

INCORPORAÇÃO E ATUALIZAÇÃO DE AMORTECIMENTO MODAL NA MODELAGEM POR ELEMENTOS FINITOS

Ricardo Mikio Doi rmdoi@lva.ufsc.br

Arcanjo Lenzi arcajo@emc.ufsc.br

Laboratório de Vibrações e Acústica, Depto de Eng. Mecânica, UFSC
Campus Universitário, 88040-900, Florianópolis - SC.

João Antonio Pereira japereir@dem.feis.unesp.br

Depto de Eng. Mecânica, Unesp-Ilha Solteira
Av. Brasil 56, Caixa Postal 31, 15385-000, Ilha Solteira - SP

Resumo. Este trabalho propõe a incorporação e atualização de amortecimento no modelo de elementos finitos, visando uma melhoria na representatividade de modelos. Inicialmente é feita a atualização dos parâmetros físicos e/ou geométricos do modelo seguido da incorporação do efeito do amortecimento na modelagem. O método de ajuste utilizado é baseado nas FRF(s) e é formulado a partir de um resíduo de entrada, dado pelo balanço de força no sistema e o modelo de amortecimento é baseado no amortecimento modal. A necessidade da atualização dos parâmetros do modelo é avaliada através de técnicas de correlações, que comparam os parâmetros modais e as FRF(s) dos modelos analítico e experimental. O processo de ajuste é realizado em duas etapas consecutivas bem definidas. Na primeira etapa, o modelo é ajustado em termos das matrizes de massa e rigidez, sem considerar o amortecimento, na segunda etapa é introduzido o amortecimento no modelo e atualizada, se necessária, somente a matriz de amortecimento. A proposta é avaliada utilizando dados experimentais medidos diretamente em uma estrutura teste, que apresenta amortecimento não proporcional. Os resultados obtidos, mostraram que a introdução e o ajuste do amortecimento com base nas FRF(s) pode tornar o modelo de elementos finitos mais representativo.

Palavras-chave: Amortecimento, Elementos Finitos, Análise Modal, Ajuste, Correlação de Modelos.

1. INTRODUÇÃO

A modelagem por elementos finitos em dinâmica estrutural, tem sido amplamente utilizada devido a sua grande versatilidade e facilidade para simulação de uma infinidade de situações, de forma rápida e com custo relativamente baixo. Entretanto, alguns parâmetros do modelo de elementos finitos, geralmente, são avaliados de forma aproximada. Esses parâmetros estão relacionados com as características de rigidez, massa e menos freqüentemente, de amortecimento da estrutura em estudo e podem introduzir erros no modelo elementos finitos. Neste caso, métodos de ajuste podem ser utilizados para atualização desses parâmetros do modelo de elementos finitos, buscando uma melhor representação do comportamento dinâmico do modelo, (Ren & Beards, 1995; Mottershead & Friswell, 2002).

Modelos analíticos de elementos finitos mais representativos têm sido obtidos na dinâmica estrutural utilizando os métodos de ajuste, para isto, são comparados os resultados do modelo de elementos finitos com dados experimentais medidos e, posteriormente se necessário, são atualizadas as propriedades do modelo analítico com base nos dados medidos (Mottershead et al, 2000; Göge, 2003; Doi, 2003). Entretanto, o modelo de elementos finitos, geralmente, não inclui efeitos de amortecimento (Link, 2001; Modak, 2002) e consequentemente, por mais que os modelos experimental e analítico estejam correlacionados em termos de freqüências naturais e modos próprios, sempre haverá uma discrepância entre o comportamento dinâmico dos dois modelos devido a não inclusão das forças dissipativas na modelagem do sistema. A caracterização das forças de amortecimento em vibração estrutural tem sido área de pesquisa ativa na dinâmica estrutural e a demanda da engenharia moderna vem despertando forte atenção nesse assunto ao longo dos últimos anos (Adhikari, 2000; Pereira & Borges, 2001), entretanto, a compreensão do mecanismo de amortecimento ainda é muito limitada e demanda mais pesquisa e progresso para um benefício substancial na modelagem de estruturas (Cudney, 2001).

