



# Elaboração de modelo numérico e experimental individualizado em classes I de Kennedy

Joana Miguel Lopes\*, Ana Messias\*, Luís Roseiro\*\*\*, Maria Augusta Neto\*\*, Pedro Nicolau\*

\* Faculdade de Medicina - Universidade de Coimbra \*\* Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade de Coimbra \*\*\* Departamento de Engenharia Mecânica - Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

## Introdução

Indicadores de saúde oral de diferentes países referem uma diminuição do número de desdentados totais na população, gradualmente acompanhada por um aumento de pacientes parcialmente desdentados, com perda de molares ou pré-molares em 73% dos casos. Cerca de 40% destes apresentam-se em situação de edentulismo posterior bilateral (Classe I de Kennedy) e são frequentemente reabilitados com próteses parciais removíveis (PPR). Estas, apesar de serem uma alternativa não-invasiva e com uma relação custo-benefício aceitável, apresentam diversas limitações decorrentes da condição de suporte em elementos com diferentes resiliências: dente e tecidos moles. Sob cargas axiais e não-axiais, a ausência de suporte rígido e elemento de retenção distais conduz ao afundamento da base acrílica da prótese, não suportado

pelo conector maior, gerando uma linha de fulcro horizontal entre os dentes-pilar de cada lado da arcada. As forças verticais, horizontais e torsionais a que a prótese está sujeita que são transmitidas aos tecidos moles e osso subjacentes, podendo contribuir para a modulação do processo de reabsorção óssea da crista.

O objetivo deste trabalho é a construção de um modelo numérico e experimental para avaliação tridimensional dos deslocamentos, deformações e tensões acumuladas em pacientes classes I de Kennedy reabilitados com próteses parciais removíveis.

## Materiais e Métodos

Da consulta de controlo de uma paciente foram obtidos os modelos de gesso e uma tomografia de feixe cónico mandibular. A partir de técnicas de segmentação de imagem foi efetuada a reconstrução tridimensional da mandíbula (osso cortical e dentes). A geometria tridimensional dos dentes e tecidos moles foi obtida através da leitura ótica em scanner (inEOS® X5) do modelo de gesso. A prótese parcial removível foi desenhada em ambiente virtual (3Shape Dental System™) e todos os objetos 3D convertidos em ficheiros CAD para execução da montagem do modelo. O modelo foi importado para programa de computação e análise de elementos finitos (ADINA) onde foi aplicada uma pressão equivalente a 120N de força compressiva sobre ambas as selas.

Para o modelo experimental, a mandíbula foi impressa em material acrílico (VisiJet® FTI ZOOM) com recurso a impressora 3D (ProJet™ 1500 Personal 3D printer) e sobre o modelo de gesso foi construída uma prótese parcial removível convencional. Esta foi então devidamente colocada sobre a mandíbula e o espaço entre os dois objetos preenchido com silicone (GumQuick implant®) por forma a mimetizar a presença de tecidos moles. O conjunto foi estabilizado numa base acrílica e submetido a cargas crescentes sobre as selas até 120N com máquina de testes universal (AG-X Shimadzu®). Os micromovimentos e deformações foram registados através do método de correlação tridimensional de imagem (VIC 3D 2012).

