107-113, Março, 2003.

KASEMO, B., LAUSMAA, J., Biomaterial and implant surfaces: on the role of cleanliness contamination and preparation procedures. **J Biomed Mater Res**, v.22, p. 145-158, 1988.

KAWACHI, E.Y., BERTRAN, C.A., REIS, RALPHO R., ALVES, O., Biocerâmicas: tendencias e perspectivas de uma área interdisciplinar. **Quím. Nova.**, v.23, n.4, 2000. Disponível em: <[http:// www.scielo.br](http://www.scielo.br)> Acesso em: 16 Mar 2007.

KOCA OL., ESKITASCIOGLU G., USUMEZ A., Three-dimensional finite-element analysis of functional stresses in different bone locations produced by implants placed in the maxillary posterior region of the sinus floor. **J Prosthet. Dent.**, v.93, p.38-44, 2005.

MASUDA, T., SALVI, GE., OFFENBACHER S., FELTON DA., COOPER LE., Cell and matrix reactions at titanium implants surgically prepared rat tibiae. **Int. J Oral Maxillofac Implants**, v.12, p.472-485, 1997.

MERCER, C.,HE,M.Y.,WANG,R., EVANS, A.G. Mechanisms governing the inelastic deformation of cortical bone and application to trabecular bone. **Acta Mater.**, Santa Barbara, 2005.

MERZ, B.R., HUNENBART, S., BELSER, U.C., Mechanics of the implant-abutment connection: an 8-degree taper compared to a butt joint connection. **Int. J Oral Maxillofac Implants**, v. 15, n.4, p. 519-526, Chicago, Jul/Aug, 2000.

MISCH, C.E. **Próteses sobre Implantes**. 2.ed. Santos, 2006.625p.

O'MAHONY, A.M.; WILLIAMS,J.L.;SPENCER,P. Anisotropic elasticity of cortical and cancellous bone in the posterior mandible increases peri-implant stress and strain

under oblique loading. **Clin Oral Implants Res**, Copenhagen,v.12,n.6,p.648-657,Dec.2001.

PARSAMIAN, G.P. **Damage mechanics of bone**. 2001 Tese de Doutorado. Department of Mechanical and Aerospace Engineering, Mogantown, West Virginia.

PEÑARROCHA, M., URIBE, R., BALAGUER, J.Implantes inmediatos a la exodoncia.Situación actual. **Méd Oral**, Valencia,v.9, p.234-242, May 2003.

PESSOA, R.S., OLIVEIRA, S.A.G., SILVA, N.C., JÚNIOR, E. M., VAZ, L.G., Contribuição ao estudo das tensões/deformações de implantes dentais inmediatos submetidos à carga imediata. IV Congresso Nacional de Engenharia Mecânica,2006,Recife, Anais. Recife, 2006.1CD.

PETRIE, C.S., WILLIAMS, J.L., Comparative evaluation of implant designs: influence of diameter, length, and taper on strains in the alveolar crest.**Clin. Oral Impl. Res.**,v.16, p.486-494, 2005.

PIERRISNARD, L.;HURE, G.; BARQUINS, M.; CHAPPARD,D. Two dental implants designed for immediate loading: a finite element analysis. **Int J Oral Maxillofac Implants**, Chicago, v.17, n.3, p.353-362, May/June 2002.

RADE, D. A., Método dos Elementos Finitos. Apostila da Disciplina Método dos Elementos Finitos aplicados à Engenharia Mecânica, Uberlândia, 2006.

SIEGELE, D.; SOLTESZ,U. Numerical investigations of the influence of implant shape on stress distribution in the jaw bone. **Int J Oral Maxillofac Implants**.Chicago, v.4,n.4,p.333-340,winter 1989.

SIMON, U., AUGAT, P., IGNATIUS, A., CLAES L. Influence of the stiffness of bone defect implants on the mechanical conditions at the interface- a finite element analysis with contact. **Journal of Biomechanics**, Germany, v.36, p.1079-1086, March 2003.

STECK, R., NIEDERER, P., KNOTHE TATE, M.L., A finite difference model of load-induced fluid displacements within bone under mechanical loading. **Medical Engineering & Physics**, v.22,p.117-125, 2000.

TESTORI, T., BIANCHE, F., Ideal implant positioning in a maxillary anterior extraction socket. **Academy News**, v.14, n.2, p.305-314, 2003.

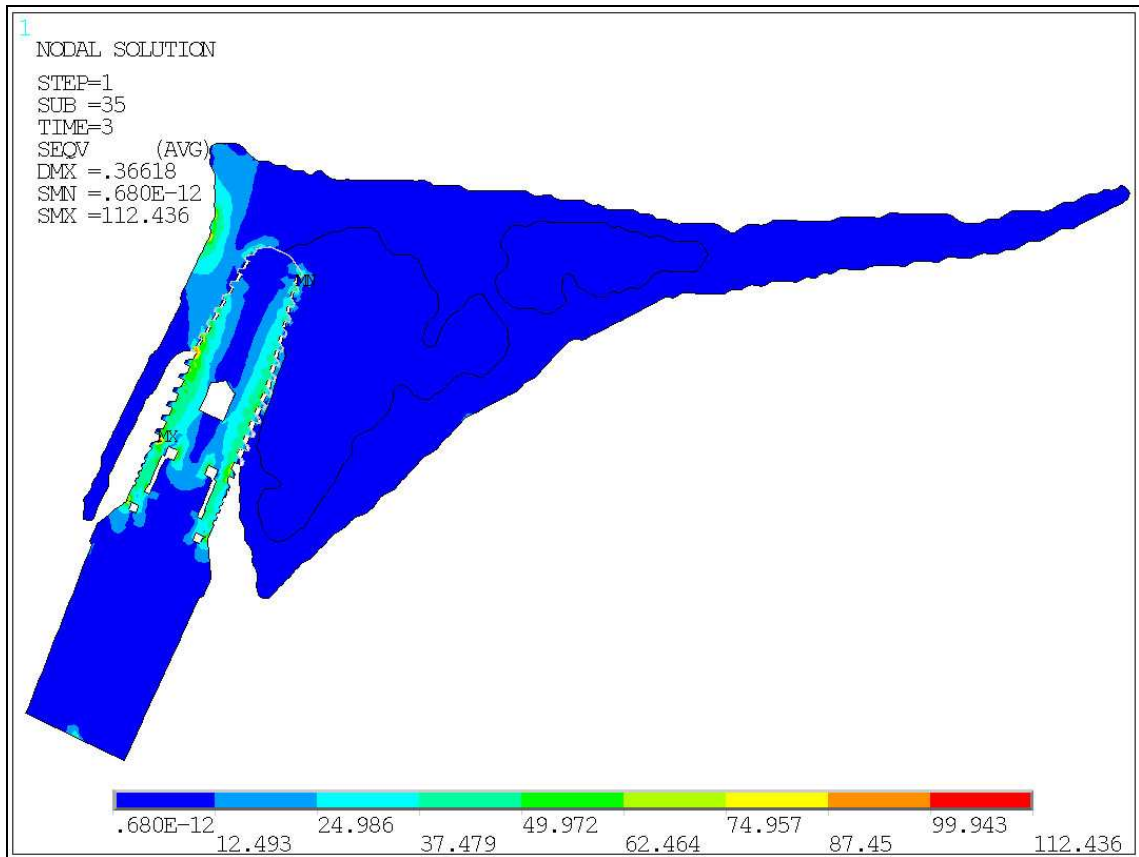
WATANABE, F., HATA, Y., KOMATSU, S., Finite element analysis of the influence of implant inclination, loading position, and load direction on stress distribution. **Odontology**, Japan, v.91 , p.31-36, June 2003.

ZANGH, G., Evaluating the viscoelastic properties of biological tissues in a new way. **J. Musculoskelet Neuronal Interact**, Georgia, v.5,n.1,p.85-90,2005.

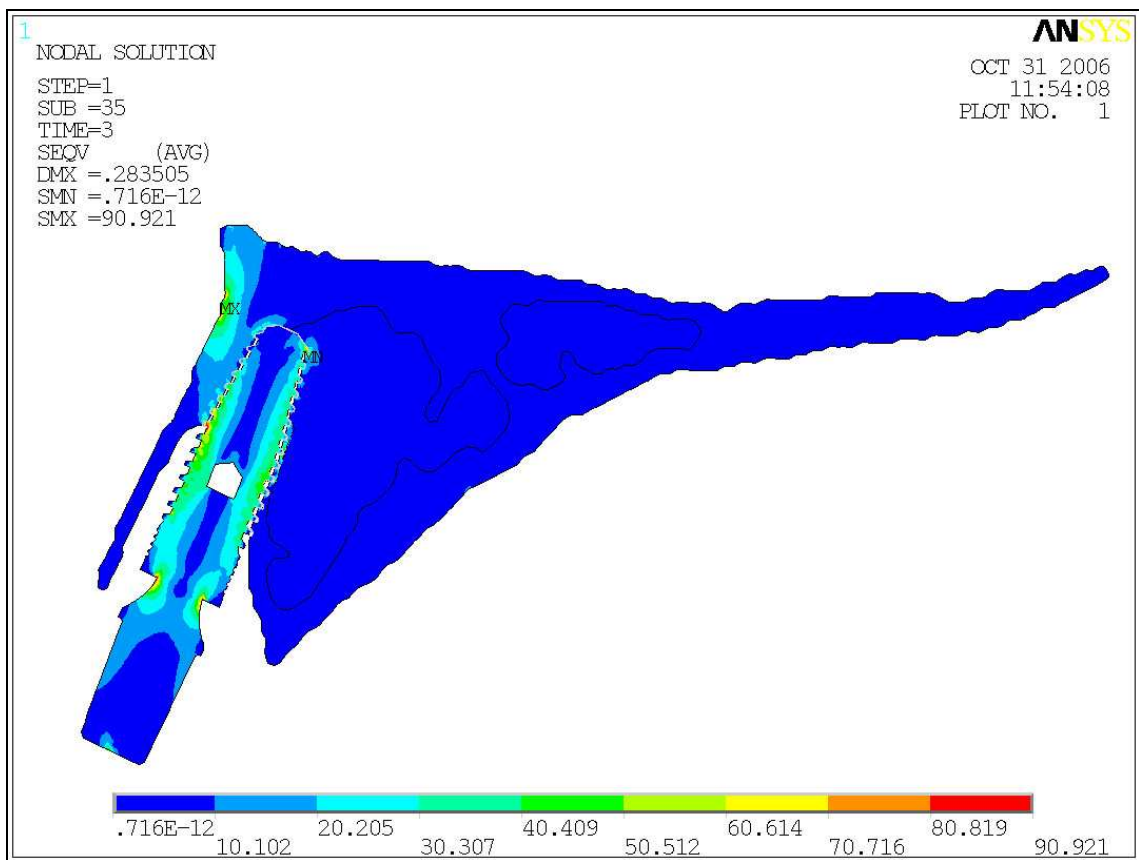
ZIENKIEWICZ, O.C., TAYLOR, R.L. **El método de los elementos finites**.5.ed.Barcelona:CIMNE,2004.794p.