Este artigo apresenta um processo de ajuste de um modelo de elementos finitos de uma estrutura simples do tipo viga, incluindo efeito do amortecimento. Técnicas de correlação são utilizadas para avaliar a representatividade do modelo de elementos finitos e o ajuste do modelo é efetuado a partir da atualização dos seus parâmetros físicos e geométricos, tendo como base de referência as FRF(s) medidas na estrutura. Numa etapa seguinte, um modelo de amortecimento proporcional, formulado a partir das razões de amortecimento modal é incorporado no modelo de elementos finitos através da matriz de rigidez dinâmica e, posteriormente, ajustado a partir da atualização das razões de amortecimento modal.

2. MODELO DE AMORTECIMENTO MODAL

Uma forma simples de criar um modelo de amortecimento viscoso é defini-la proporcional à massa e/ou à rigidez. Esses modelos podem ser atualizados a partir de seus coeficientes de proporcionalidade com o propósito de melhorar a representatividade do modelo de elementos finitos (Doi & Pereira, 2002; Doi & Pereira, 2003).

Outra maneira de obter a matriz de amortecimento viscoso proporcional $[C]$ é através de um determinado conjunto de razões de amortecimento modal. Partindo do princípio de que os modos próprios normalizados em relação a massa diagonaliza a matriz de amortecimento viscoso, ou seja:

$$[\phi^A]^T [C] [\phi^A] = [c_r] \quad (1)$$

Na qual: $c_r = 2\omega_r^A \zeta_r^A$ - r-ésimo amortecimento modal;

ζ_r^A - r-ésima razão de amortecimento modal do modelo analítico;

$[\phi^A]$ - matriz modal normalizada em relação a massa modal.

Para a matriz modal normalizada em relação à massa, vale as seguintes expressões:

$$[\phi^A]^{-1} = [\phi^A]^T [M] \quad (2)$$

$$[[\phi^A]^T]^{-1} = [M] [\phi^A] \quad (3)$$

Substituindo as Eqs (2) e (3) na Eq. (1), obtém-se:

$$[C] = [M] [\phi^A] [c_r] [\phi^A]^T [M] \quad (4)$$

Neste modelo de amortecimento, cada razão de amortecimento modal contribui independentemente na matriz de amortecimento e somente os modos incluídos na análise terão algum amortecimento, enquanto os demais modos não serão amortecidos, (Clough & Penzien, 1993).

3. PROCESSO DE AJUSTE

A formulação detalhada da técnica utilizada nesta proposta foi apresentada em Doi & Pereira (2003) e portanto, neste trabalho, será discutido somente os aspectos básicos do processo de ajuste sem detalhamento. A necessidade de ajuste do modelo de elementos finitos é avaliada através de técnicas de correlação entre os modelos analítico e experimental: diferença relativa das freqüências naturais, comparação dos modos próprios, e comparação das FRF(s).

O resíduo é definido a partir da diferença entre a força do modelo de elementos finitos e do modelo experimental. Considerando que a força atuando na estrutura real seja $\{F^E\}$ e que $\{F^A\}$ seja a força de predição do modelo analítico necessária para produzir um deslocamento $\{X^A\}$ igual ao deslocamento experimental $\{X^E\}$ produzido pela força $\{F^E\}$, define-se o resíduo:

$$\{\varepsilon\} = \{F^A\} - \{F^E\} \quad (5)$$

A partir desse resíduo, pode ser definido uma função objetiva J , expressão (6), que relaciona as propriedades do modelo de elementos finitos com os dados medidos na estrutura:

$$J = \{\varepsilon\}^T \{\varepsilon\} \quad (6)$$

A minimização da função objetiva pelo método dos mínimos quadrados resulta, após algumas manipulações algébricas, na expressão:

$$[S_k] \{\Delta p\} = \{\Delta H_k\}_j \quad (7)$$

Na qual: $[S_k]$ - matriz formada pelos coeficientes de sensibilidade;
 $\{\Delta p\}$ - vetor contendo a variação dos parâmetros de atualização;
 $\{\Delta H_k\}_j$ - vetor diferença entre as receptâncias experimental e analítica.