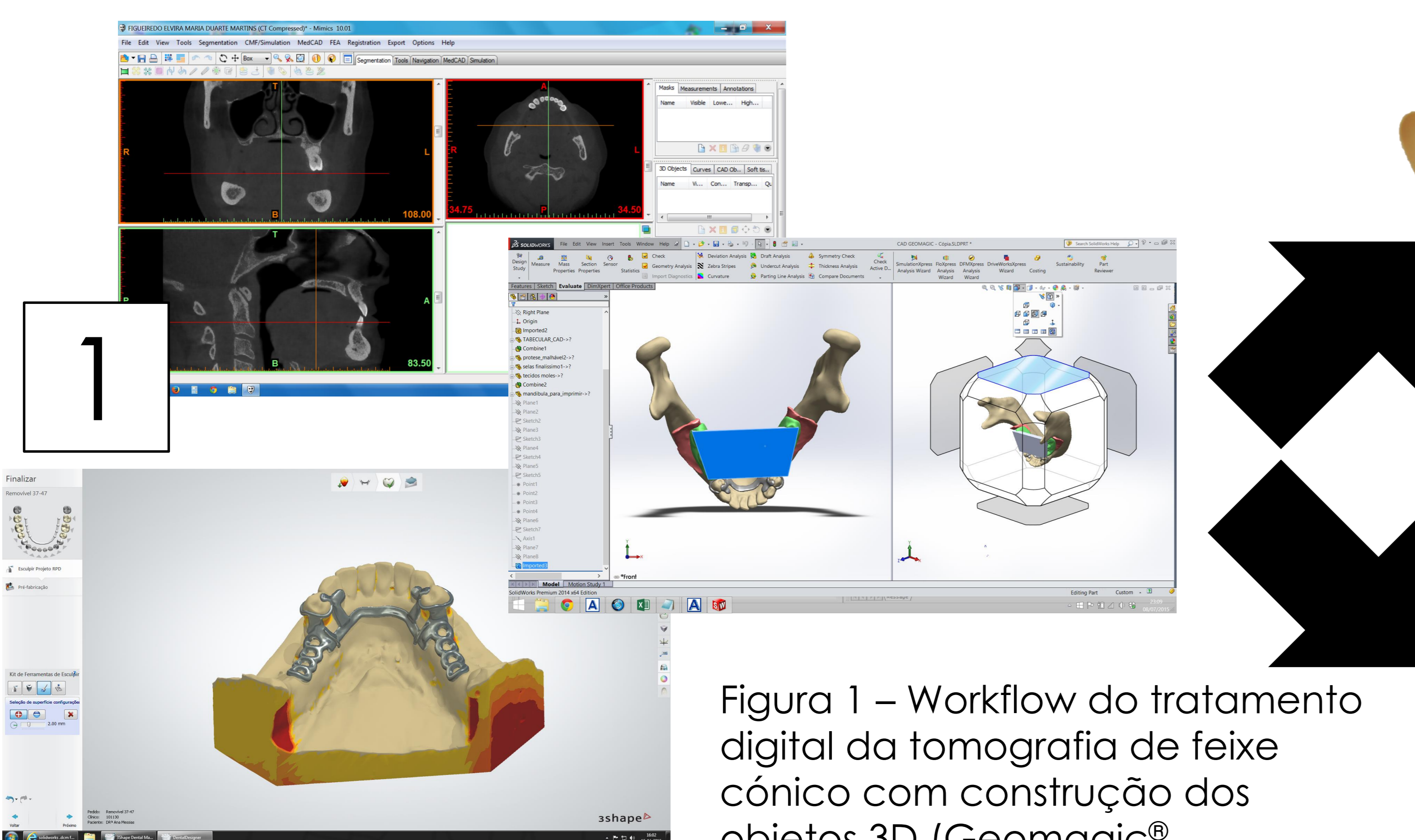


Figura 1 – Workflow do tratamento digital da tomografia de feixe cónico com construção dos objetos 3D (Geomagic®, Solidworks®, 3Shape™)