ANEXO I

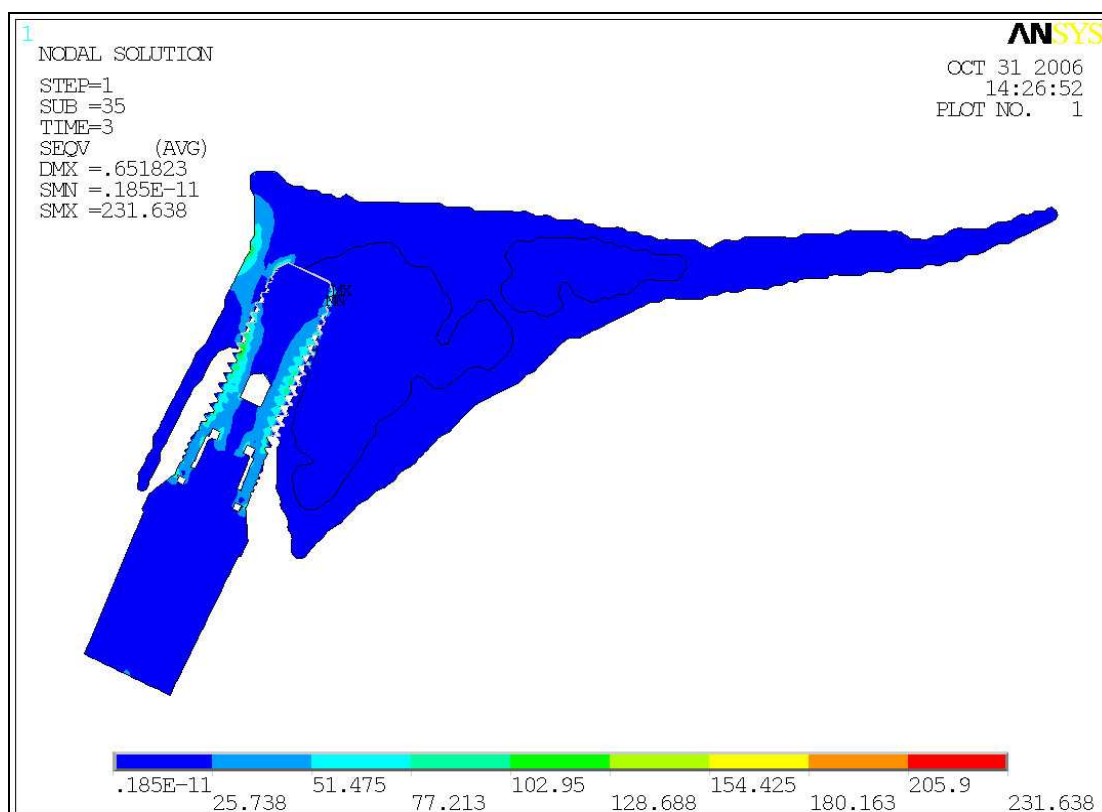
(Distribuição das tensões de Von Mises em implantes imediatos submetidos à carga imediata.) “Vestibularizado e Palatinizado”



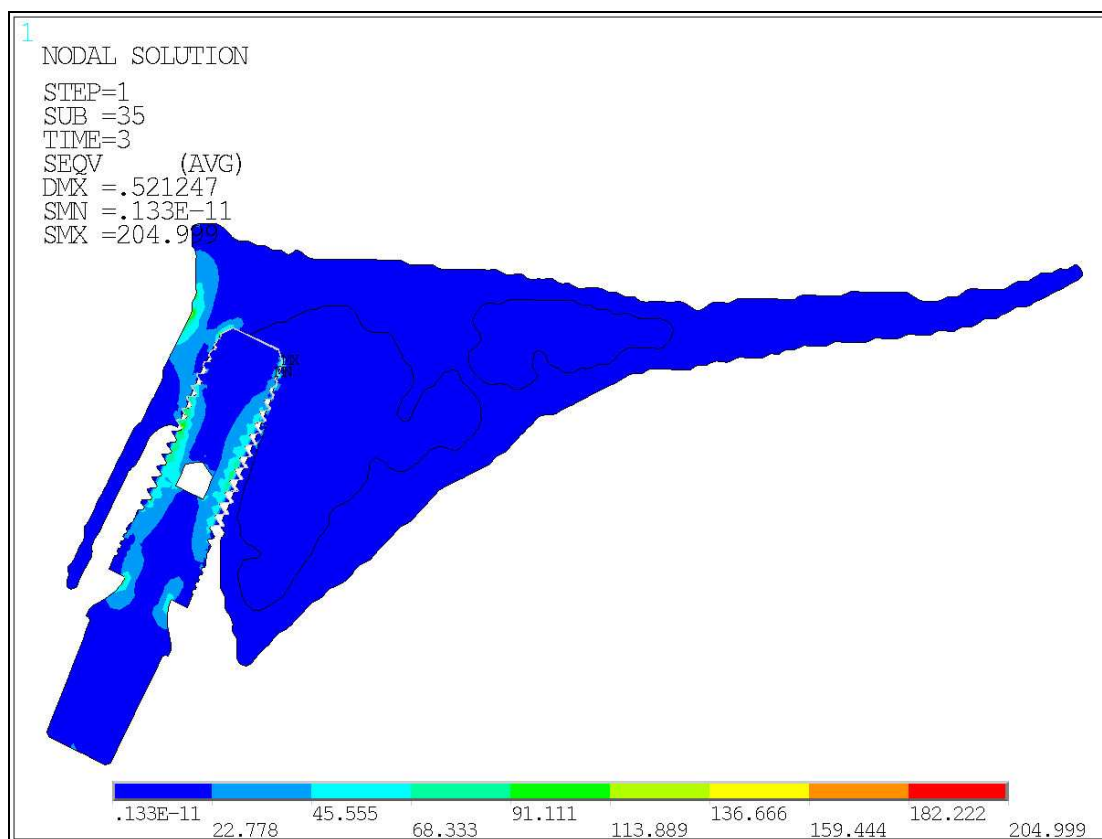
Implante Alvim II- Cônico



Implante Alvim CM (Cone Morse)- Cônico

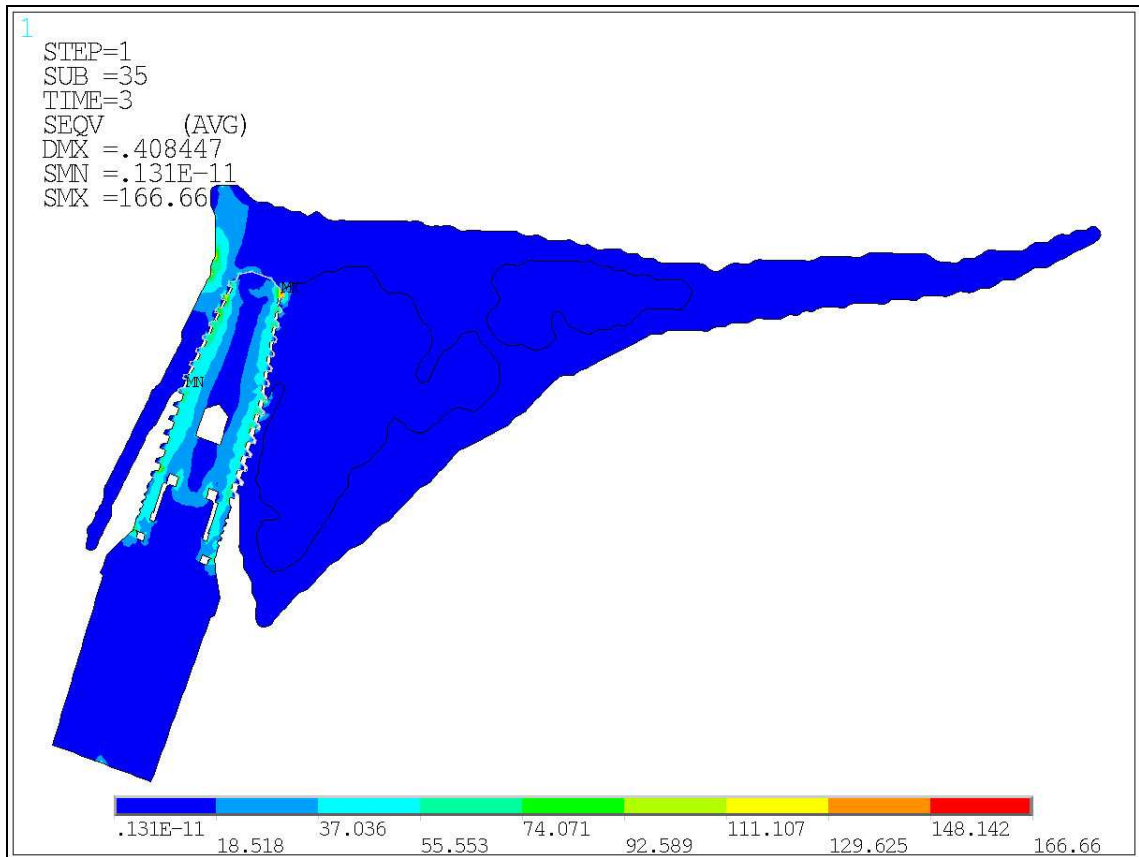


Implante Titamax II- Cilíndrico

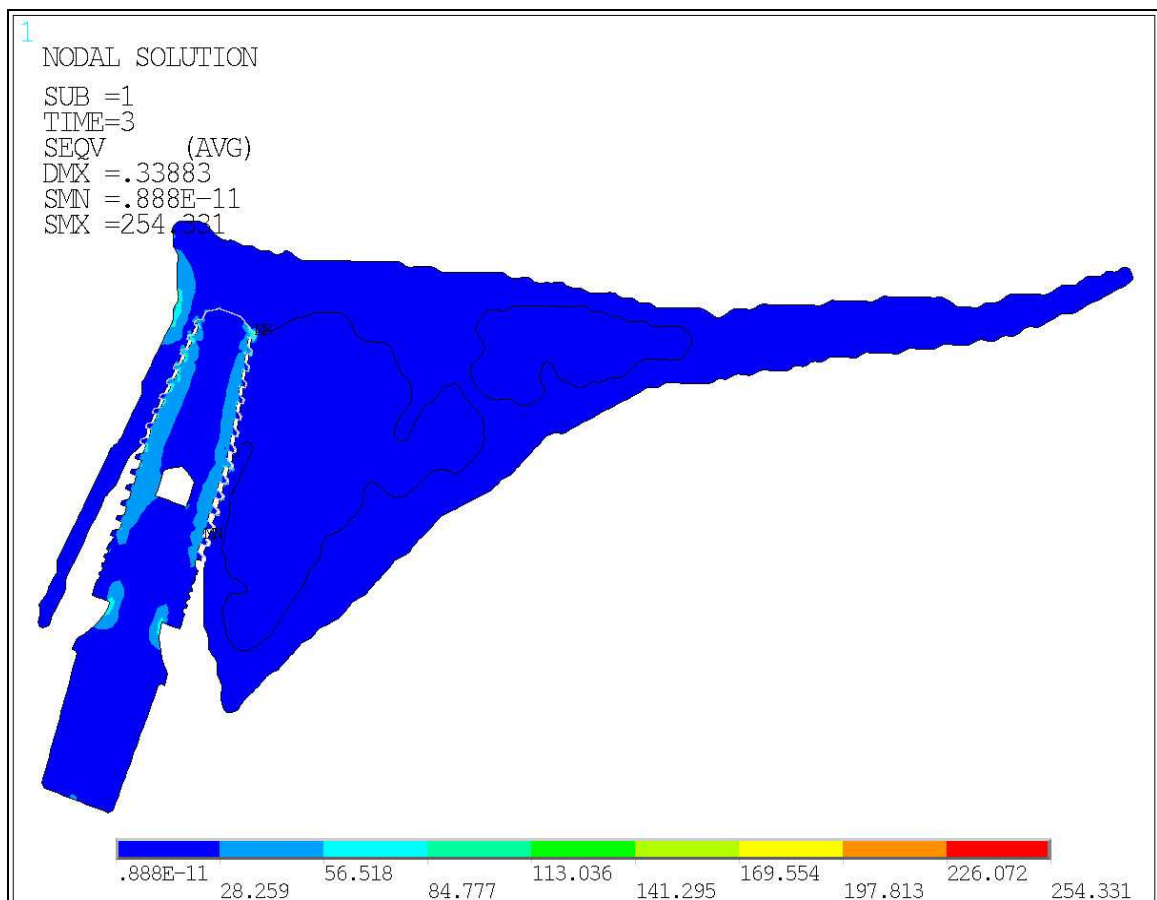


Implante Titamax CM (Cone Morse) - Cilíndrico

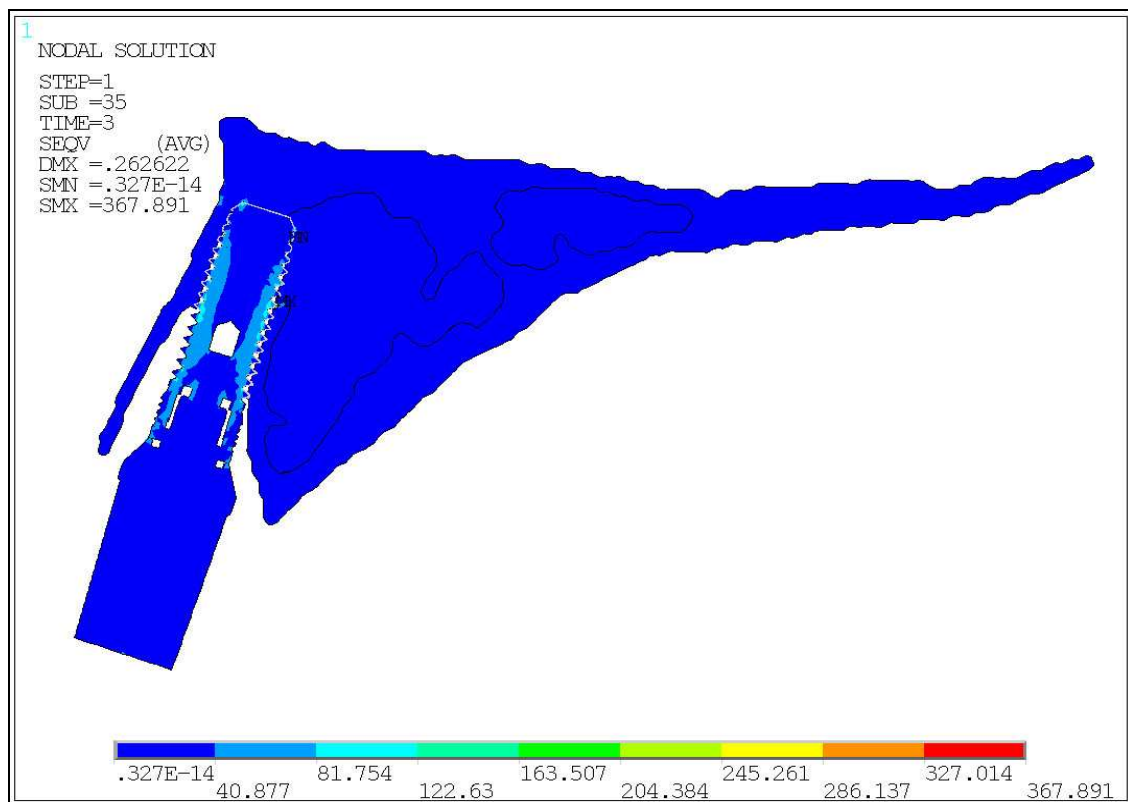
Figura I. 1: Distribuição das Tensões de Von Mises na estrutura implante e camadas ósseas, posição vestibularizada



