

## MODELAÇÃO NUMÉRICA PARA A SIMULAÇÃO DE TESTES DINÂMICOS DE CERTIFICAÇÃO DOS ASSENTOS DE AERONAVES

*Ana P. Martins*<sup>1,2</sup>, *Marta S. Carvalho*<sup>1,3</sup>, *Gerardo Olivares*<sup>2</sup> e *Hamid Lankarani*<sup>2,4</sup>

<sup>1</sup> UNIDEMI, Universidade NOVA de Lisboa, Portugal

<sup>2</sup> AVET, National Institute for Aviation Research, Wichita, EUA

<sup>3</sup>Laboratório Associado de Sistemas Inteligentes, LASI, Portugal

<sup>4</sup> Department of Mechanical Engineering, Wichita State University, EUA

[apc.martins@campus.fct.unl.pt](mailto:apc.martins@campus.fct.unl.pt); [mip.carvalho@fct.unl.pt](mailto:mip.carvalho@fct.unl.pt); [gerardo.olivares@idp.wichita.edu](mailto:gerardo.olivares@idp.wichita.edu);  
[hamid.lankarani@wichita.edu](mailto:hamid.lankarani@wichita.edu)

**PALAVRAS-CHAVE:** Método das Rótulas Plásticas; Sistemas Multicorpo

### 1 INTRODUÇÃO

Os assentos de aeronaves devem ser submetidos a testes dinâmicos para cumprir as regulamentações de segurança, avaliando tanto o desempenho estrutural como a proteção dos ocupantes. O Título 14 do Código de Regulamentações Federais, Parte 25 [1], exige dois testes dinâmicos: um teste de desaceleração de 14G, que simula uma carga de impacto descendente e para a frente (Teste-1), e um teste de desaceleração longitudinal de 16G (Teste-2). O objetivo do Teste-1 é avaliar as forças lombares verticais exercidas no ocupante durante o impacto, enquanto o Teste-2 avalia a integridade estrutural do assento, do cinto de segurança e dos acessórios de fixação, bem como os riscos potenciais para os ocupantes da cabine.

O processo de certificação de assentos de aeronaves é dispendioso, moroso e exigente. Consequentemente, os métodos numéricos têm vindo a ganhar destaque como uma forma eficiente de testar novos materiais e designs. Foram desenvolvidas diretrizes para a implementação da *Certification by Analysis* (CBA) [2], especialmente no caso de pequenas alterações a um assento previamente certificado. Neste contexto, os modelos multicorpo, designados frequentemente por *multibody* (MB) apresentam-se como uma alternativa computacionalmente eficiente aos modelos de elementos finitos (FEM).

Este trabalho tem como objetivo desenvolver um modelo MB de um assento de aeronave utilizando a metodologia das rótulas plásticas para melhorar o desempenho estrutural do assento e facilitar o processo de CBA.

### 2 METODOLOGIA

A metodologia das rótulas plásticas [3] envolve a divisão do modelo da estrutura do assento num número adequado de corpos e a determinação das posições das articulações que restringem o movimento relativo entre eles. Esta configuração cria um mecanismo capaz de reproduzir o padrão de deformação do assento. Os componentes estruturais no caminho de carga principal do assento foram segmentados em vários corpos e interligados através de juntas articuladas, de modo a simular com precisão as deformações elásticas e plásticas através da colocação de molas com as leis constitutivas de cada grau de liberdade, representado na Figura 1. O modelo MB do assento foi, depois, combinado com o modelo MB dos dispositivos antropomórficos de teste (ATD) FAA Hybrid III do percentil 50, que com a imposição do *crash pulse* relativo a cada teste dinâmico, foram realizadas as simulações respetivas.