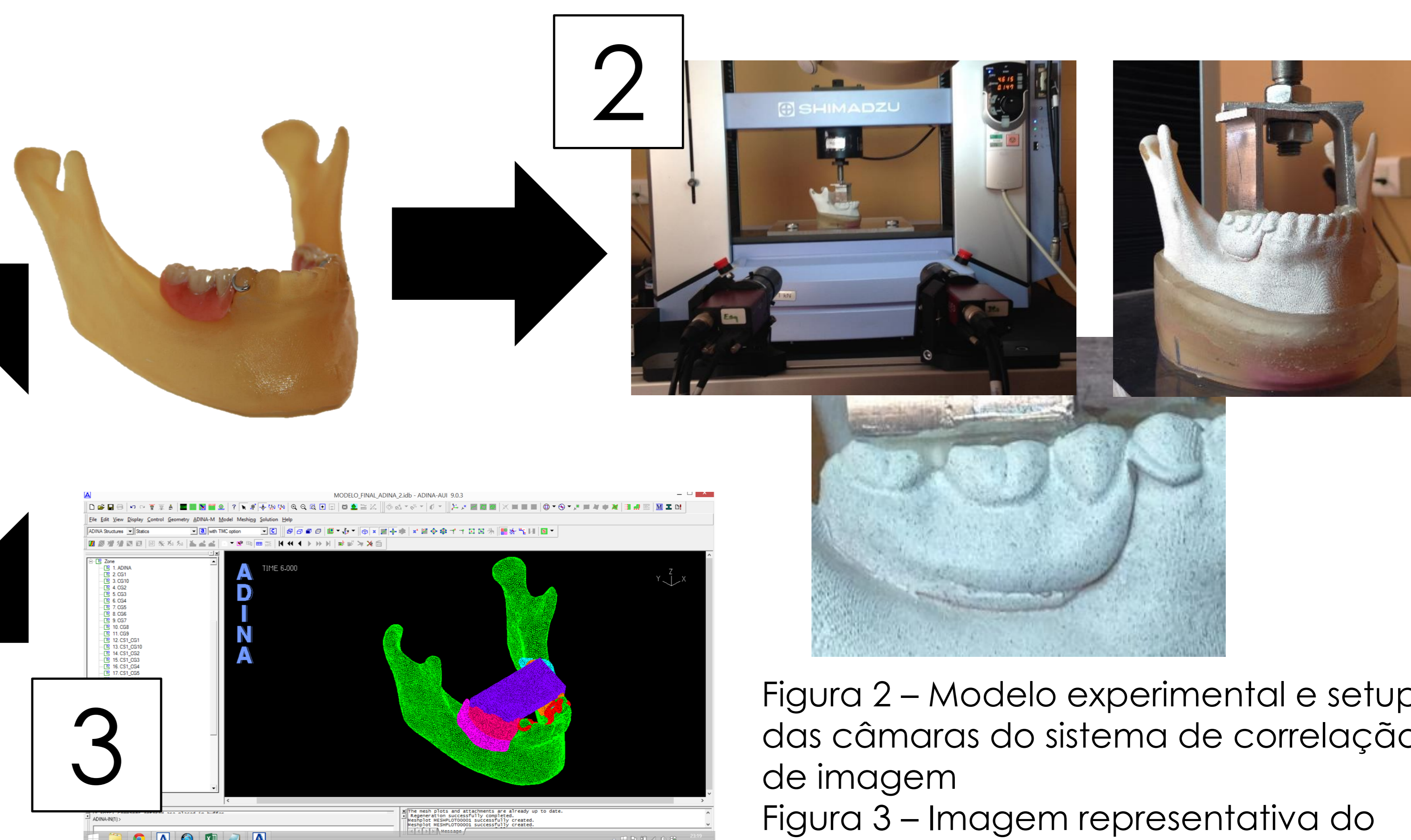


Figura 2 – Modelo experimental e setup das câmaras do sistema de correlação de imagem

Figura 3 – Imagem representativa do modelo numérico

## Resultados

Relativamente ao modelo experimental, o deslocamento máximo vertical do conector e da sela distal foi de -61.74 (27.77) micrómetros e -263.36 (49.99) micrómetros, respetivamente.

As deformações de Von Mises do conector estavam mais concentradas no bordo

inferior e apoios oclusais. A análise das deformações da sela distal e do gancho revelaram uma elevada deformação associada aos tecido mole e à porção distal do gancho. Os resultados obtidos pela análise de elementos finitos foram que

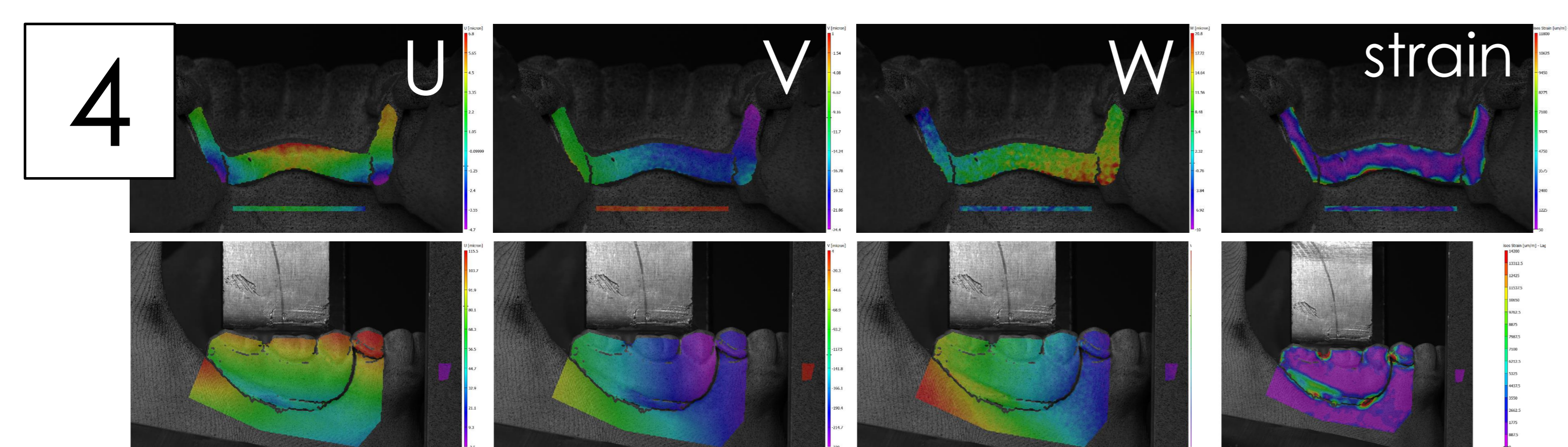


Figura 4 – Resultados nos três eixos dos micromovimentos e deformações obtidos pela avaliação experimental com VIC 3D.