A solução deste sistema, Eq. (7), leva ao cálculo dos parâmetros de atualização. Essa equação representa um sistema linear sobre-determinado, que neste caso, é resolvido utilizando a decomposição de valores singulares - SVD, (Golub & Loan, 1985). A substituição dos parâmetros calculados no modelo de elementos finitos redefine uma nova matriz de rigidez dinâmica mais próxima do modelo real. Se a discrepância entre os modelos não é suficientemente pequena, o procedimento é repetido iterativamente.

O ajuste no caso em que o amortecimento está envolvido na formulação do problema é realizado em duas etapas consecutivas bem definidas:

Etapa 1: O modelo é ajustado em termos das matrizes de massa e rigidez, sem considerar o amortecimento, Eq. (8). A atualização dessas matrizes é realizada iterativamente a partir da variação dos p_i parâmetros físicos e/ou geométricos que minimiza a discrepância entre os modelos, calculadas pelas expressões (9) e (10) respectivamente:

$$[Z] = [K] - \omega^2 [M] \quad (8)$$

$$[K(\{p + \Delta p\})] = \left(\sum_{R=1}^{NuR} [K(\{p\})]_R \right) - [K(\{p\})]_{R^{th}} + [K(\{p + \Delta p\})]_{R^{th}} \quad (9)$$

$$[M(\{p + \Delta p\})] = \left(\sum_{R=1}^{NuR} [M(\{p\})]_R \right) - [M(\{p\})]_{R^{th}} + [M(\{p + \Delta p\})]_{R^{th}} \quad (10)$$

Nas quais: \sum - indica o somatório de superposição em elementos finitos;
 $R = 1, 2, 3 \dots NuR$;
 NuR - número de regiões ou elementos.

Deve-se ressaltar que essa variação é feita em nível de elemento, portanto o ajuste pode ser feito apenas em algumas regiões da estrutura sem afetar as propriedades do restante das regiões.

Etapa 2: A matriz de rigidez dinâmica, Eq. (11), é atualizada pela correção apenas da matriz de amortecimento, que pode ser obtida pela variação da razão de amortecimento modal ζ_r , Eq. (12).

$$[Z] = [K^U] + i\omega[C] - \omega^2[M^U] \quad (11)$$

$$[C(\{\zeta + \Delta \zeta\})] = [C(\{\zeta\})] - [C(\zeta_r)] + [C(\zeta_r + \Delta \zeta_r)] \quad (12)$$

Na qual: $r = 1, 2, 3 \dots m$;
 m - número de modos;
 $[K^U]$, $[M^U]$ - matrizes de rigidez e massa atualizadas na primeira etapa.

Uma vez atualizados os parâmetros físicos e/ou geométricos do modelo, estes são mantidos inalterados durante o ajuste do amortecimento, que é ajustado em função da atualização das razões de amortecimento.

4. RESULTADOS EXPERIMENTAIS

A estrutura analisada é uma estrutura simples do tipo viga com o amortecimento modificado em algumas regiões. O propósito é avaliar a potencialidade da metodologia ajustar um modelo de amortecimento modal para representar o amortecimento não proporcional presente na estrutura.

A viga tem 1 [m] de comprimento e área de seção transversal (31 x 4,5) [mm]. A Tabela (1) resume as principais propriedades de material da viga, aço ABNT 1010.

