

ANÁLISE POR ELEMENTOS FINITOS DE MANGAS DE EIXO DE SUSPENSÃO AUTOMOTIVA SOB CARREGAMENTO CÍCLICO

Marcos Vicente de Carvalho, mavikka10@gmail.com¹
Marco Túlio C. Faria, mtfaria@demec.ufmg.br¹

¹Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Engenharia Mecânica, Grupo de Dinâmica de Rotores, Av. Antônio Carlos, 6627 – Pampulha - Belo Horizonte – MG – CEP 31270-901.

Resumo: A expansão tecnológica da indústria automobilística está fortemente vinculada ao desenvolvimento de procedimentos computacionais mais precisos de análise de resistência e de desempenho de componentes mecânicos. O projeto de produtos industriais, que atendam simultaneamente aos requisitos de durabilidade, resistência, confiabilidade e segurança e aos critérios de baixo custo e baixo peso, tem sido a força motriz dos avanços tecnológicos em veículos automotores terrestres. Um subsistema de grande importância no projeto de veículos é a suspensão, que deve proporcionar condições ótimas de dirigibilidade, além de auxiliar na aderência ao solo e de atuar no sentido de reduzir o nível das vibrações advindas das pistas de rolamento. Os componentes da suspensão estão naturalmente sujeitos a carregamentos flutuantes durante a operação do veículo, o que exige o desenvolvimento de procedimentos mais confiáveis para a predição de sua vida útil. Esse trabalho apresenta uma análise de resistência à fadiga de mangas de eixo de suspensão McPherson utilizando-se procedimentos computacionais baseados no método de elementos finitos. O objetivo principal desta análise é estimar a vida à fadiga de mangas de eixo utilizadas comercialmente em suspensões veiculares. As mangas de eixo são o coração da suspensão McPherson, pois praticamente interconectam todos os componentes dessa suspensão e acomodam os mancais de rolamento do eixo do veículo. Utilizando-se a teoria de falha por fadiga baseada em tensão, desenvolve-se uma análise de tensões atuantes em mangas de eixo com o intuito de determinar as regiões críticas de tensão no modelo de elementos finitos. A análise contempla diferentes materiais, que poderiam ser utilizados na fabricação do componente, e avalia de forma preliminar algumas modificações viáveis no projeto de mangas de eixo comerciais.

Palavras-chave: dinâmica veicular; fadiga; manga de eixo.

1. INTRODUÇÃO

Com o aumento da capacidade de processamento dos computadores nos últimos anos, diversas ferramentas computacionais têm sido desenvolvidas e aperfeiçoadas, no sentido de viabilizar a realização de simulações computacionais que representem de forma bastante fiel os problemas reais em engenharia. Com esse avanço, as análises computacionais por meio do método de elementos finitos têm-se mostrado como uma tendência em diversos campos da indústria, dentre elas, a automobilística (Zoroufi e Fatemi, 2006).

Este artigo tem como tema a análise de resistência mecânica de um componente de suspensão automotiva, utilizando ferramentas comerciais de análise de engenharia. Seu objetivo geral é a determinação da vida em fadiga de uma manga de eixo da suspensão McPherson de um automóvel através de análises utilizando o método dos elementos finitos. A análise desenvolvida nesse trabalho emprega a teoria linear de resistência à fadiga baseada na abordagem por meio do ciclo de tensão (Bannantine et al., 1990).

As etapas de modelagem geométrica, determinação do estado de tensão, análise de fadiga e geração de resultados para mangas de eixo de suspensão McPherson são realizadas utilizando-se pacote comercial de elementos finitos para análise de tensões e deformações em sistemas mecânicos e estruturais. A estimativa do carregamento máximo suportado por mangas de eixo fabricadas com diferentes materiais é realizada considerando-se carregamento cíclico típico de veículos automotores terrestres. Esse trabalho também efetua a avaliação de pequenas mudanças na geometria do componente em estudo visando elevar sua resistência à fadiga.

2. A SUSPENSÃO McPHERSON

Atualmente a suspensão dianteira mais utilizada em veículos de pequeno porte é a do tipo McPherson (Gillespie, 1993). Dentre as suspensões independentes, esta é que apresenta uma melhor relação de desempenho, conforto e espaço

requerido para sua instalação. As molas utilizadas são do tipo helicoidal e o amortecedor comumente utilizado é do tipo telescópico (Bosh, 2005). A Fig.(1) apresenta os principais componentes desta suspensão.

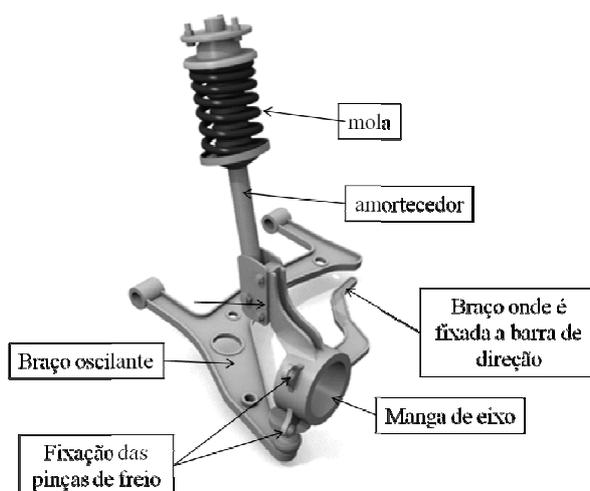


Figura 1. Componentes da suspensão McPherson.