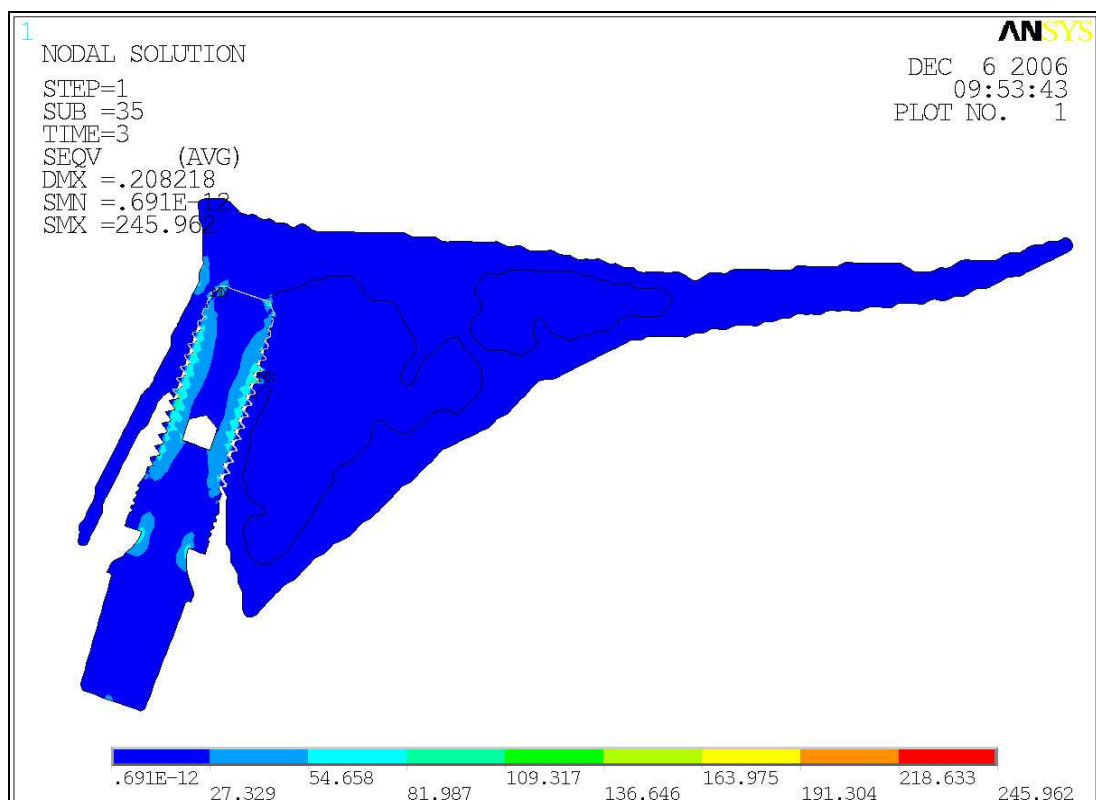
Implante Alvim II - Cônico



Implante Alvim CM (Cone Morse)- Cônico



Implante Titamax II- Cilíndrico

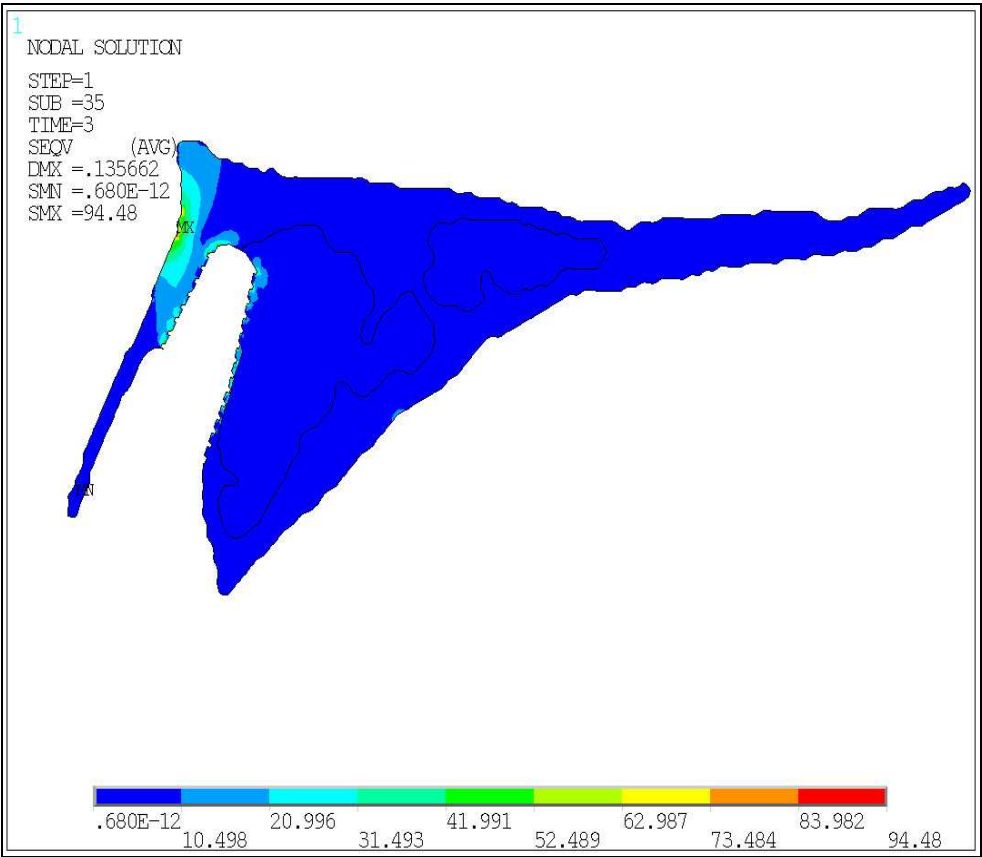


Implante Titamax CM (Cone Morse) - Cilíndrico

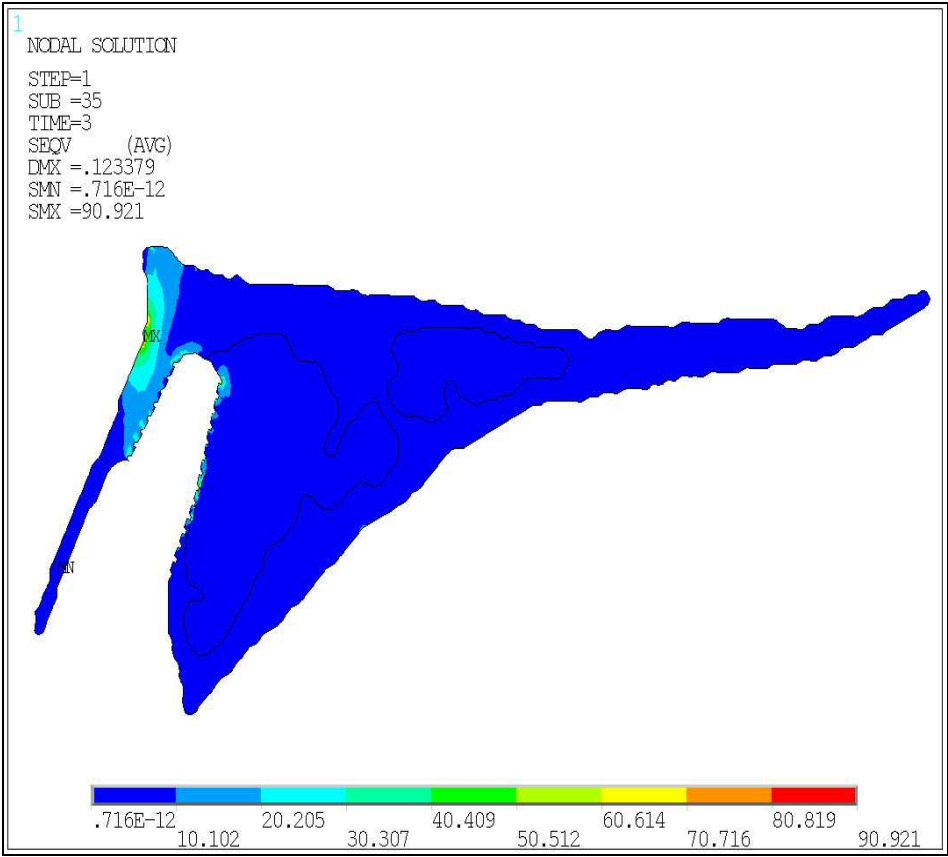
Figura I. 2: Distribuição das Tensões de Von Mises na estrutura implante e camadas ósseas, posição palatinizada

ANEXO II

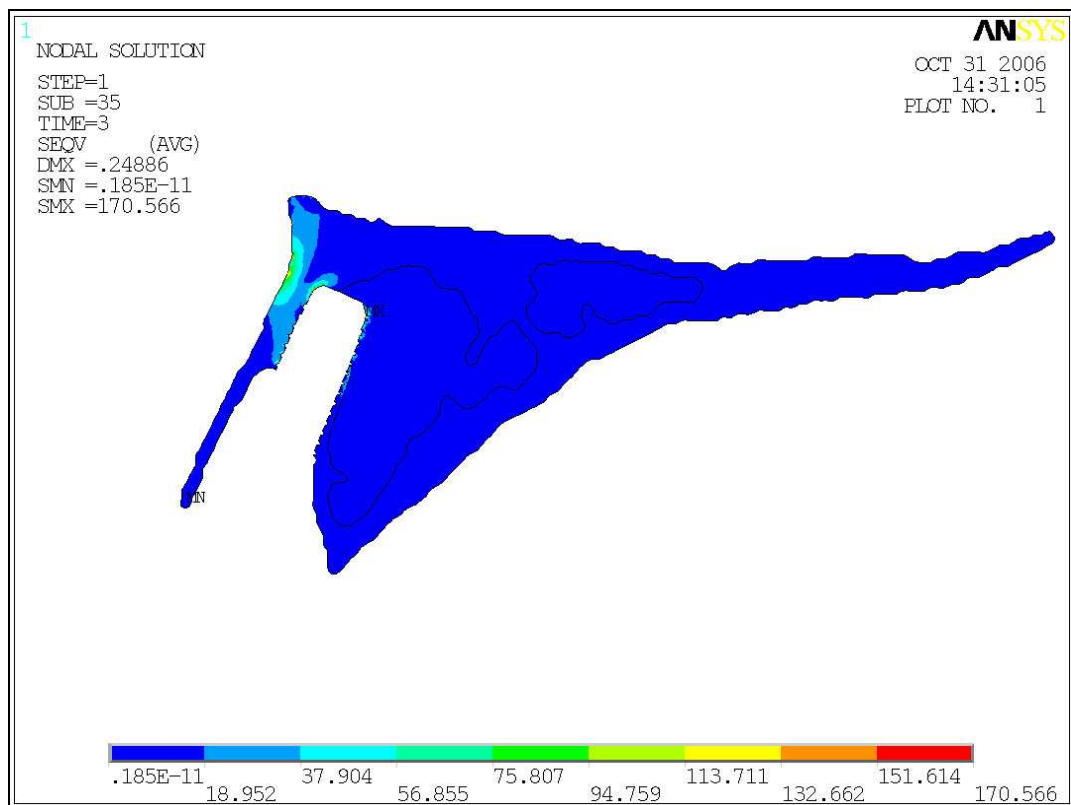
(Distribuição das tensões de Von Mises nas camadas ósseas adjacentes.)
“Vestibularizado e Palatinizado”