Tabela 1. Propriedades de material - Aço

Propriedades	Valores
Módulo de elasticidade	$210 \cdot 10^9$ [N/m ²]
Massa específica	7860 [kg/m ³]
Coeficiente de Poisson	0,30

Os dados experimentais foram obtidos a partir da análise modal da estrutura, a excitação utilizada é do tipo impulsiva, aplicada no nó 4 na direção Y, ilustrada na Fig. (1). As respostas foram medidas em 11 pontos na mesma direção da excitação, usando acelerômetro axial distribuído ao longo da viga. A faixa de freqüência de aquisição denominada de freqüência ativa é de 0 a 600 Hz.

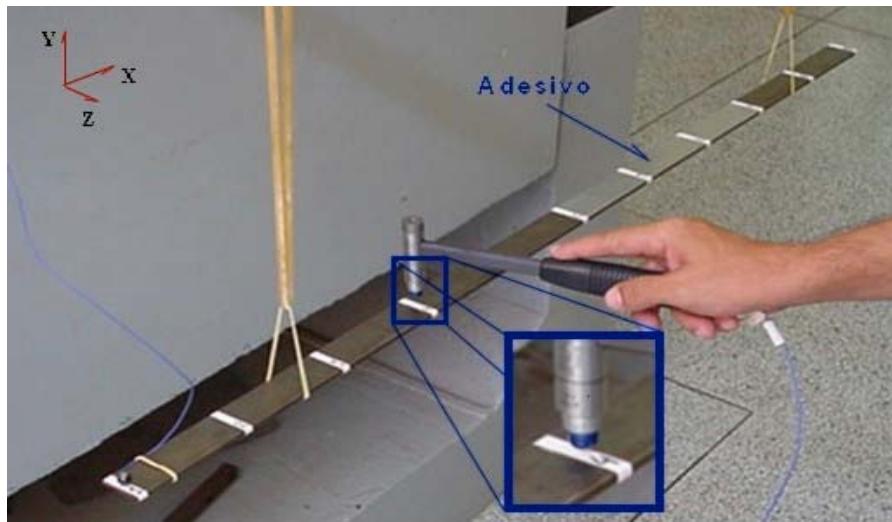


Figura 1. Estrutura com amortecimento não proporcional

Visando aumentar o amortecimento da viga, foi colado um adesivo próprio para atenuar o nível de vibração nas duas faces da viga, mas somente em algumas regiões, mais especificamente nos elementos 6, 7 e 8 conforme pode ser observado na Fig. (1).

O modelo analítico é gerado por elementos finitos utilizando o software PROMU* e o tipo de elemento utilizado para a modelagem foi do tipo viga de Bernoulli-Euler 3D. A estrutura é discretizada com 21 nós, totalizando 20 elementos e 126 graus de liberdade analíticos, dos quais 84 foram eliminados com o propósito de analisar a estrutura somente no plano, facilitando sua equivalência com o modelo experimental, que foi excitado e teve suas respostas medidas numa única direção.

Visando facilitar a compatibilidade dos modelos, a malha de elementos finitos foi discretizada levando-se em consideração a topologia dos pontos de medidas do modelo experimental. O modelo analítico possui nós coincidindo com todos os pontos de medidas do modelo experimental, o que favorece a equivalência entre modelos.

4.1. Correlação e Atualização de Parâmetros do Modelo

A correlação entre o modelo analítico e experimental permite avaliar a representatividade do modelo analítico, a partir da discrepancia dos parâmetros modais dos dois modelos. Neste caso, a comparação inicial entre os dois modelos, Tab. (3), mostra uma discrepancia das freqüências naturais bastante acentuada para uma estrutura simples como a viga, diferenças acima de 4% , o que justifica o ajuste. Já a correlação dos modos próprios é muito boa, MAC-valores próximos de 1.

Nesta etapa do ajuste, ainda não são incorporados os efeitos de amortecimento e o ajuste é realizado somente em termos dos parâmetros físicos e/ou geométricos do modelo de elementos finitos. Neste caso, os parâmetros geométricos são menos confiáveis do que os parâmetros físicos da viga. Portanto serão atualizados o momento de inércia I_Z em torno do eixo Z e a área da seção transversal das duas regiões, com adesivo e sem adesivo, simultaneamente e em proporções independentes. O momento de inércia em torno do eixo Y não será atualizado, pois não tem influência no plano da viga em análise.