3. METODOLOGIA DE ANÁLISE DA MANGA DE EIXO

A manga de eixo é o componente que faz a conexão do braço oscilante, da barra de direção, do conjunto mola-amortecedor e da barra estabilizadora. É um componente de fundamental importância na suspensão pelo fato de, além de ser um elemento de ligação das peças citadas, também é nele que é montado o rolamento responsável por suportar o eixo que transmite o movimento de rotação das rodas (Bastow e Howard, 1993). Pela sua importância na estrutura do veículo e em fatores de segurança, o projeto de verificação da manga de eixo é uma etapa fundamental do desenvolvimento da suspensão do automóvel, pelo fato deste componente estar diretamente ligado à segurança veicular e à dirigibilidade.

O objeto de estudo deste trabalho é a análise de resistência mecânica de um componente da suspensão de um veículo automotivo terrestre. O componente em questão é a manga de eixo, que é um componente vital na suspensão veicular. As ferramentas de análise a serem utilizadas na determinação dos estados de tensão e na verificação de resistência à fadiga de mangas de eixo são os pacotes comerciais de análise de tensões e fadiga que utilizam o método de elementos finitos (Altair Engineering, Inc., 2008). Para facilitar a descrição da metodologia utilizada nesse trabalho, esse item encontra-se dividido em cinco subitens, apresentados a seguir.

3.1. Modelagem da manga de eixo

O modelo geométrico tridimensional da manga de eixo da suspensão McPherson dianteira de um automóvel é elaborado pelo pacote de modelagem desenvolvido pela empresa BETA CAE systems S.A. Por ser uma peça de geometria complexa, o modelo é confeccionado utilizando-se elementos hexaédricos de primeira ordem, em que o tamanho médio dos elementos é de 3,579mm, sendo o menor elemento de tamanho 0,652mm e o maior elemento de tamanho 9,833mm. A malha de elementos finitos é feita a partir da geometria em arquivo no formato .iges. Esse formato (Initial Graphics Exchange Specification) é considerado um formato padrão de geometria tridimensional (3D) e é compatível com a maioria dos pré-processadores comerciais (NIST, 2008). A Fig.(2) mostra um desenho esquemático do modelo preliminar usado para representar a manga de eixo, sendo que, à direita dessa figura, mostra-se o tipo de elemento finito utilizado na construção da malha do meio contínuo.

3.2. Imposição das condições de contorno

As condições de contorno utilizadas são estabelecidas de acordo com os procedimentos adotados nos testes experimentais usualmente realizados nos laboratórios de experimentação das indústrias automotivas. Basicamente são restringidos em todos os graus de liberdade as extremidades da barra de direção e os pontos de fixação do amortecedor e do braço oscilante. Para a representação do carregamento típico em veículos, aplica-se uma força concentrada no nó central do elemento rígido que criado no vão do rolamento. As condições de contorno do modelo são mostradas na Fig. (3).

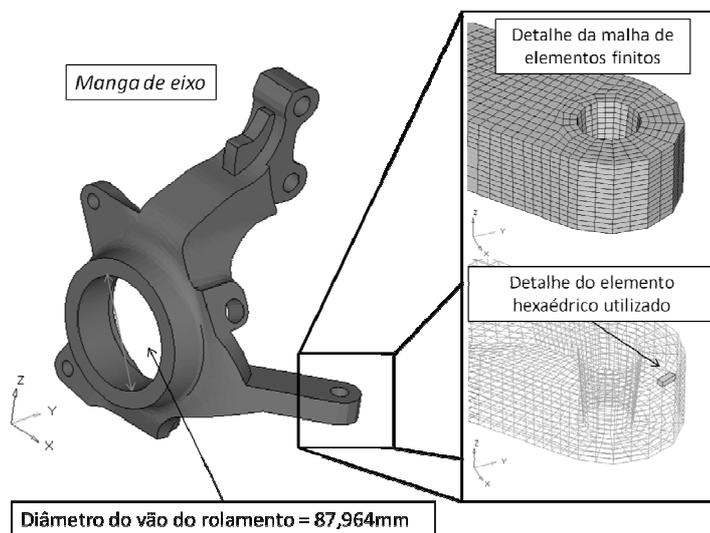


Figura 2. Modelo de elementos finitos da manga de eixo utilizada. (BETA CAE Systems S.A., 2008)

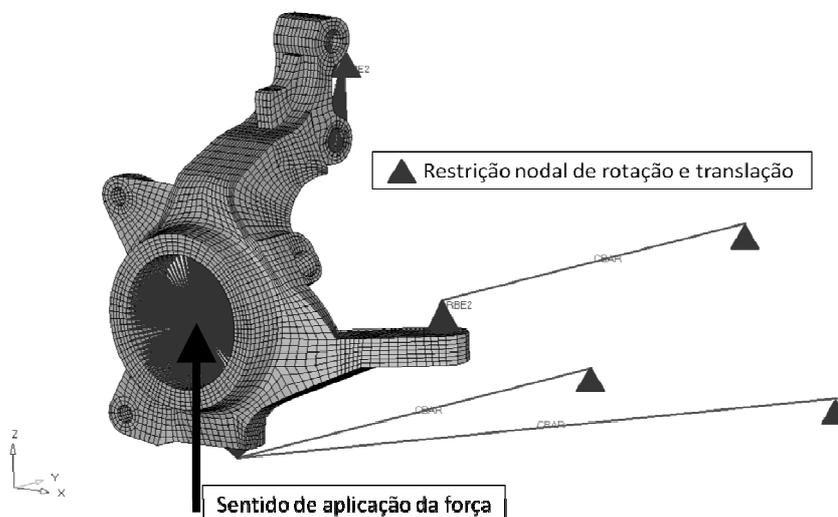


Figura 3. Condições de contorno da análise.

