

APLICAÇÃO INTEGRADA DO MEF E PROTOTIPAGEM RÁPIDA PARA APOIO AO PROJETO DE PRODUTOS

Felipe M. Pasquali, fmipasquali@ucs.br

Angelo P. Tilton, aptilton@ucs.br

Nathalia Masseroli, nmasseroli@ucs.br

Carlos A. Costa, cacosta@ucs.br

Robinson C.D. Cruz, rcdcruz@ucs.br

Universidade de Caxias do Sul, CCET, Núcleo de Projeto e Fabricação em Engenharia. Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130. Caxias do Sul, RS. 95070-560

RESUMO: *Este artigo apresenta um estudo do uso integrado das ferramentas de prototipagem rápida (PR) e o método de elementos finitos (MEF) para o apoio ao projeto e dimensionamento de produtos. Para tanto, as propriedades de uma resina de prototipagem gerada pela tecnologia Polyjet foram identificadas em laboratório e inseridas no software de análise estrutural, Abaqus. Um modelo inicial foi criado para análise comparativa dos dados dos ensaios em laboratório e simulado no aplicativo computacional. Resultados iniciais evidenciam que a união dessas duas tecnologias pode colaborar no desenvolvimento de produtos funcionais, considerando-se as limitações técnicas dos protótipos atuais.*

PALAVRAS-CHAVE: Prototipagem Rápida, MEF, Propriedade de materiais

ABSTRACT: *This article presents a study of on integrated application of rapid prototyping and finite element technologies to support products design and manufacturing. The mechanical properties of the material (resin) used by the PolyJet technology were identified based on standard tests and used as an input on Abaqus CAE tool. An initial model was created for comparative analysis between data from standard tests and simulation obtained from computer CAE application. Initial results show that the union of these two technologies can assist in developing functional products, considering the technical limitations of the current prototype materials.*

KEYWORDS: *Rapid Prototyping, FEM, Material Properties*

INTRODUÇÃO

A tecnologia de prototipagem rápida tem se tornado uma ferramenta importante dentro do processo de desenvolvimento do produto. Conforme Ferreira et al (2006), atualmente, os projetistas estão sofrendo forte pressão do mercado para desenvolver uma variedade de produtos complexos em um curto período de tempo. Esta necessidade, combinada com a necessidade de reduzir custos de fabricação leva os projetistas a focarem na integração de desenvolvimento de produto com processos de manufatura rápida.

Tecnologias como a prototipagem rápida e análise (ou prototipagem) virtual de modelos geométricos permitem, cada uma a sua forma, uma validação do projeto nos seus estágios iniciais. Contudo, quando se unem ambas as tecnologias, elas podem ser utilizadas para o projeto de produtos finais, principalmente em situações de produtos do tipo “one of a kind”.

Segundo Chua et al. (1999), o principal problema da simulação da prototipagem rápida em prototipagem virtual é que devido à inconsistência do comportamento dos materiais principalmente dos materiais poliméricos, há uma dificuldade na simulação de elementos finitos causando alguns problemas de eficiência. Porém o projetista deve usar de artifícios para reduzir o problema

nas simulações.

Este artigo apresenta um estudo inicial do uso integrado de prototipagem rápida com ferramentas computacionais para análise estrutural de componentes como suporte ao projeto de produtos funcionais. O estudo foi conduzido na Universidade de Caxias do Sul por acadêmicos do curso de Engenharia Mecânica.

METODOLOGIA

O estudo em questão foi realizado junto ao Laboratório de Prototipagem Rápida (LPRA) da UCS e o Núcleo de Pesquisa em Projeto e Fabricação em Engenharia.

Para a prototipagem dos componentes (corpos de prova) foi utilizada uma máquina Eden 350 V do fabricante *Objet Geometries* tecnologia *IJP-Polyjet*. A resina utilizada para os ensaios foi a VeroBlue 840, os corpos de prova foram criados para os ensaios mecânicos de tração (ASTM D638), compressão (ASTM D695) e flexão (ASTM D790). Também foi obtido, para o ensaio de tração, o valor do coeficiente de Poisson do material. Um conjunto mínimo de cinco corpos de provas foi utilizado em cada tipo de ensaio.