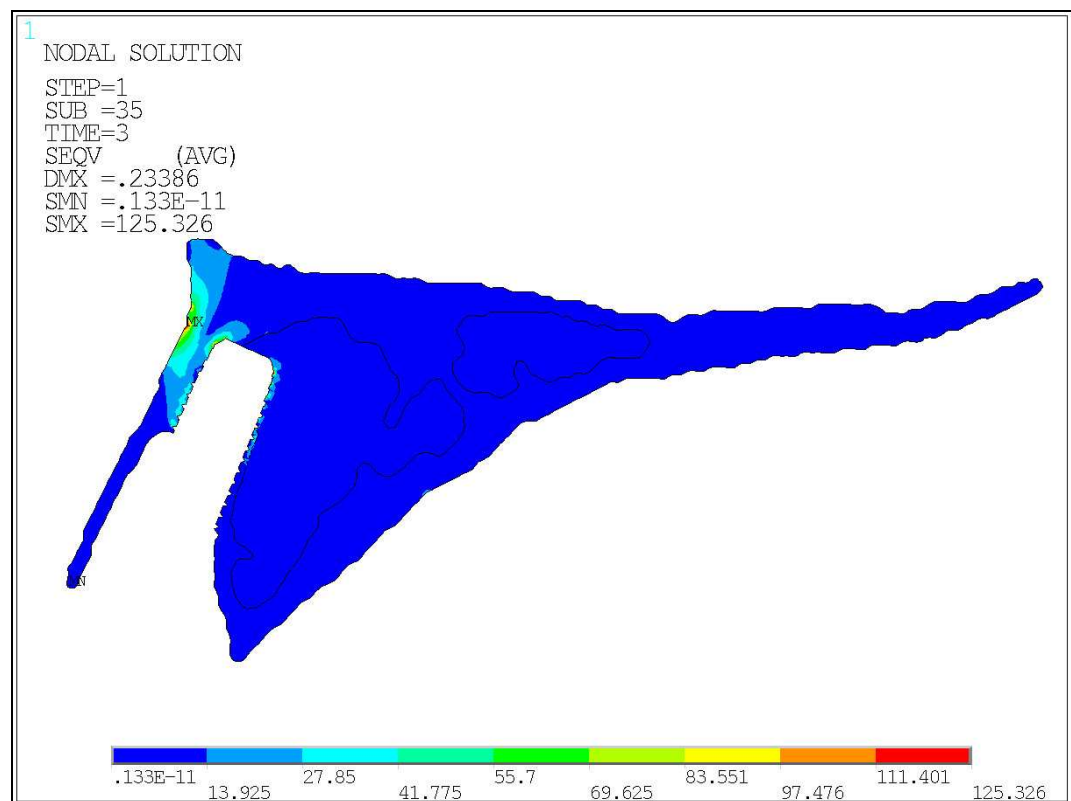
Implante Alvim II- Cônico



Implante Alvim CM- Cônico

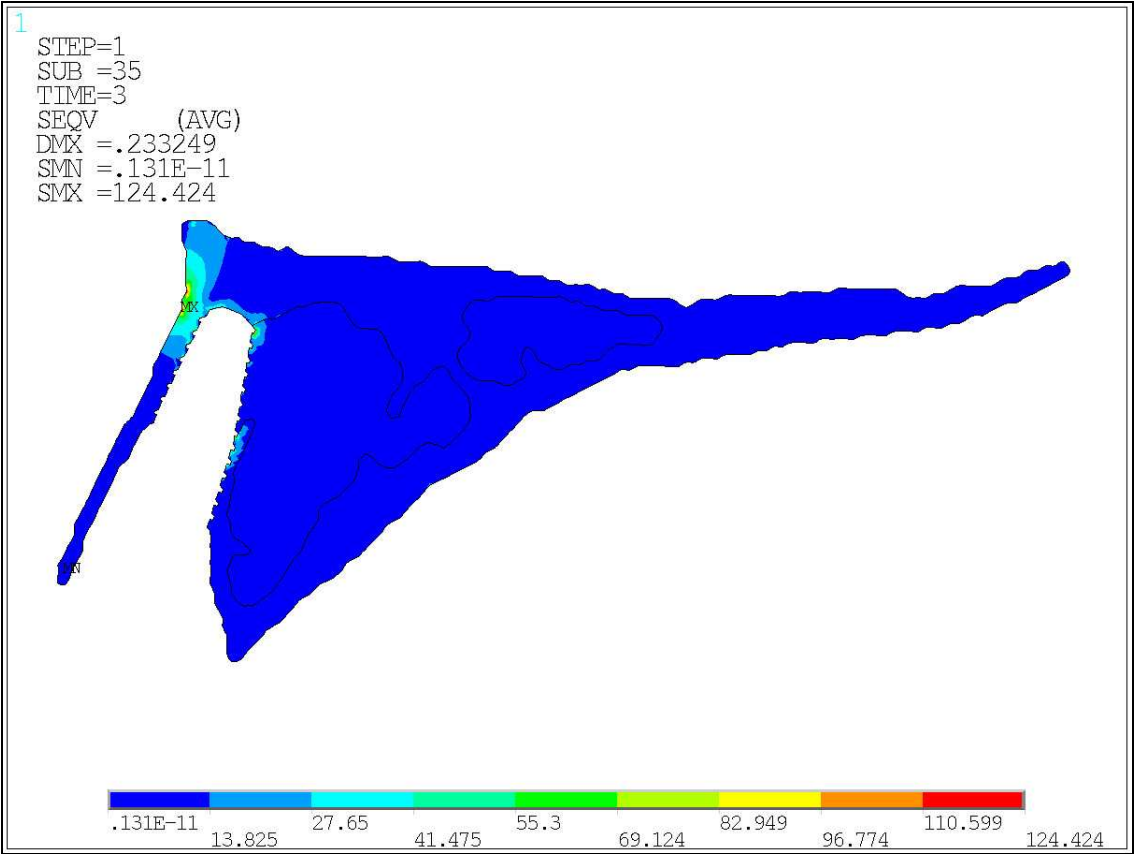


Implante Titamax II- Cilindrico

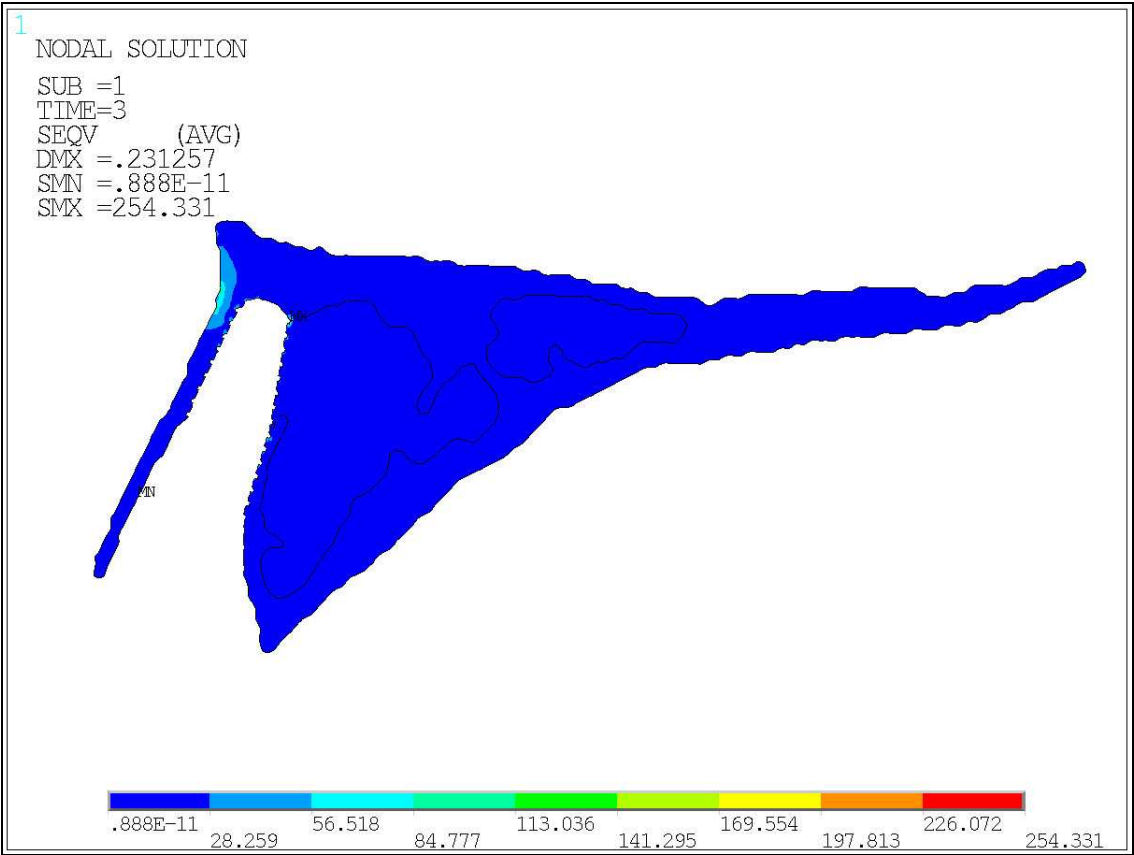


Implante Titamax CM- Cilindrico

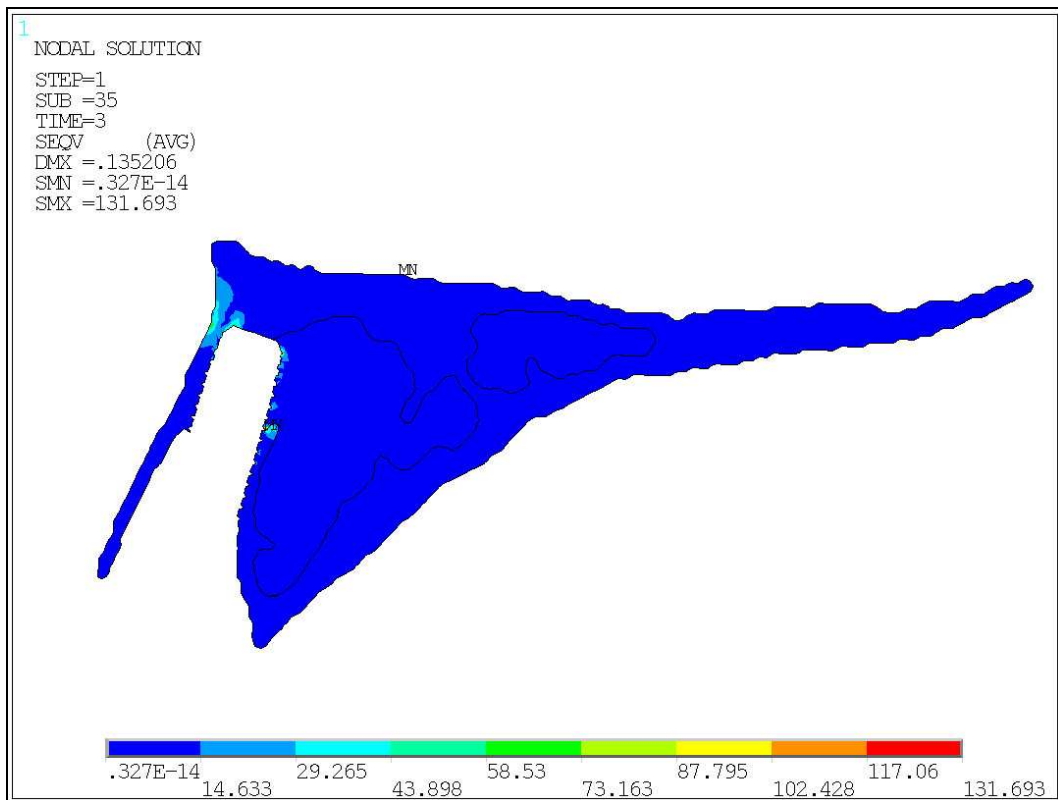
Figura II. 1: Distribuição de Tensões de Von Mises, nas camadas ósseas, implante na posição vestibularizada.