3.3. Distribuição de carregamento cíclico

A distribuição de carregamento utilizada na análise de resistência à fadiga da manga de eixo é mostrada na Tab. (1). Essa distribuição é escolhida por se tratar de um carregamento variável típico de veículos automotores terrestres (Zoroufi e Fatemi, 2006).

Tabela 1. Distribuição do carregamento na análise de manga de eixo.

Fração de tempo	Fração do carregamento
40%	100%
25%	80%
20%	75%
10%	50%
5%	25%

3.4. Propriedades dos materiais

Três materiais, comumente utilizados na fabricação de componentes automotivos, são analisados para a fabricação de mangas de eixo. Esses materiais são o alumínio A356-T6, o aço 11V37 e o ferro fundido nodular ASTM 80-60-03, sendo que neste último, as propriedades cíclicas de fadiga necessárias são estimadas pelo pacote computacional no momento da análise (Zoroufi e Fatemi, 2006). Na Tab. (2) são mostradas as propriedades monotônicas e cíclicas dos materiais citados.

Tabela 2. Propriedades mecânicas do alumínio A356-T6, do aço 11V37 e do ferro fundido ASTM 80-60-03.

Propriedades Monotônicas	A356-T6	11V37	ASTM 80-60-03
Módulo de elasticidade, E [GPa]	78	201	168
Tensão de escoamento, S_y [MPa]	232	556	340
Tensão de ruptura, S_u [MPa]	302	821	490
Percentual de alongação, [%]	5	21	3
Percentual de redução de área, [%]	10	37	-
Coeficiente de tensão, K [MPa]	418	1347	-
Expoente de endurecimento sob deformação, n	0,095	0,157	-
Tensão de ruptura real, σ_f [MPa]	301	496	-
Ductilidade real a fratura, ϵ_f [%]	10	47	-
Propriedades Cíclicas e de Fadiga			
Módulo de elasticidade cíclica, E [GPa]	73	195	-
Coeficiente de tensão cíclica, K' [MPa]	430	1269	-
Expoente de endurecimento sob deformação cíclica, n' [%]	0,063	0,137	-
Tensão de escoamento cíclica, S'_y [MPa]	291	541	-
Coeficiente de tensão de fadiga, σ'_f	666	1157	776
Expoente de tensão em fadiga, b	-0,117	-0,082	-0,104
Coeficiente de ductilidade em fadiga, ϵ'_f	0,094	3,032	-
Expoente de ductilidade em fadiga, c	-0,61	-0,791	-
Resistência à fadiga, S_f , a 10^6 ciclos [MPa]	122	352	233

3.5. Pacotes computacionais de elementos finitos

Todos os procedimentos computacionais utilizados nesse trabalho integram o conjunto de programas de análise por elementos finitos denominado Altair HyperWorks V10.0[®], cujo desenvolvedor é a empresa Altair Engineering, Inc. As etapas de pré-processamento são realizadas por meio do programa computacional Altair HyperMesh V10.0[®], que utiliza o complemento *Fatigue Process Manager*. Os procedimentos de determinação de deformações e tensões nas análises estática e de fadiga são parte do pacote RADIOSS V10.0[®]. Por fim, o programa que faz o pós-processamento dos resultados obtidos é o Altair HyperView V10.0[®].

4. VALIDAÇÃO DE PROCEDIMENTOS E ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DE MALHA

Para a avaliação dos procedimentos computacionais desenvolvidos nesse trabalho, são selecionados dois problemas de engenharia com o intuito de validar o procedimento de análise de fadiga e para verificar a sensibilidade dos resultados em relação ao número de elementos finitos utilizados na malha. Por conveniência, esse item encontra-se dividido em dois subitens, que estão descritos a seguir.

4.1. Exemplo de validação do procedimento de análise de fadiga

Para a verificação da qualidade de análise do pacote computacional utilizado, escolhe-se um exemplo, com solução analítica conhecida, para avaliação do procedimento de elementos finitos. O problema de uma viga em U, mostrado na Fig. (4), é escolhido por apresentar solução analítica simples e por utilizar basicamente os mesmos recursos que o pacote computacional utiliza na análise da manga de eixo. Para a validação do pacote computacional, são comparados os valores de carga máxima suportada obtidos analiticamente e por meio do procedimento de elementos finitos.