## Conclusões

Apesar da necessidade de refinamento do modelo, este estudo apresenta as várias etapas

para o desenvolvimento de modelos experimentais e numéricos congruentes em pacientes com classes I de Kennedy, fundamental para a extrapolação clínica de resultados.

## Bibliografia

1. Moreira Carneiro AC, Maia Correia AR, Reis Campos JC, Fonseca P, Mesquita P, Figueiral MH. Caracterização da desdentação parcial numa amostra populacional de uma Faculdade de Medicina Dentária. Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial. 2013;41(2):60-7. | 2. Skalak R. Biomechanical considerations in osseointegrated prostheses. The Journal of prosthetic dentistry. 1983 Jun;49(6):843-8. | 3. Shahmiri R, Aarts JM, Bennani V, Das R, Swain MV. Strain Distribution in a Kennedy Class I Implant Assisted Removable Partial Denture under Various Loading Conditions. International journal of dentistry. 2013;2013:351279. | 4. Caloss R, Al-Arab M, Finn RA, Loneragan O, Throckmorton GS. Does long-term use of unstable dentures weaken jaw muscles? Journal of oral rehabilitation. 2010 Apr;37(4):256-61. | 5. Hegazy SA, Esharawi IM, Elmogayem H. Stresses induced by mesial and distal placed implants to retain a mandibular distal-extension removable partial denture: a comparative study. The International journal of oral & maxillofacial implants. 2013 Mar-Apr;29(2):403-7. | 6. Sato M, Suzuki Y, Kuribara D, Shimpo H, Okubo C. Effect of implant support on mandibular distal extension removable partial dentures: relationship between denture supporting area and stress distribution. Journal of prosthodontic research. 2013 Apr;57(2):109-12. | 7. Benaries SR, de Araujo CA, Neto A, Shimamoto Junior P, das Neves TD. Photoelastic analysis of stress patterns from different implant-abutment interfaces. The International journal of oral & maxillofacial implants. 2009 Sep-Oct;24(5):751-9. | 8. Karl M, Dickerson A, Holst S, Holst A. Biomechanical methods applied in dentistry: a comparative overview of photoelastic examinations, strain gauge measurements, finite element analysis and three-dimensional deformation analysis. The European journal of prosthodontics and restorative dentistry. 2009 Jun;17(2):50-7. | 9. Karl M, Graef F, Taylor TD, Heckmann SM. In vivo effect of load cycling on metal-ceramic cement- and screw-retained implant restorations. The Journal of prosthetic dentistry. 2007 Mar;97(3):137-40. | 10. Karl M, Rosch S, Graef F, Taylor TD, Heckmann SM. Static implant loading caused by as-cast metal and ceramic veneered superstructures. The Journal of prosthetic dentistry. 2005 Apr;93(4):324-30. | 11. Lin CL, Wang JC, Chang LC, Liu PR. Biomechanical response of implant systems placed in the maxillary posterior region under various conditions of angulation, bone density, and loading. The International journal of oral & maxillofacial implants. 2008 Jan-Feb;23(1):57-64. | 12. Li J, Fuk A-S, Saterthwaite J, Watts DC. Measurement of the full-field polymerization shrinkage and depth of cure of dental composites using digital image correlation. Dental materials. 2009 May;25(5):582-8. | 13. Akca K, Cahrell MC, Iplikcioglu H. A comparison of three-dimensional finite element stress analysis with in vitro strain gauge measurements on dental implants. The International journal of prosthodontics. 2002 Mar-Apr;15(2):115-21. | 14. Eser A, Akca K, Eckert S, Cahrell MC. Nonlinear finite element analysis versus ex vivo strain gauge measurements on immediately loaded implants. The International journal of oral & maxillofacial implants. 2009 May-Jun;24(3):439-46. | 15. Clelland NL, Seidt JD, Daroz LG, McGilguy EA. Comparison of strains for splinted and nonsplinted implant prostheses using three-dimensional image correlation. The International journal of oral & maxillofacial implants. 2010 Sep-Oct;25(5):953-9. | 16. Tissiari R, Lin L, Rodrigues RC, Heo YC, Conradi HJ, de Mattos Mda G, et al. Digital image correlation analysis of the load transfer by implant-supported restorations. Journal of biomechanics. 2011 Apr 7;44(6):1008-13. | 2011 Aug;82(8):1178-86.