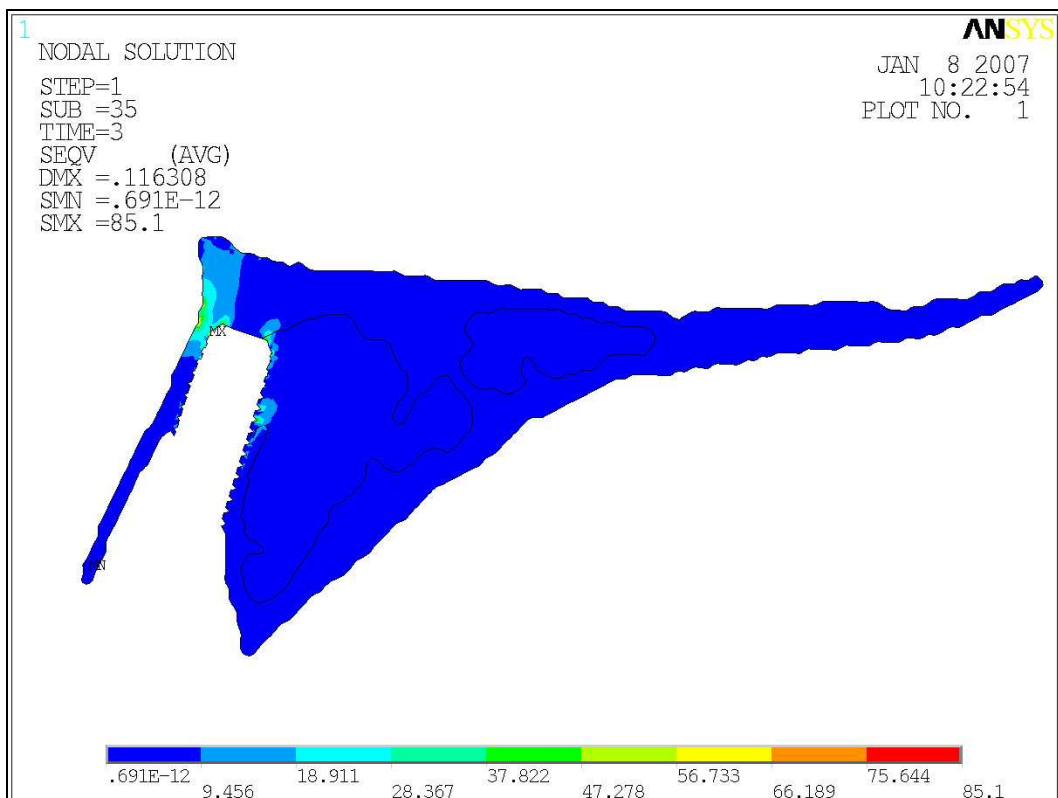
Implante Alvim II- Cônico



Implante Alvim CM- Cônico



Implante Titamax II- Cilindrico

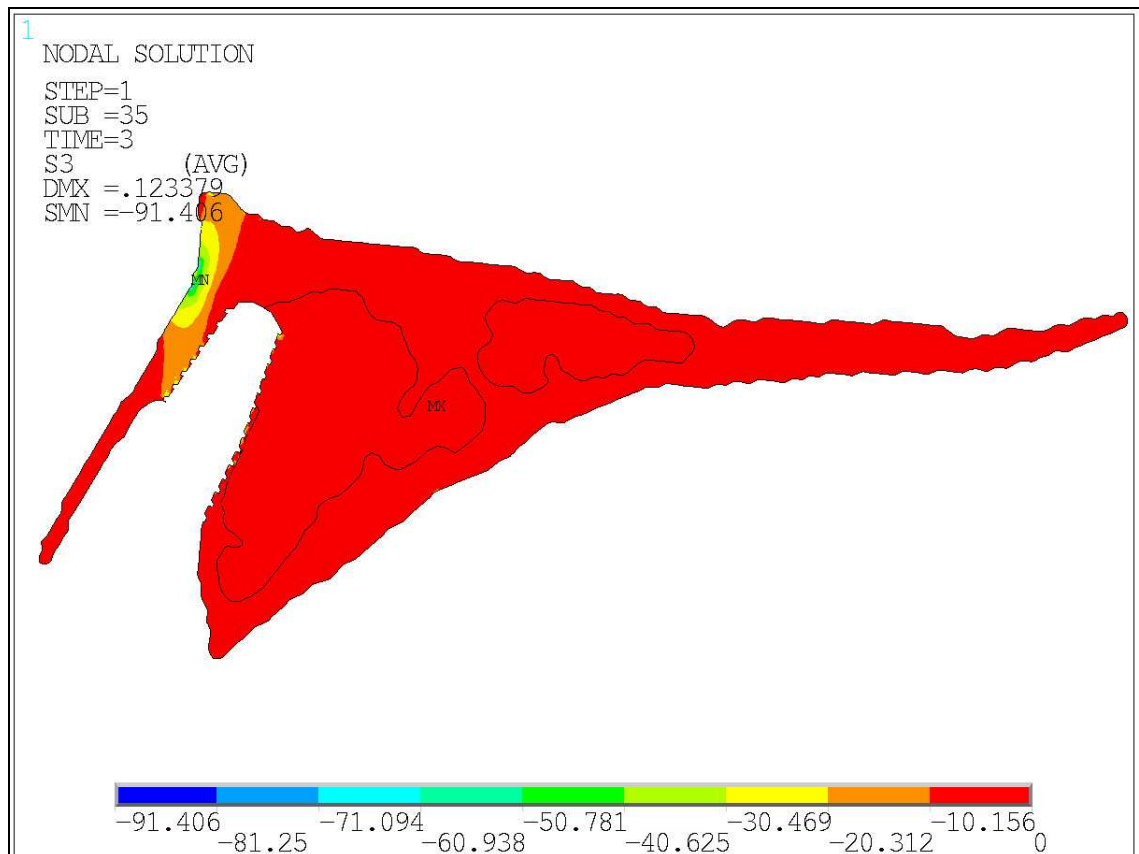


Implante Titamax CM- Cilindrico

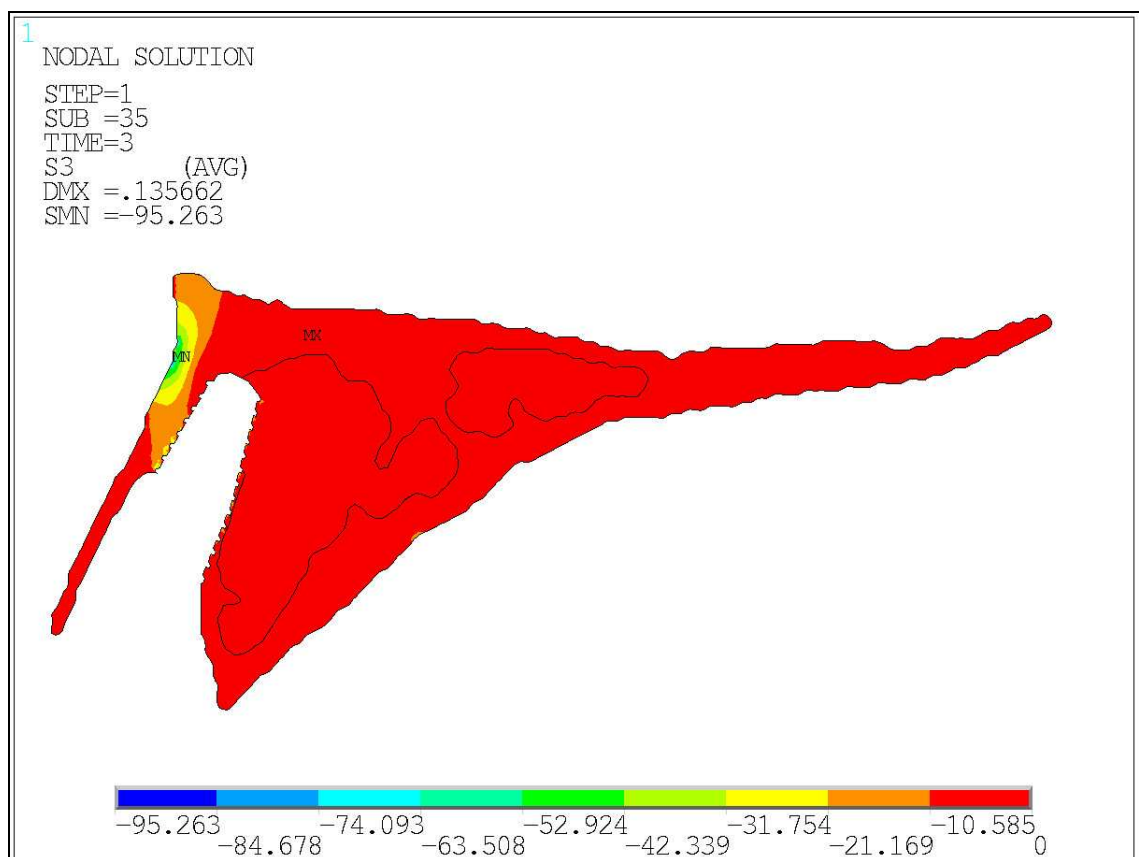
Figura II. 2: Distribuição de Tensões de Von Mises, nas camadas ósseas, implante na posição palatinizada.

ANEXO III

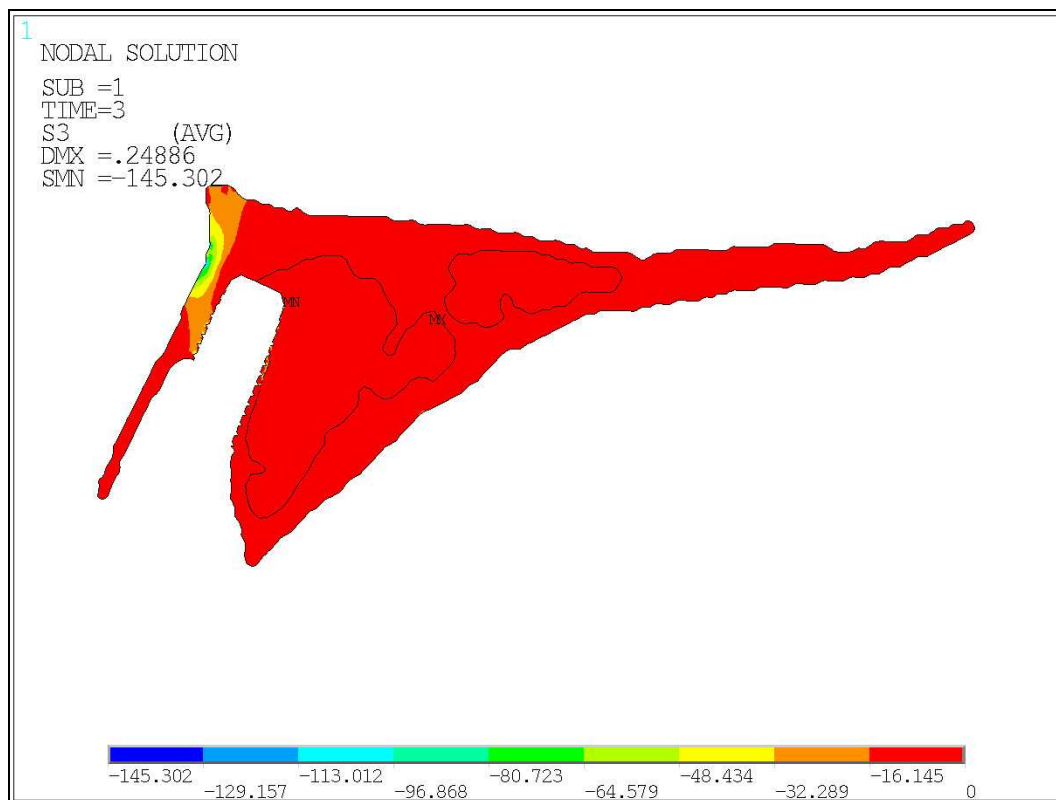
(Distribuição das tensões de compressão nas camadas ósseas adjacentes.)
“Vestibularizado e Palatinizado”