A Tab. (3) apresenta os resultados comparativos de força vertical máxima, na extremidade da viga, gerados pelo pacote de elementos finitos (MEF) e pela solução analítica, para vida infinita à fadiga. A malha utilizada na análise é gerada automaticamente pelo programa Altair HyperWorks V10.0[®]. O material utilizado na fabricação da viga é o aço comum de baixo carbono. A diferença relativa ao valor de força está mostrada na última coluna da Tab. (3). Os resultados obtidos indicam que o procedimento de elementos finitos gera resultados compatíveis com a solução analítica para o problema analisado.

Nesse exemplo de validação, pode-se considerar aceitável a diferença na ordem de 8% do resultado analítico em relação à predição do MEF. Na solução analítica, a teoria técnica de vigas é empregada para o cálculo da resistência da viga em U, que está baseada em diversas simplificações sobre a distribuição de tensões (Shames e Dym, 2006). Já a solução obtida pelo método elementos finitos está baseada na teoria da elasticidade, que contempla todos os componentes de tensão atuantes no componente. Outro aspecto importante diz respeito à representação da geometria do componente, que pode ser efetuada com maior precisão pelo procedimento de elementos finitos.

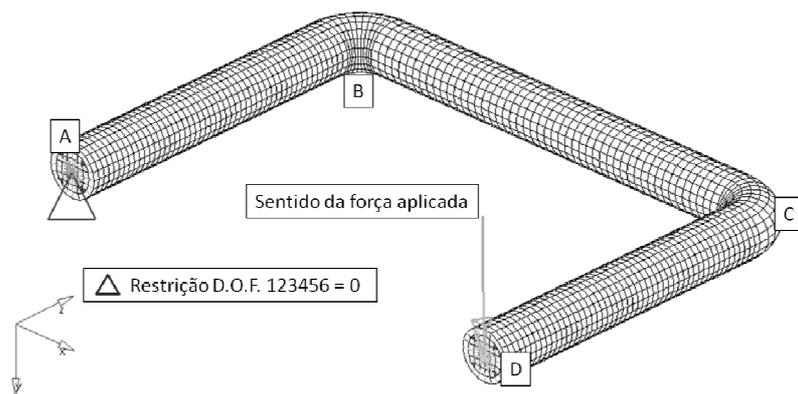


Figura 4. Problema de uma viga em U para validação.

Tabela 3. Resultados comparativos na validação do pacote computacional.

	Valor analítico	Predição do MEF	Diferença
Força [N]	5786,20	5325,00	7,97%

4.2. Análise de sensibilidade de malha

Realizam-se testes de sensibilidade na malha para o modelo de manga de eixo para avaliar a influência do tipo e do número de elementos sobre os resultados gerados. São selecionadas três malhas de elementos finitos para essa análise. A primeira malha, chamada de malha linear grosseira, é construída com 15360 elementos hexaédricos lineares. A segunda malha, denominada malha linear refinada, é construída com 122880 elementos hexaédricos lineares. Na terceira malha, denominada malha de segunda ordem, utilizam-se 45191 elementos tetraédricos de segunda ordem. O problema analisado consiste na determinação da tensão máxima atuante na manga de eixo mostrada pela Fig. (3) e na estimativa do deslocamento linear no nó central do elemento rígido utilizado no vão do rolamento dessa manga. Os resultados de tensão máxima são computados na forma de tensão equivalente obtida pelo critério de resistência de Mises-Hencky (Shames e Dym, 2006). A Tab. (4) mostra os resultados para a tensão equivalente obtida pelo critério Mises-Hencky para as três malhas selecionadas, onde também é mostrada a variação percentual dos resultados tendo como base o resultado do modelo em hexaedro grosseiro. Os resultados obtidos com as três malhas para o deslocamento no vão do rolamento estão mostrados na Tab. (5). Nessa tabela, mostra-se também a variação percentual dos resultados tendo como base o resultado obtido com a malha linear grosseira.

Tabela 4. Resultados para a Tensão de Mises-Hencky.

Modelo	Tensão de Mises-Hencky [MPa]	Desvio relativo
malha linear grosseira - 15360 elementos hexaédricos	57,40	-
malha linear refinada - 122880 elementos hexaédricos	65,33	+13,82%
malha se segunda ordem - 45191 elementos tetraédricos	65,89	+14,79%

Tabela 5. Resultados para deslocamentos.

Modelo	Deslocamento [mm]	Desvio relativo
malha linear grosseira - 15360 elementos hexaédricos	0,122	-
malha linear refinada - 122880 elementos hexaédricos	0,119	-2,22%
malha se segunda ordem - 45191 elementos tetraédricos	0,113	-7,15%

Outro aspecto importante analisado na avaliação das malhas de elementos finitos é a eficiência computacional dos procedimentos computacionais, medida em termos do tempo total de computação. A Tab. (6) apresenta os tempos de execução dos cálculos, indicando sua variação percentual em relação ao resultado do cálculo de tensão obtido com a malha linear grosseira. Essa avaliação é efetuada em um processador Intel dual core com processador de 2,3 GHz e memória aleatória de 1 Gb. Verifica-se que com o refinamento da malha, seja na quantidade de elementos ou na ordem das funções de interpolação, observa-se uma melhoria considerável na convergência dos valores de tensão. Nesse trabalho, utiliza-se a malha refinada com elementos hexaédricos lineares, para que haja garantia de qualidade aceitável nos resultados obtidos.

Tabela 6. Tempos computacionais para cálculo das tensões.