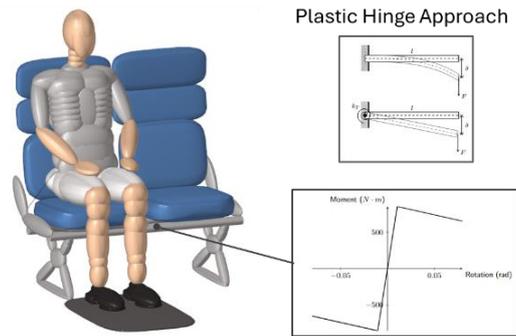


Figura 1 – Modelo MB do assento de aeronave com ocupante sentado e cinto de segurança colocado; método das rótulas plásticas.

### 3 RESULTADOS E CONCLUSÃO

A validação do modelo MB envolveu a comparação das cargas nas fixações ao piso e nos pontos de fixação do cinto de segurança, bem como a cinemática e os critérios relevantes de lesões para o ocupante (ATD) obtidos no modelo MB, com os dados dos procedimentos experimentais dos testes dinâmicos de certificação 1 e 2. Na Figura 2 são apresentados os resultados numéricos e experimentais para o Teste 2. A correlação satisfatória entre os resultados do modelo MB e os dados experimentais, juntamente com a eficiência do modelo MB quando comparado com o modelo FEM, ou seja para a mesma simulação o modelo MB demora 7 minutos e o modelo FEM demora 7 horas, aumenta o potencial destes modelos para serem usados no processo de otimização dos componentes do assento e na melhoria da segurança no transporte.

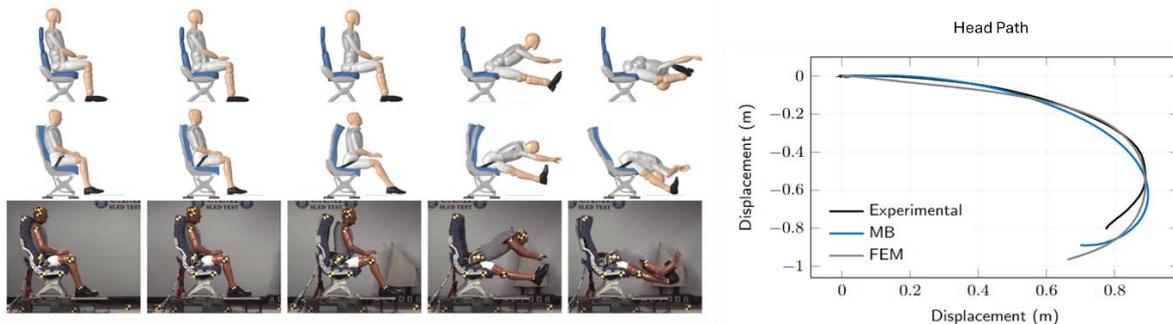


Figura 2 – À esquerda: *frames* da sequência do Teste 2, MB-FEM-Experimental; à direita resultados relativos à cinemática da cabeça durante o Teste 2.

### AGRADECIMENTOS

APM e MSC agradecem à FCT — Fundação para a Ciência e a Tecnologia pelo apoio financeiro através dos projetos UIDB/00667/2020 e UIDP/00667/2020 (UNIDEMI). APM também agradece à FCT — Fundação para a Ciência e a Tecnologia pelo financiamento da bolsa de doutoramento SFRH/BD/148862/2019.

### REFERÊNCIAS

- [1] S. FAA, Code of Federal Regulations, Title 14 Part 25 (14 CFR 25) "Airworthiness Standards: Transport Category Airplanes," Washington, DC: U.S. Government Printing Office, 1988.
- [2] Federal Aviation Administration, "Advisory Circular 20-146: Methodology for Dynamic Seat Certification by Analysis for Use in Parts 23, 25, 27 and 29 Airplanes and Rotorcraft," 2003.
- [3] Y. Y. Tay, P. Flores, and H. M. Lankarani, "Crashworthiness analysis of an aircraft fuselage section with an auxiliary fuel tank using a hybrid multibody/plastic hinge approach," *International Journal of Crashworthiness*, vol. 25, no. 1, pp. 95-105, 2020.