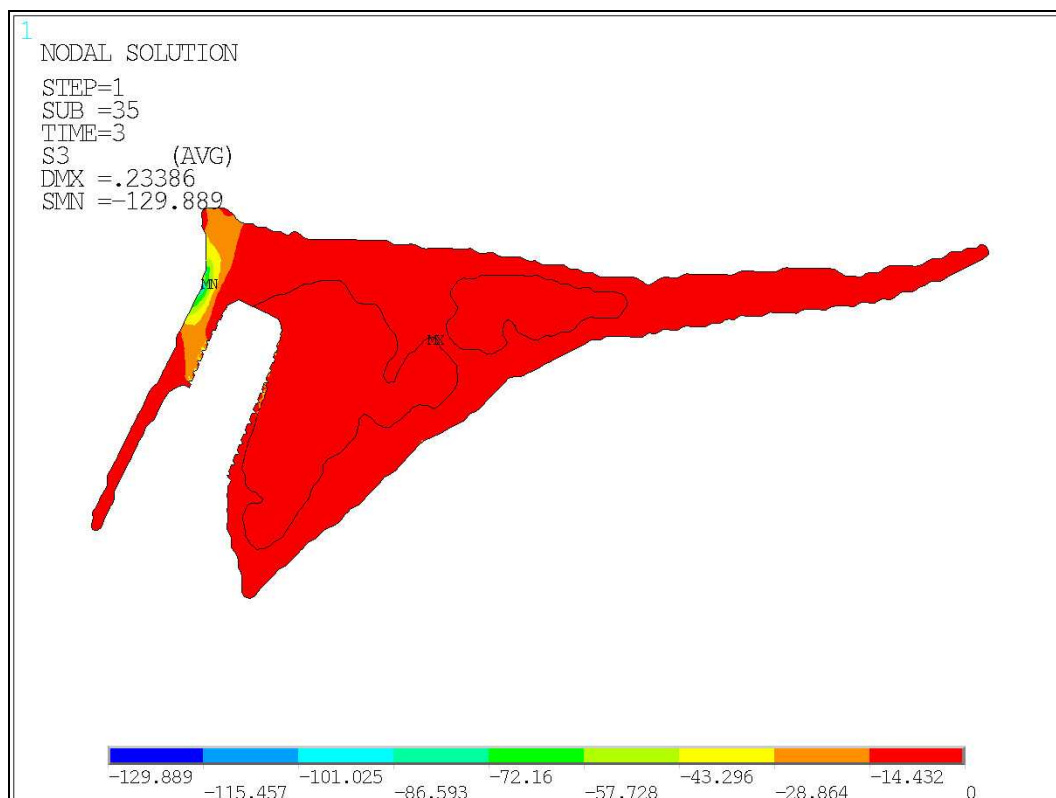
Implante Alvim II- Cônico



Implante Alvim CM (Cone Morse)- Cônico

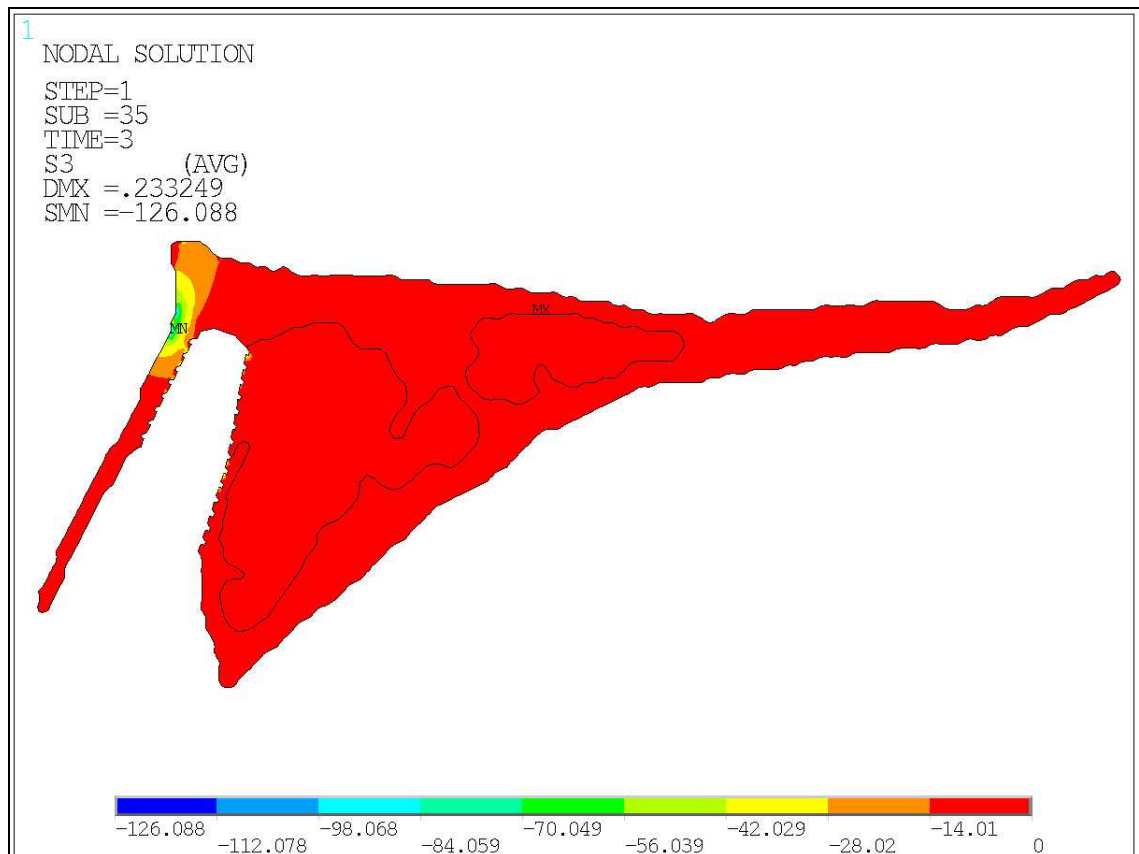


Implante Titamax II- Cilíndrico

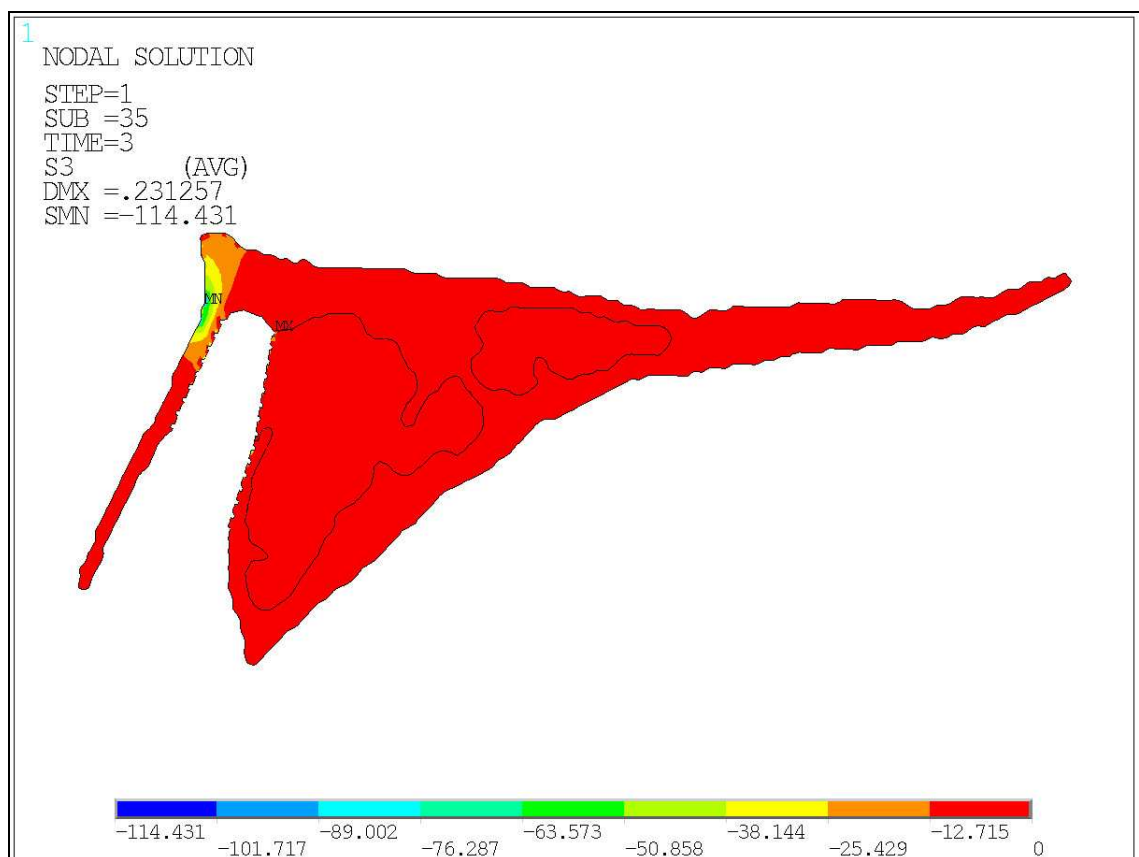


Implante Titamax CM (Cone Morse)- Cilíndrico

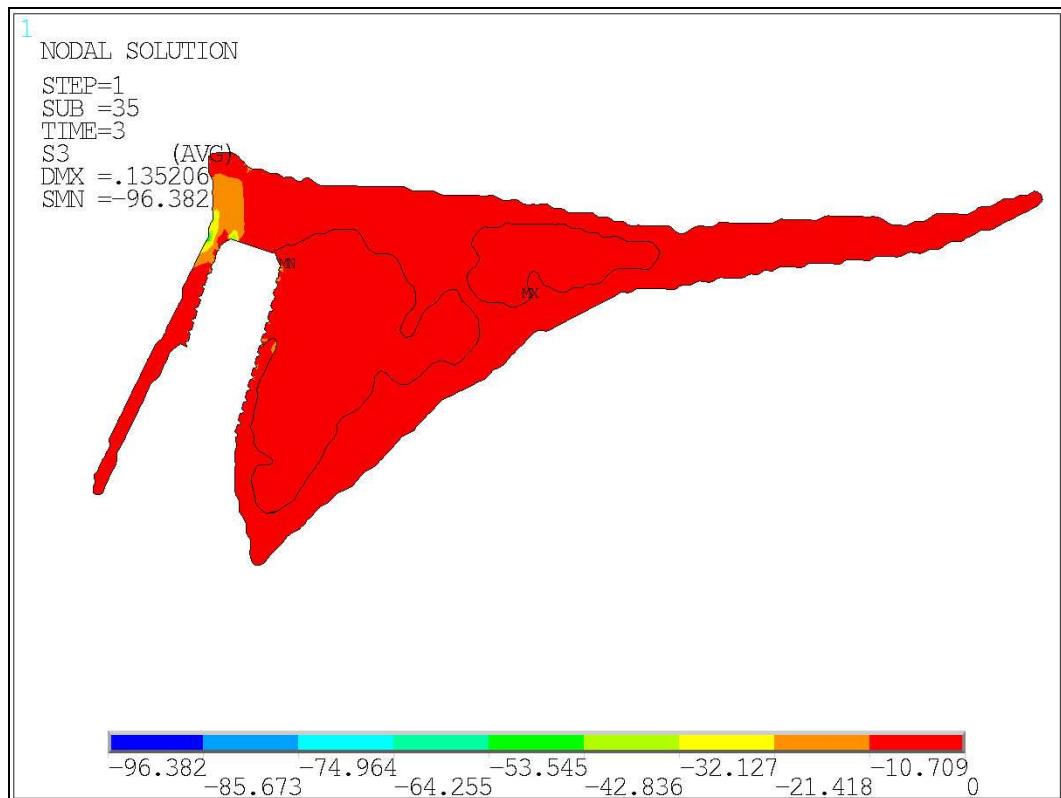
Figura III. 1: Distribuição das Tensões de Compressão nas camadas ósseas, posição vestibularizada