Modelo	Tempo de cálculo [s]	Variação relativa
malha linear grosseira - 15360 elementos hexaédricos	18	-
malha linear refinada - 122880 elementos hexaédricos	508	+2722,22%
malha se segunda ordem - 45191 elementos tetraédricos	175	+872,22%

5. RESULTADOS

Considerando-se vida infinita à fadiga para dano cumulativo associado às condições apresentadas na Tab. (1), estima-se a força vertical máxima suportada pelas mangas de eixos fabricadas com os três materiais selecionados - aço, alumínio e ferro fundido nodular. Primeiramente, efetua-se a análise do modelo original do componente para estudo da resistência mecânica das três mangas de eixo fabricadas com diferentes materiais. Em seguida, apresenta-se o estudo de resistência à fadiga de um modelo geometricamente modificado, visando melhorias de desempenho. Esse item encontra-se dividido em dois subitens, descritos a seguir. Nos resultados apresentados a seguir foi utilizada a malha em elementos hexaédricos linear refinada.

5.1. Análise do modelo original

Nesse item, apresentam-se os resultados de dano acumulado na análise de fadiga para o chamado modelo original da manga de eixo. Os valores máximos das forças verticais suportadas pelas mangas de diferentes materiais são estimados para os modelos que apresentaram vida infinita e finita. A Fig. (5) mostra os resultados gerados pelo programa Altair HyperWorks V10.0[®] para a manga de eixo fabricada com alumínio. O lado esquerdo indica o valor da força máxima para dano zero ou para vida infinita à fadiga, enquanto, no lado direito dessa figura, mostra-se o valor da força capaz de gerar dano por fadiga ao componente. As Fig. (6) e Fig. (7) apresentam os mesmos resultados para as mangas de eixo fabricadas com ferro fundido nodular e aço, respectivamente.

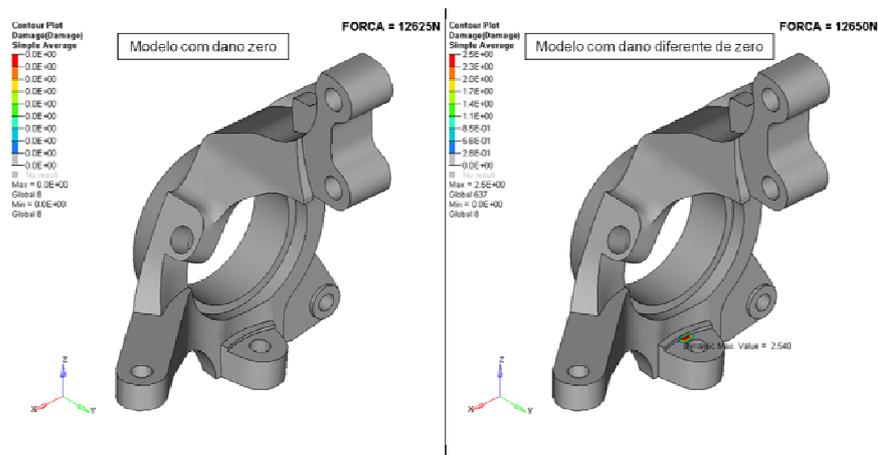


Figura 5. Resultado para o dano acumulado na análise de fadiga para o modelo original de alumínio A356-T6.

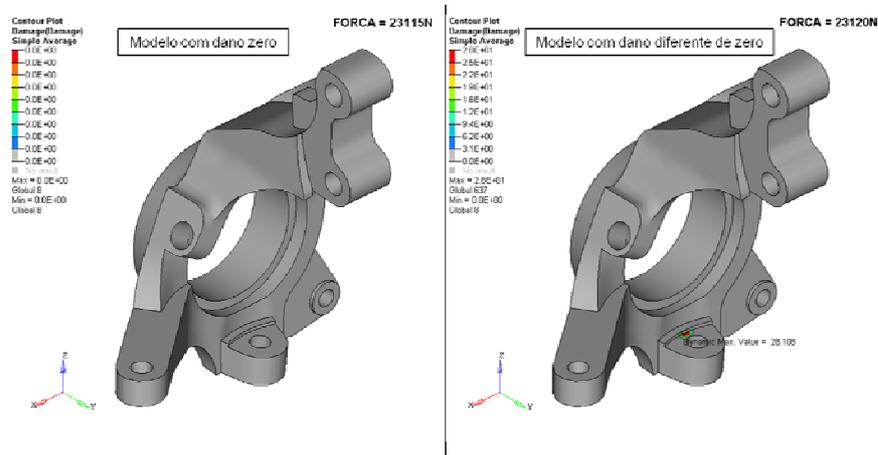


Figura 6. Resultado para o dano acumulado na análise de fadiga para o modelo original de ferro fundido.