Após identificadas as propriedades mecânicas dos materiais, as curvas de “tensão x deformação” foram inseridas no software Abaqus, onde foi realizado o

modelamento do material por meio de um modelo hiperelástico polinomial de segunda ordem. Para determinar os coeficientes do material foi utilizada a ferramenta *Evaluate* do *Abaqus*, que possibilitou verificar os limites de estabilidade do modelo e a comparação com outros modelos hiperelásticos, também possibilitou plotar a curva gerada pelo modelo *versus* a curva real do material como visto na Fig.(1).

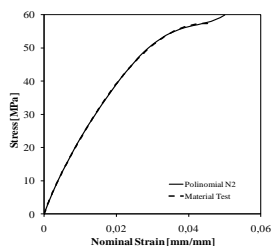


Figura 1. Curva do modelo virtual *versus* curva real do material

Após realizada esta etapa, foi criado no software um modelo de experimento, Fig. (2a), de uma viga em balanço (dimensões 165mm x 20mm x 4mm) com o intuito de validar o modelo de material. Este experimento Fig. (2b) foi também construído com a resina VeroBlue 840 e os componentes foram instrumentados com extensômetros de resistência elétrica do tipo roseta delta (WA-06-060WR120 – M.M.). Um circuito do tipo meia ponte com braços adjacentes foi utilizado a fim de minimizar os efeitos de temperatura. O equipamento de aquisição de dados System 5000 (Vishay M.M.) foi utilizado para registrar os dados coletados. Cargas do tipo peso morto; de 0,050kgf, 0,100kgf e 0,200kgf; foram aplicadas na extremidade da viga, repetindo assim os mesmos carregamentos utilizados no modelo virtual.

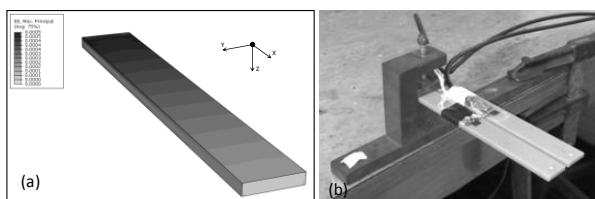


Figura 2. Modelo Virtual (a) e ensaio de validação (b)

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 1 mostra uma comparação entre as deformações principais obtidas no modelo virtual e as deformações registradas pelos extensômetros em função do carregamento para os dois corpos e as respectivas deformações. Embora resultados iniciais indiquem a semelhança entre o comportamento experimental e o comportamento obtido na simulação, com uma diferença de 3,24%, mais ensaios e simulações devem ser realizados com a finalidade desse estudo, principalmente para analisar a confiabilidade com relação a curva de comportamento do material.

Tabela 1. Comparativo entre modelo virtual e experimental

Carga P(kgf)	Virtual	Experimental CP1		Experimental CP2	
	NE (µε) max.	NE (µε) max.	Dif. %	NE (µε) max.	Dif. %
0,05	258,41	261,80	1,31	265,01	2,55
0,10	515,12	517,50	0,46	531,82	3,24
0,20	1031,67	1033,20	0,15	1042,50	1,05

Também é importante ressaltar o comportamento viscoelástico do material identificado durante o experimento, visto na fig. (3), que mostra que a deformação não varia apenas com a intensidade da carga, mas também com o tempo, caracterizando assim um comportamento viscoelástico. Mais estudos devem ser realizados a fim de identificar o impacto deste comportamento, e sua inclusão no modelo.

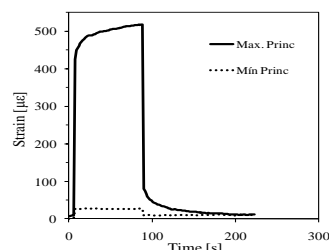


Figura 3. Curva de deformação x tempo

CONCLUSÃO

Este artigo apresentou um estudo sobre a aplicação integrada das tecnologias de elementos finitos e prototipagem rápida para apoio ao processo de análise e desenvolvimento de produtos, considerando-se as limitações mecânicas dos materiais obtidos por esse tipo de tecnologia.

REFERÊNCIAS

- Chua, C.K.; Gay, R.K.L.; Teh, S.H. 1999. Rapid Prototyping Versus Virtual Prototyping in Product Design and Manufacturing. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, v.15, p.597-603.
- Ferreira, J. C.; Santos, E.; Madureira, H.; Castro, J. 2006. Integration of VP/RP/RT/RE/RM for rapid product and process development. *Rapid Prototyping Journal*, v.12, n.1, p.18-25.

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

Os autores são os únicos responsáveis pelo material impresso contido neste artigo.