Os resultados desta primeira etapa do ajuste mostraram uma melhoria na correlação dos parâmetros do modelo. A Figura (2) mostra a superposição das FRF(s) do modelo experimental, do modelo analítico e do modelo ajustado. Nesta figura é possível observar uma significativa melhoria

* Programa de ajuste de modelos desenvolvido no Departamento de Engenharia Mecânica / Unesp-Ilha Solteira.

do comportamento dinâmico do modelo analítico após a atualização simultânea das inéncias I_Z e das áreas da seção transversal das regiões da viga, sem adesivo e com adesivo. A Figura (3) mostra a evolução dos parâmetros atualizados e que a variação dos parâmetros é estável após as 2 primeiras iterações.

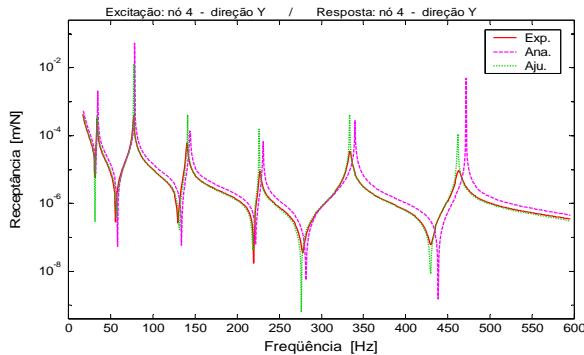


Figura 2. FRF(s) Experimental, analítica e ajustada

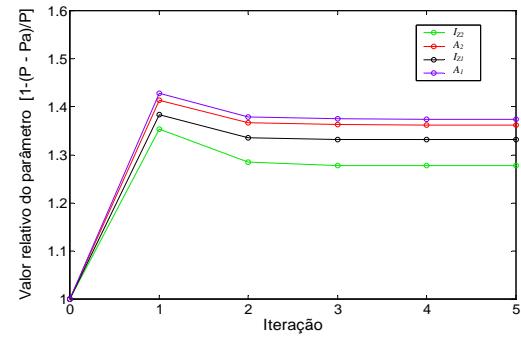


Figura 3. Evolução dos parâmetros atualizados

A Tabela (2) mostra os valores dos parâmetros ajustados das duas regiões do modelo, área da seção transversal e inécia em relação ao eixo Z.

Tabela 2. Valores dos parâmetros geométricos atualizados

Parâmetros	Valores iniciais	Valores atualizados
A_1	$144,9 \cdot 10^{-6}$	$199,1 \cdot 10^{-6}$
I_{Z1}	$255,5 \cdot 10^{-12}$	$340,2 \cdot 10^{-12}$
A_2	$151,2 \cdot 10^{-6}$	$206,0 \cdot 10^{-6}$
I_{Z2}	$290,3 \cdot 10^{-12}$	$370,8 \cdot 10^{-12}$

A Tabela (3) mostra também a correlação dos modelos após o ajuste. A atualização dos parâmetros melhora bastante a correlação dos modelos, as diferenças de freqüências diminuem significativamente e os MAC-valores permanecem próximos de 1.

Tabela 3. Correlação dos Parâmetros modais antes e após o ajuste do modelo

Modelo experimental		Modelo analítico			Modelo ajustado		
Modo	ω^{EXP} [Hz]	ω^{ANA} [Hz]	$\frac{\omega^{ANA} - \omega^{EXP}}{\omega^{EXP}} (\%)$	MAC (%)	ω^{AJU} [Hz]	$\frac{\omega^{AJU} - \omega^{EXP}}{\omega^{EXP}} (\%)$	MAC (%)
1	24,17	25,12	4,32	99,8	24,50	1,36	99,8
2	67,08	68,81	2,58	99,9	67,25	0,25	99,9
3	130,29	133,93	2,79	99,8	131,24	0,73	99,8
4	217,37	220,94	1,64	99,6	216,82	-0,25	99,6
5	323,79	329,96	1,91	99,9	323,31	-0,15	99,9
6	453,16	461,75	1,90	99,9	452,13	-0,23	99,9