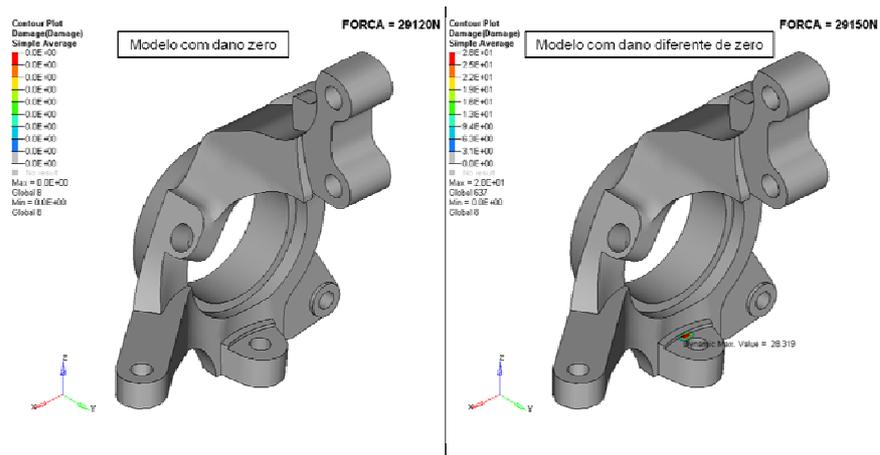


Figura 7. Resultado para o dano acumulado na análise de fadiga para o modelo original em aço 11V37.

5.2. Análise do modelo modificado

Na tentativa de melhorar a resistência à fadiga do modelo original da manga de eixo mostrada pela Fig. (3), dois parâmetros geométricos são modificados para elevar o valor de força máxima que o componente suporta. O primeiro parâmetro modificado é a espessura da base de fixação do braço oscilante. O segundo parâmetro é o acréscimo de material no braço que suporta a parte inferior do amortecedor. A Fig. (8) apresenta as regiões de modificação dos parâmetros geométricos citados. O componente em cor escura refere-se ao modelo original. A malha refere-se à proposta de alteração da geometria.

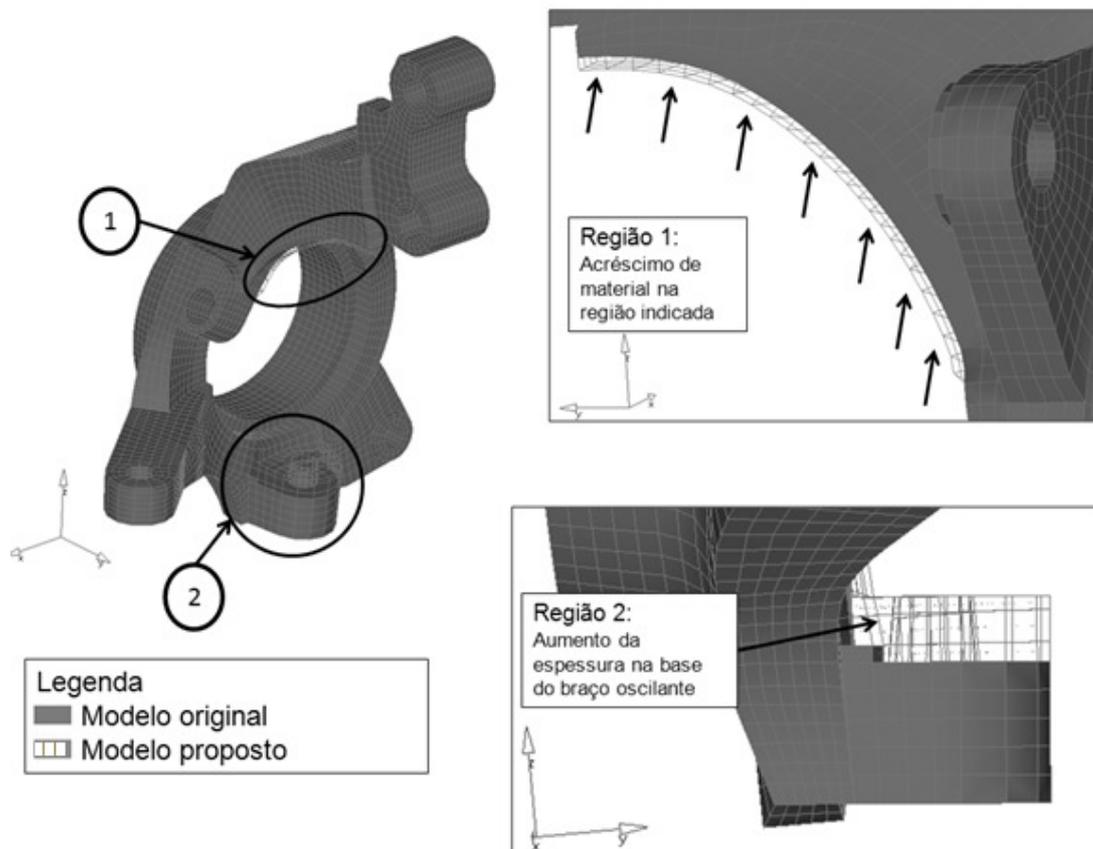


Figura 8. Comparação entre o modelo original e o modelo modificado proposto.

A estimativa da força vertical máxima suportada pelas mangas de eixo modificadas é efetuada utilizando-se o mesmo roteiro descrito no item anterior. As Fig. (9), Fig. (10) e Fig. (11) apresentam os resultados de dano acumulado na análise de fadiga para o chamado modelo modificado da manga de eixo para os três materiais selecionados. Nessas figuras são mostrados os resultados de dano acumulado para os modelos que apresentaram vida infinita e finita com indicação do respectivo valor de força.