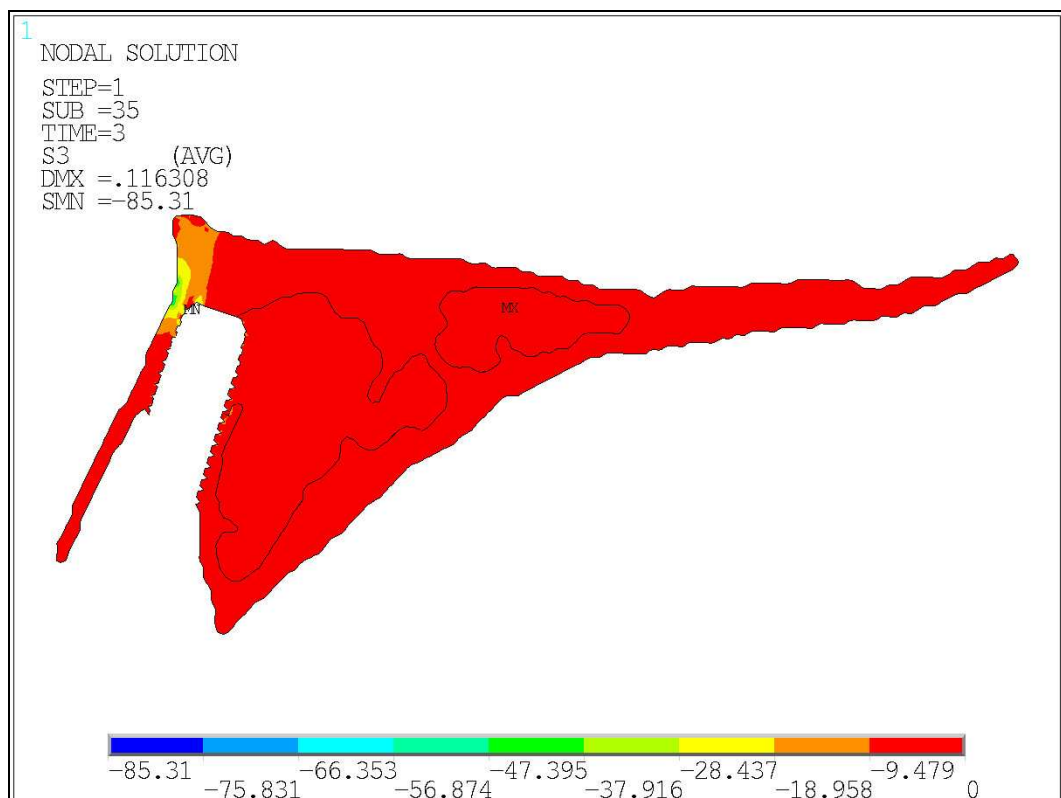
Implante Alvim II - Cônico



Implante Alvim CM (Cone Morse) - Cônico



Implante Titamax II- Cilíndrico

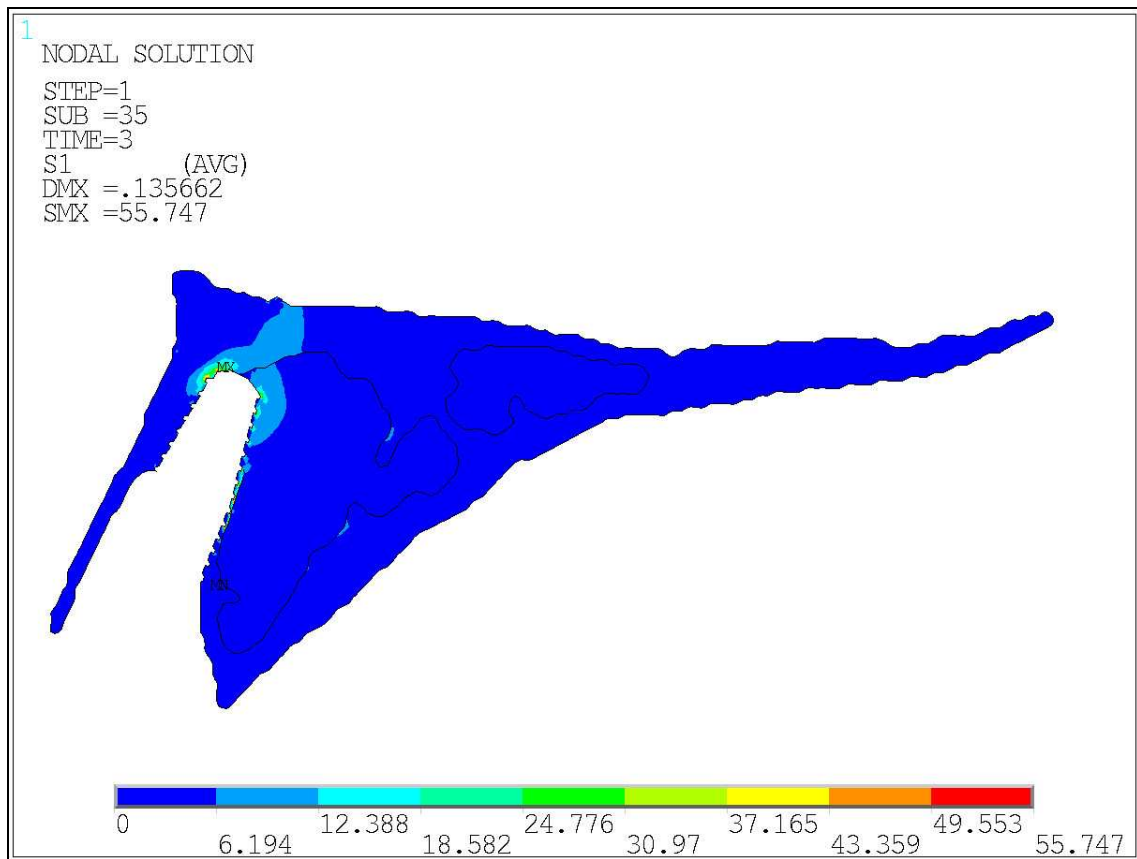


Implante Titamax CM (Cone Morse)- Cilíndrico

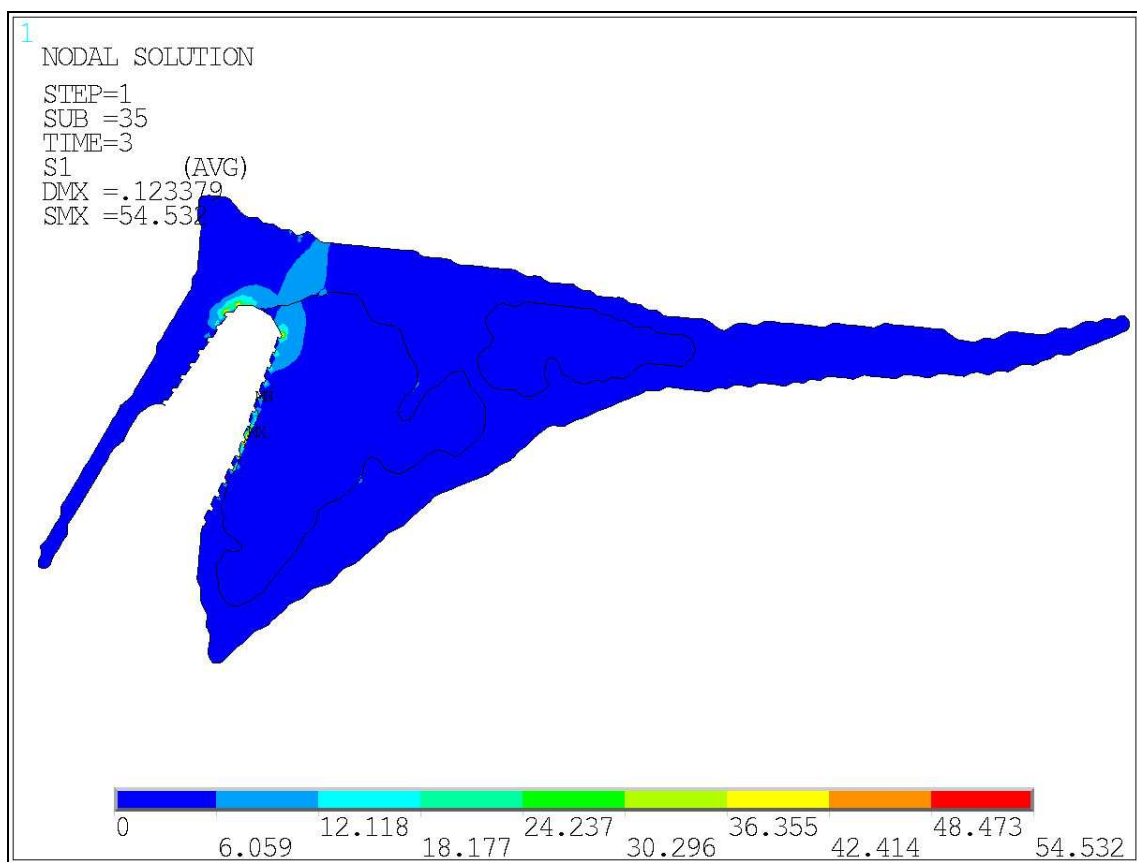
Figura III. 2: Distribuição das Tensões de Compressão nas camadas ósseas, posição palatinizada

ANEXO IV

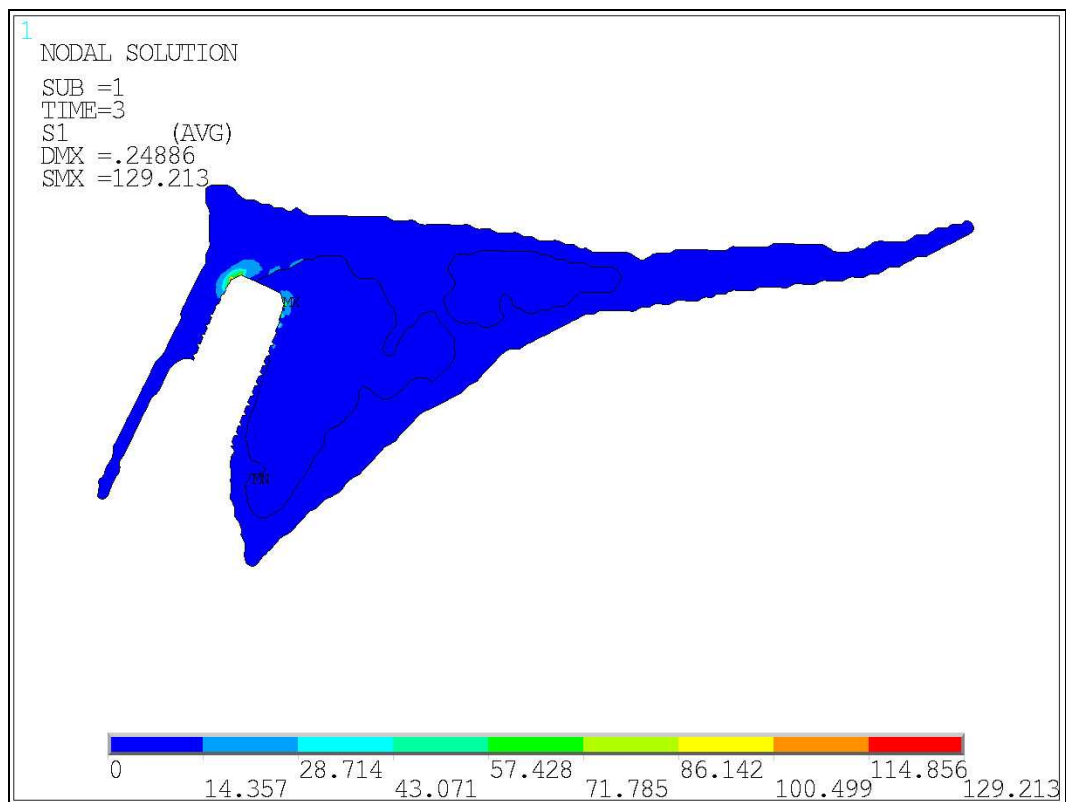
(Distribuição das tensões de tração nas camadas ósseas adjacentes.) “Vestibularizado e Palatinizado”