4.2. Incorporação e Atualização do Amortecimento

A matriz de amortecimento modal inicial, geralmente, é definida a partir das razões de amortecimento modal experimental, porém neste caso, os valores iniciais foram definidos como constantes, 2%, para todos os modos com o propósito de acarretar uma grande discrepância de amortecimento se comparados com o experimental. Uma grande discrepância inicial, representa uma condição mais severa para ajuste, que permite melhor avaliar potencialidade da metodologia.

A estimativa inicial das razões de amortecimento modal, 2% para todos os modos em análise, resultou num alto amortecimento no modelo de elementos finitos, refletindo numa discrepância de amplitudes das FRF(s) nas ressonâncias. Esse efeito pode ser observado na superposição das FRF(s) experimental e analítica, Fig. (4). A figura mostra ainda que após a atualização das razões de amortecimento, a concordância da resposta do modelo de elementos finitos melhorou significativamente. A Figura (5) mostra a evolução das razões de amortecimento a cada iteração, lembrando que esses parâmetros foram atualizados, um a um e de forma independentes, com base na informações das FRF(s) próximas das correspondentes ressonâncias.

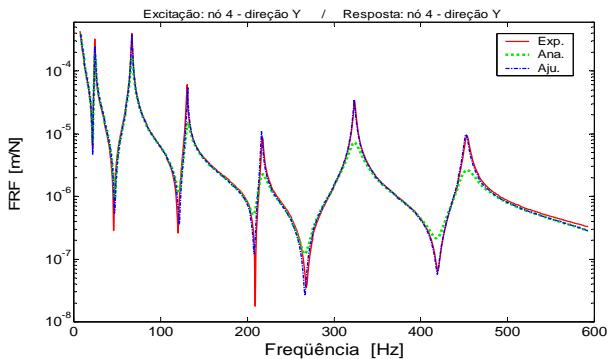


Figura 4. FRF(s) Experimental, analítica e ajustada

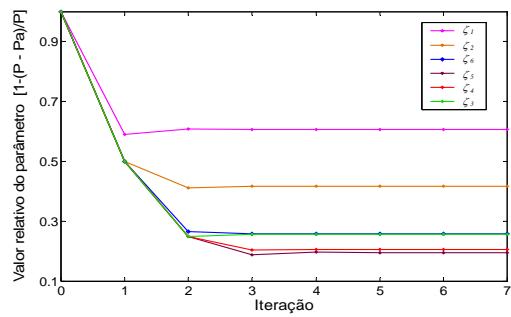


Figura 5. Evolução dos parâmetros atualizados

A Tabela (4) mostra a discrepância inicial das razões de amortecimento do modelo analítico se comparadas com as experimentais. Inicialmente a discrepância é bastante acentuada e diminui significativamente após suas atualizações. Esta comparação não deve ser adotada como forma mais segura para verificar a representatividade do amortecimento, pois são esperados grandes erros, 40% a 200% (Doebling, 2001), nas razões de amortecimento extraídas por análise modal e outras técnicas de correlação pode avaliar melhor a representatividade do modelo de amortecimento.