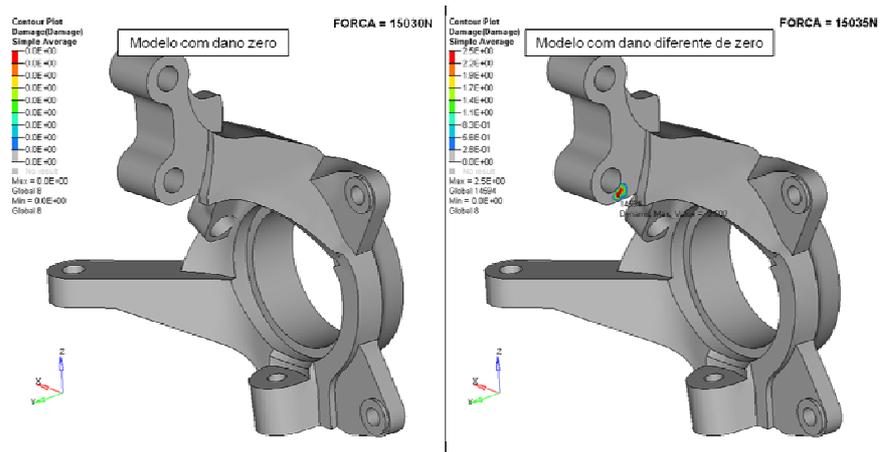


Figura 9. Resultado da análise de fadiga para o modelo modificado em alumínio A356-T6.

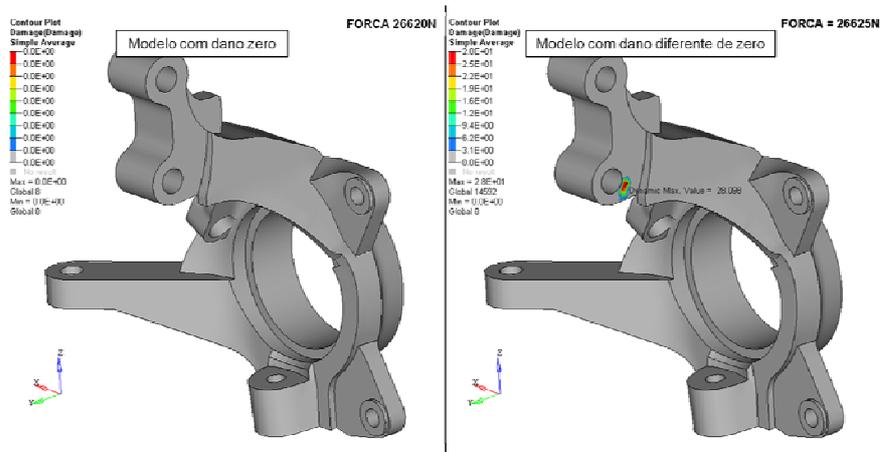


Figura 10. Resultado para a análise de fadiga para o modelo modificado em ferro fundido nodular.

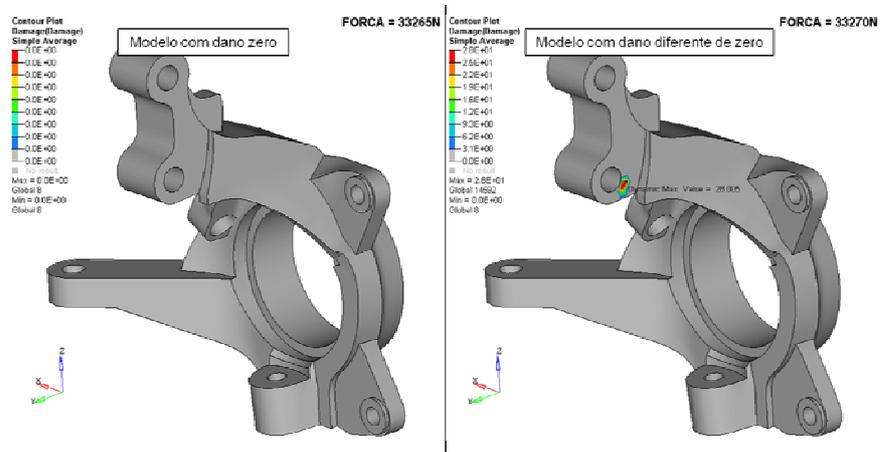


Figura 11. Resultado para a análise de fadiga para o modelo modificado em aço 11V37.

A Tab. (7) mostra os resultados comparativos dos valores de força máxima estimados para o modelo original e modelo modificado da manga de eixo considerando-se vida infinita à fadiga e a variação relativa dessa força.

Tabela 7. Resultados das análises de fadiga da manga de eixo.

	Força máxima [N]		Diferença [%]
	Modelo original	Modelo modificado	
Alumínio A356-T6	12625	15030	19,0%
Ferro fundido ASTM 80-60-03	23115	26620	15,2%
Aço 11V37	29120	33265	14,2%

6. ANÁLISE DE RESULTADOS

A análise de fadiga da manga de eixo mostra que o valor máximo de força vertical que este componente suporta para o ciclo de carregamento determinado é suficientemente elevado para atender às condições de carga em operação. No que se refere à influência do material utilizado, é notável a maior resistência mecânica do aço 11V37 em comparação ao ferro fundido nodular ASTM 80-60-03 e ao alumínio A356-T6, apesar de o resultado do modelo avaliado com ferro fundido também apresentar alto valor de carga máxima.