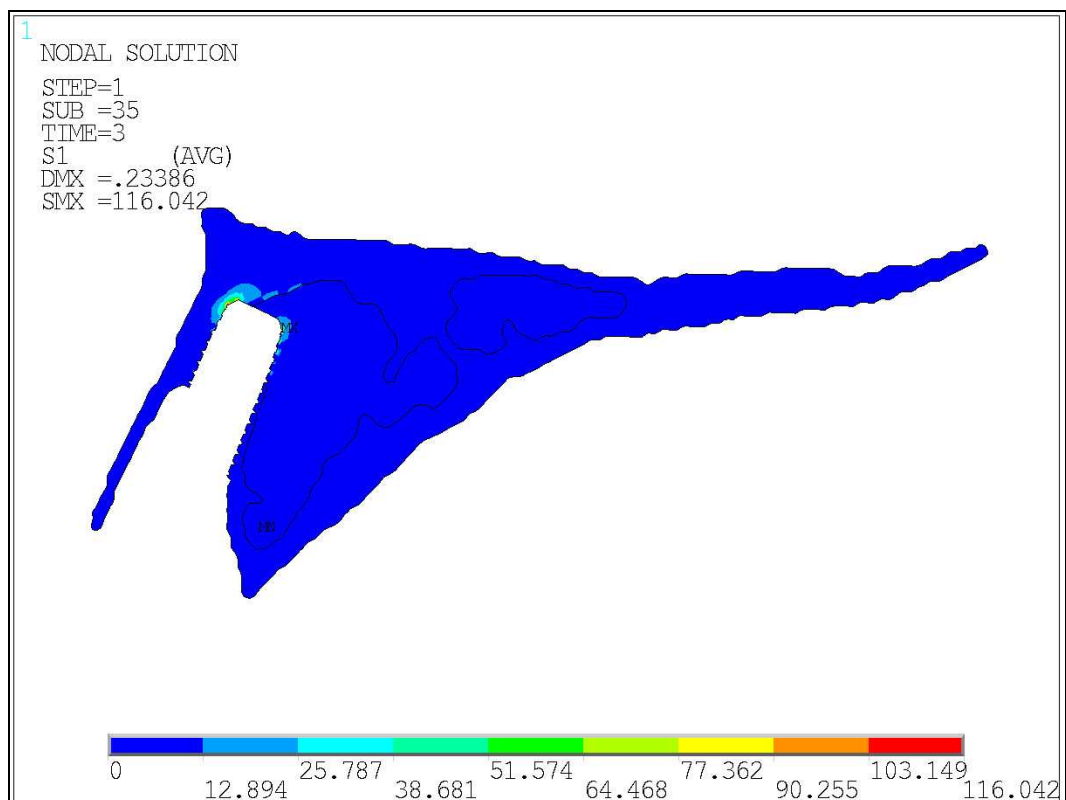
Implante Alvim II- Cônico



Implante Alvim CM- Cônico

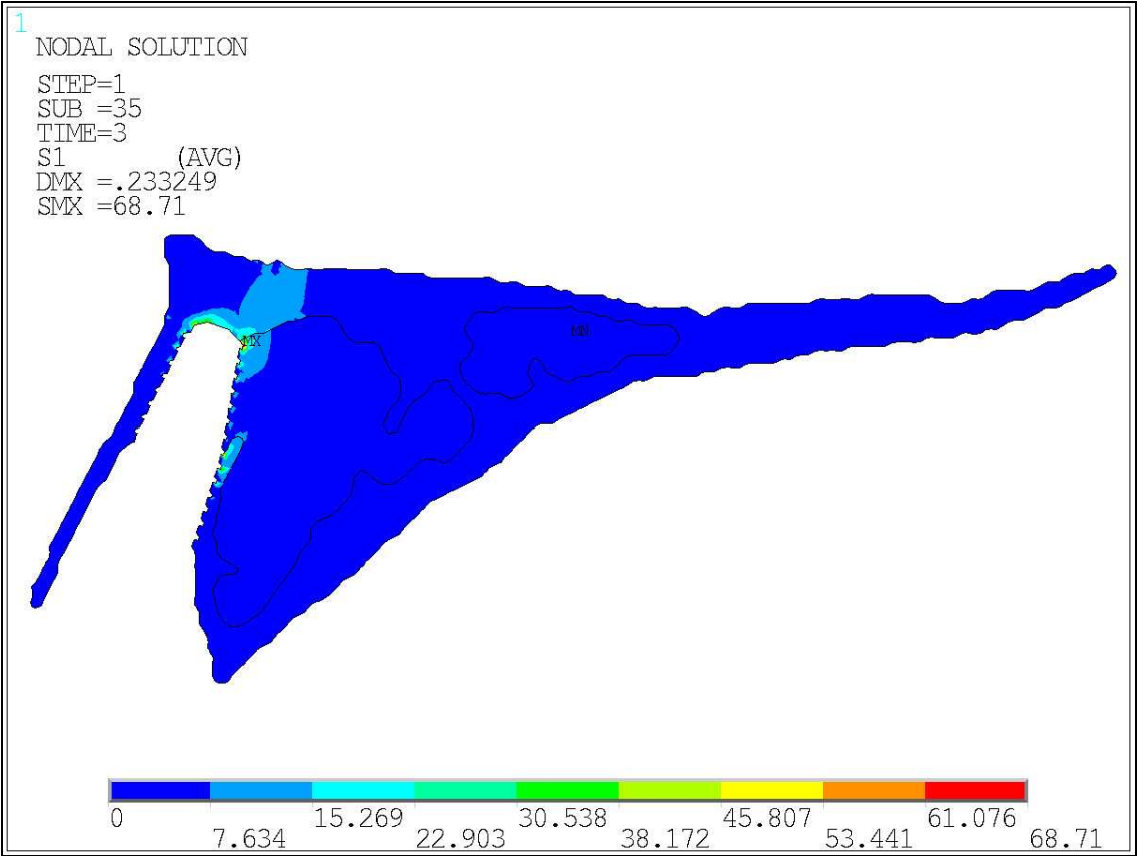


Implante Titamax II- Cilindrico

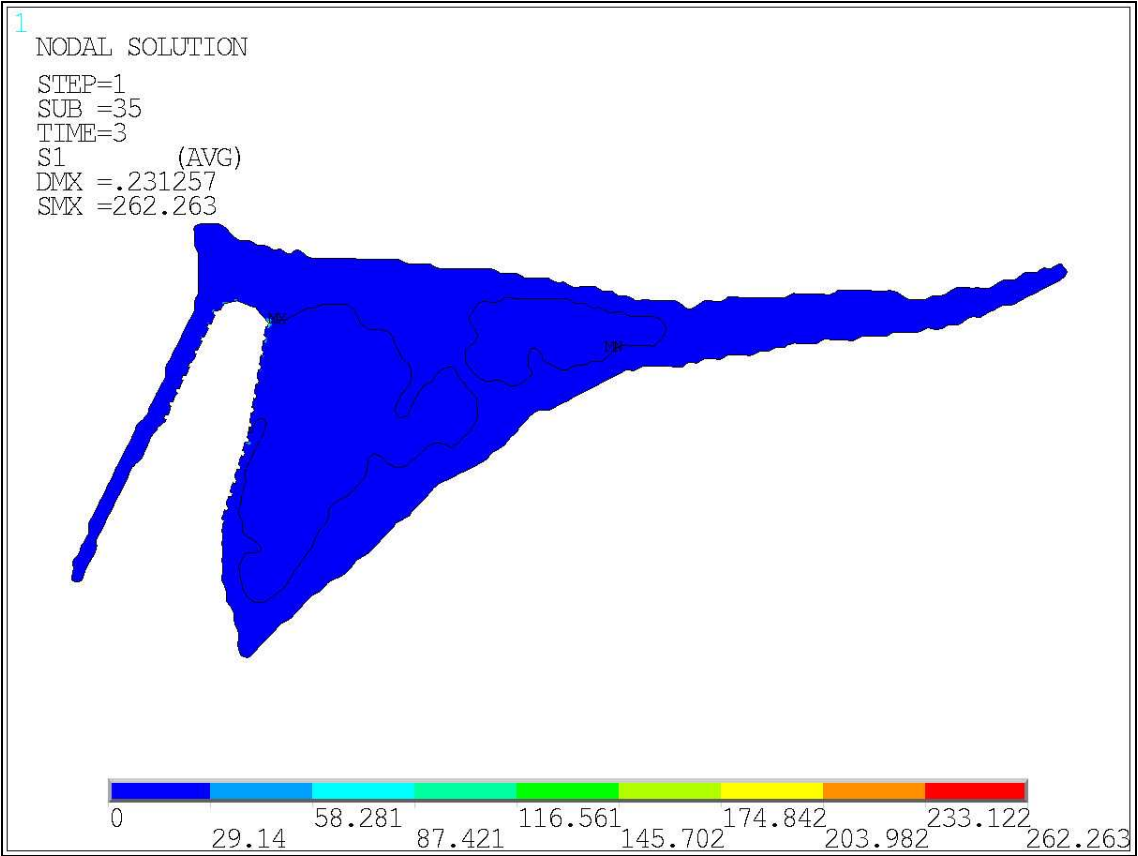


Implante Titamax CM- Cilindrico

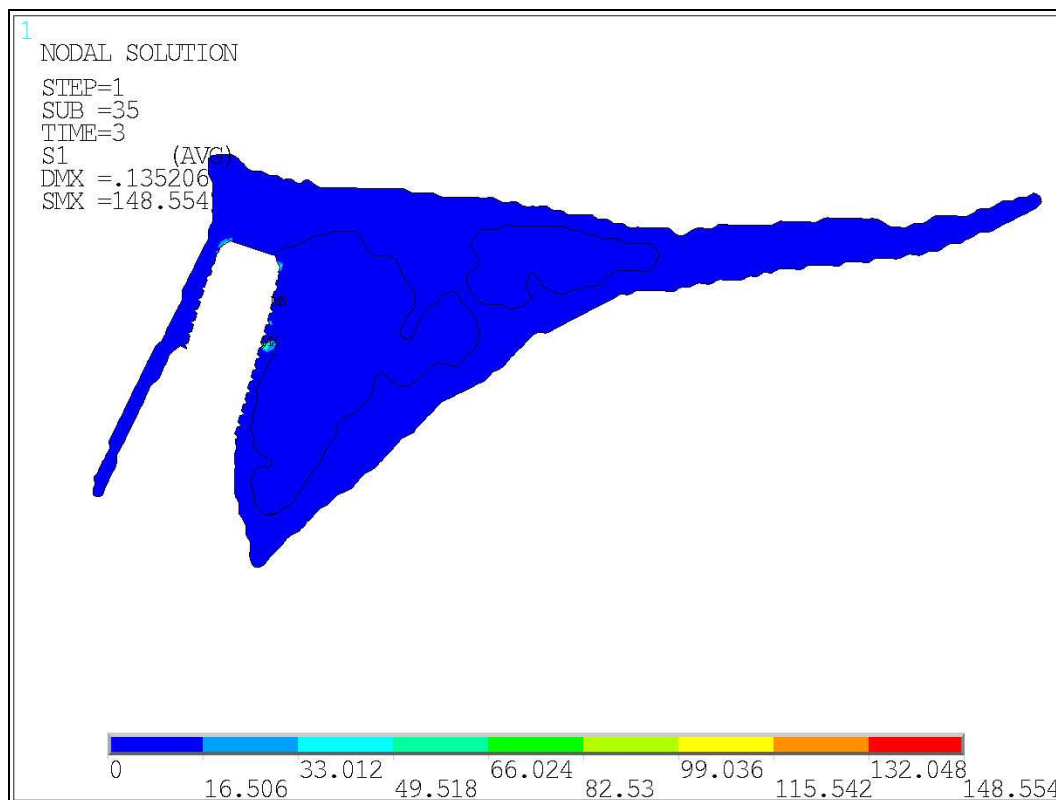
Figura IV. 1: Distribuição das Tensões de Tração, nas camadas ósseas, implante na posição vestibularizada.



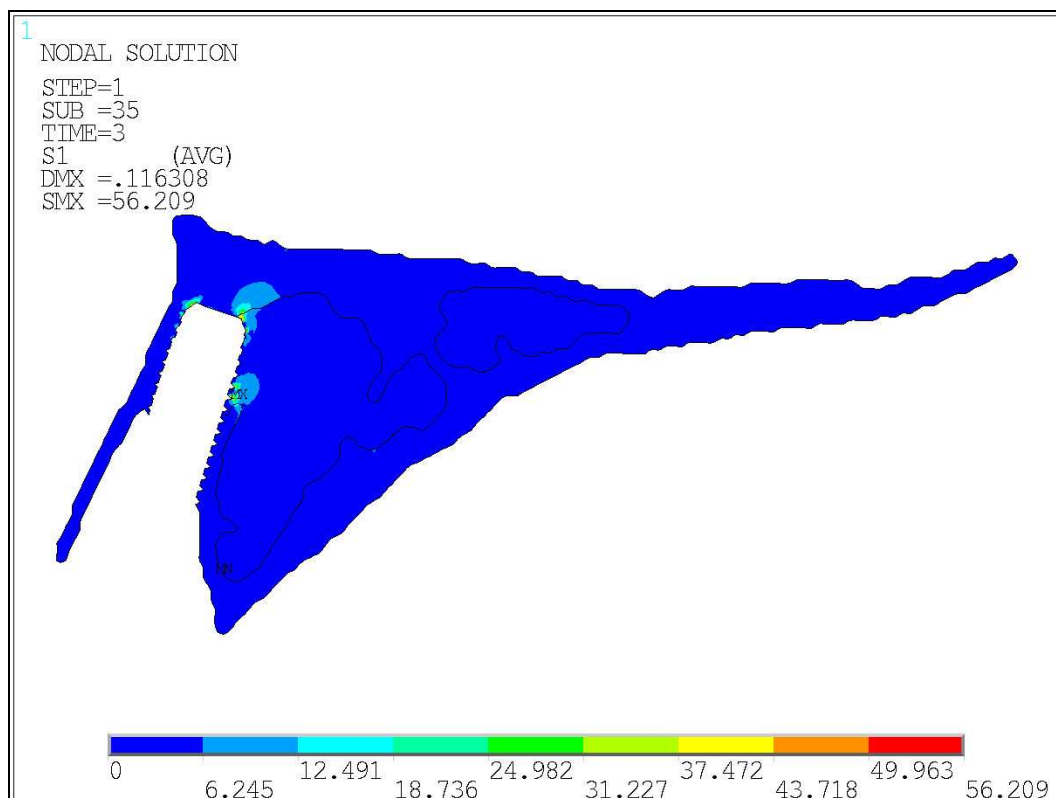
Implante Alvim II- Cônico



Implante Alvim CM- Cônico



Implante Titamax II- Cilindrico



Implante Titamax CM- Cilindrico

Figura IV. 2: Distribuição das Tensões de Tração, nas camadas ósseas, implante na posição palatinizada.