Tabela 4. Valores das razões de amortecimento modal antes e após a atualização

Modelo experimental		Modelo analítico		Modelo ajustado	
Modo	ζ^{EXP} (%)	ζ^{ANA} (%)	$\frac{\zeta^{EXP} - \zeta^{ANA}}{\zeta^{EXP}} \times 100$ (%)	ζ^{AJU} (%)	$\frac{\zeta^{EXP} - \zeta^{AJU}}{\zeta^{EXP}} \times 100$ (%)
1	1,13	2,00	77,00	1,21	7,08
2	0,82	2,00	140,96	0,83	1,12
3	0,55	2,00	263,63	0,52	-5,45
4	0,38	2,00	344,44	0,39	2,63
5	0,40	2,00	387,80	0,41	2,50
6	0,55	2,00	257,14	0,51	-7,27

A Figura (6) mostra a correlação das FRF(s) através dos FRAC-valores representados por gráficos de barras. As FRF(s) experimentais e do modelo analítico inicial sem amortecimento praticamente não apresenta correlação, FRAC-valores próximos de zero. Após a atualização dos parâmetros geométricos, porém sem a introdução do amortecimento no modelo analítico, a correlação sofreu uma leve melhoria, FRAC-valores aumentaram, apesar de seus valores continuarem baixos, em torno de 0,1. Por fim, a correlação de todas as FRF(s) após a incorporação e atualização do amortecimento modal melhorou significativamente, FRAC-valores em torno de 0,7. Portanto o baixo valore do FRAC é atribuído principalmente a diferença de amplitudes das FRF(s), causada pela ausência de amortecimento no modelo analítico.

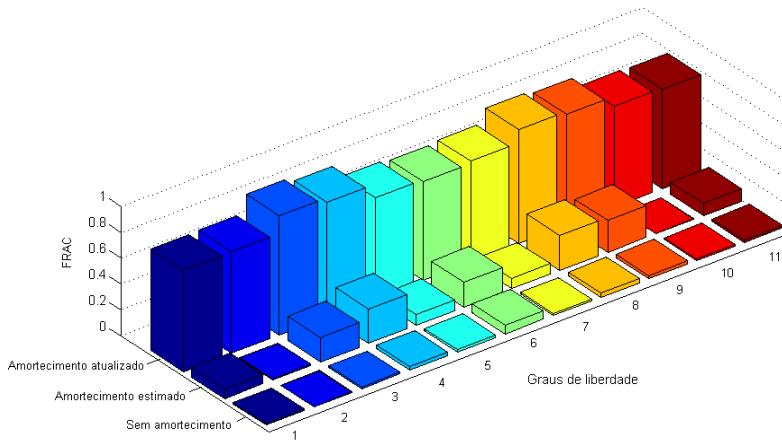


Figura 6. FRAC-valores antes da atualização dos parâmetros geométricos, após a atualização dos parâmetros geométricos e após a incorporação e atualização do amortecimento

5. CONCLUSÕES

Este trabalho discutiu a incorporação e atualização de um modelo de amortecimento modal na modelagem por elementos finitos, técnicas de correlações foram utilizadas para avaliar a representatividade do modelo. Os resultados obtidos foram bastante satisfatórios, mostrando que a metodologia é capaz de ajustar o modelo de amortecimento modal a partir de suas razões de amortecimento modal com base nas FRF(s) medidas diretamente na estrutura.

O modelo de amortecimento modal pode representar bem o amortecimento distribuído não uniformemente em estruturas. Este modelo resultou numa melhoria na representatividade do modelo de elementos finitos após o ajuste e mostrou ser um modelo de amortecimento bastante promissor em aplicações práticas.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPESP pela bolsa do engº R. M. Doi e pelo suporte financeiro para o desenvolvimento desse trabalho.

7. REFERÊNCIAS

- Adhikari, S., 2000, *Damping Models for Structural Vibration*, Ph.D Thesis, Engineering Department, Trinity College, Cambridge University, Cambridge, UK.
 Clough, R. W., Penzien, J., 1993, *Dynamics of Structures*, McGraw-Hill, New York, USA, 738p.