Com relação à variação de parâmetros geométricos para o aumento da resistência mecânica da manga de eixo, verifica-se que, com o aumento de espessura da região de fixação do braço oscilante e com acréscimo de material no braço que suporta o amortecedor, o valor de força que o componente suporta aumenta entre 14% e 19%, dependendo do material utilizado.

7. CONCLUSÕES

Os resultados apresentados indicam que os procedimentos desenvolvidos neste trabalho podem ser utilizados na análise de fadiga de componentes mecânicos e na determinação das regiões de provável falha mecânica sob carregamento cíclico. Com relação à influência dos materiais utilizados, verifica-se que mangas de eixo fabricadas com aço ou ferro fundido nodular apresentam uma maior capacidade de suportar carga quando comparados ao modelo em alumínio. Pode-se observar que a alteração de parâmetros geométricos, como a altura da base de fixação do braço oscilante e um acréscimo de material no braço que suporta a fixação do amortecedor, geram uma melhora significativa na resistência mecânica do componente.

A metodologia apresentada pode ser útil no desenvolvimento de componentes onde se faz necessária uma estimativa de vida em fadiga na medida em que o procedimento adotado para um componente específico pode ser aplicado a uma grande variedade de componentes mecânicos onde são conhecidas as condições de trabalho, tais como os carregamentos e condições de fixação. Pois, a partir de um modelo constituído, pode-se avaliar o componente em diversas configurações em menor tempo e com custo muito inferior, se comparado a testes físicos de fadiga, onde são necessários além da construção de protótipos, toda uma estrutura de ensaios e tratamentos de dados.

8. AGRADECIMENTOS

À Vision Graphic, pela cessão de uso dos recursos computacionais utilizados nesse trabalho.

9. REFERÊNCIAS

- Altair Engineering, Inc., 2008, "Arquivo de ajuda do RADIOSS, MotionSolve, and OptiStruct". [Documento HTM] Troy, EUA.
- Bannantine, J.A., Comer, J.J. e Handrock, J.L., 1990, "Fundamentals of metal fatigue analysis", Prentice-Hall, Englewood Cliffs, EUA.
- Bastow, D. e Howard, G., 1993, "Car Suspension and Handling", Pentech Press Limited, Londres, Inglaterra, 1993.
- BETA CAE Systems S.A. 2008. Modelo de elementos finitos do tutorial do ANSA(R) 12.1.3. Tutorial 3-Solid_mesh. Epanomi, Grécia : s.n., 2008.
- Bosh, R., 2005, "Manual de Tecnologia Automotiva", Edgard Blucher, 2005.
- Gillespie, T.D., 1993, "Fundamentals of vehicle dynamics", SAE International, EUA.
- NIST. 2008. National Institute of Standards and Technology. [Online] Governo dos Estados Unidos. <<http://ts.nist.gov/standards/iges/>>.
- The car bible, 2009, "The suspension bible". <http://www.carbibles.com/suspension_bible.html>.
- Shames, I.H. e Dym, C.L., 2006, "Energy and finite element methods in structural mechanics", New Age International, New Dehli, Índia.
- Zoroufi, M. e Fatemi, A., 2006, "Experimental durability assessment and life prediction of vehicles suspension componentes: a case study of steering knuckles", Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers - Part D: Journal of Automobile Engineering, Vol. 220, pp. 1565-1579.

FINITE ELEMENT ANALYSIS OF AUTOMOTIVE STEERING KNUCKLE UNDER CYCLIC LOAD

Marcos Vicente de Carvalho, mavikka10@gmail.com¹
Marco Túlio C. Faria, mtfaria@demec.ufmg.br¹

¹ Federal University of Minas Gerais, Department of Mechanical Engineering, Rotordynamics Group, Antônio Carlos Avenue, 6627 – Pampulha - Belo Horizonte – MG – CEP 31270-901.

Abstract: The growth of the automotive industry relies heavily on the development of accurate computational procedures for analysis of mechanical component behavior and efficiency. The design of industrial products that meet the requirements of durability, strength, reliability, safety, low cost and low weight has been the driving force of the technological advances on the ground transportation automotive vehicles. A subsystem of vital importance in vehicle design is the car suspension, which must not only provide optimal steering conditions but also render adequate ground car adherence and reduce vibration transmissibility. The car suspension components are naturally subjected to fluctuating loads, requiring the development of reliable and accurate procedures capable of predicting the car life under severe dynamic conditions. This work deals with a fatigue analysis of steering knuckles of McPherson suspension by using commercial finite element packages. The main objective of the finite element analysis presented in this work is to estimate the fatigue life of steering knuckles commonly used in commercial car suspensions. The steering knuckles are the core of the McPherson car suspension, because they practically connect all suspension components and bear the roller bearings of the vehicle axles. Based on the fatigue stress-life approach, a finite element stress analysis of steering knuckles is performed to estimate their critical stress regions. The stress analysis of knuckles is performed for components manufactured of different materials and for evaluation of some preliminary geometric changes capable of improving the knuckle mechanical strength.

Keywords: *vehicle dynamics; fatigue; steering knuckle.*