- Cudney, H., 2001, *Discussions and Debates at SD2000*. In: Ewins, D. J., Inman, D. J. (Eds.) Structural dynamics 2000: current status and future directions, Research Studies Press, Baldock, pp.413-427.
- Doebling, S. W., 2001, *The strategic questions posed at SD2000*, In: Ewins, D. J., Inman, D. J. (Eds.) Structural dynamics 2000: current status and future directions, Research Studies Press, Baldock, pp.389-411.
- Doi, R. M., Pereira, J. A., 2002, *Analysis of the Effects of Damping in the Models Validation*, Proceeding of the 26th International Seminar on Modal Analysis, Leuven, Belgium, (CD-ROM).
- Doi, R. M., 2003, *Ajuste de Modelos baseado nas FRF(s): Incorporação e Atualização de Amortecimento na Modelagem por Elementos Finitos*, Dissertação de mestrado, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, SP, Brasil, 152 p.
- Doi, R. M., Pereira, J. A., 2003, *FE-Model Updating of Beam Structure Presenting Non Proportional Damping*, Anais do 2º Congresso Brasileiro de Engenharia Mecânica, São Paulo, Brasil, (CD-ROM).
- Göge, D., 2003, *Automatic Updating of Large Aircraft Models Using Experimental Data from Ground Vibration Testing*, Aerospace Science and Technology, Vol. 7, No. 1, pp.33-45.
- Golub, G. H., van Loan, C. F., 1985, *Measuring Vectors, Matrices, Subspaces, and Linear System Sensitivity*, The Johns Hopkins University Press, Baltimore, pp. 11-29.
- Link, M., 2001, *Updating of Analytical Models Review of Numerical Procedures and Application Aspects*, In: Ewins, D. J., Inman, D. J. (Eds.) Structural dynamics 2000: current status and future directions, Research Studies Press, Baldock, pp.193-223.
- Modak, S. V., Kundra, T. K., Nakra, B. C., 2002, *Use of an Updated Finite Element Model for Dynamic Design*, Mechanical System and Signal Processing, Vol. 16, No. 2-3, pp.303-322.
- Mottershead, J. E., Friswell, M., 2002, *Model Updating of Joints and Connections*, Proceedings of the International Conference on Structural Dynamics Modelling: Test, Analysis, Correlation and Validation, Madeira Island.
- Mottershead, J. E., Mares, C., Friswell, M., James, S., 2000, *Selection and Updating of Parameters for an Aluminium Space-frame Model*, Mechanical Systems and Signal Processing, Vol. 14, No. 6, pp. 923-944.
- Ren, Y., Beards, C. F., 1995, *Identification of Joint Properties of a Structure Using FRF Data*, Journal of Sound and Vibration, Vol. 186, No. 4, pp.567-587.

8. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

INCORPORATION AND UPDATING OF MODAL DAMPING IN THE MODELLING FOR FINITE ELEMENT

Ricardo Mikio Doi rmdoi@lva.ufsc.br
Arcanjo Lenzi arcajo@emc.ufsc.br
 Department of Mechanical Engineering
 Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC
 Campus Universitário, 88040-900 Florianópolis, SC. Brazil

João Antonio Pereira japereir@dem.feis.unesp.br
 Department of Mechanical Engineering
 Universidade Estadual Paulista - Unesp-Ilha Solteira
 Av. Brasil 56, Caixa Postal 31, 15385-000 Ilha Solteira, SP. Brazil

Abstract. This work proposes an improvement in the representativity of finite element models through the updating of physical and/or geometric parameters of the model and also including the damping effect in the modelling. The parameters of the used damping model, modal damping, are also updated, if necessary. The finite element model updating process is based on measured FRF(s) and it is formulated from an input residue, given by the force balance in the system. The need of the updating of the model parameters is evaluated through correlation techniques, that use the modal parameters and FRF(s) of the analytical and experimental models. The updating process is accomplished in two very defined consecutive stages. In the first stage, the model is updated in terms of the mass matrix and stiffness matrix, without considering the damping, in the second stage it is incorporated and updated only the damping matrix. The proposal is evaluated using experimental data measured directly in a structure test, that it presents non proportional damping. The obtained results, showed that the updating with base in FRF(s) it can turn the more representative finite element models.

Keywords: Damping, Finite Element, Modal Analysis, Updating, Models Correlation.