

Desenvolvimento de Força de Amortecedores Através da Análise de Conforto.

Eng. Claudio Alvarenga

COFAP - Cia Fabricadora de Peças - Divisão de Amortecedores
Engenharia de Desenvolvimento do Produto

RESUMO

O uso da análise de conforto de acordo com a norma ISO 2631, permite obter valores numéricos para a sensação de conforto do indivíduo, ao invés das avaliações subjetivas usadas normalmente. Desta forma, estamos desenvolvendo o uso de acelerômetros, gravadores e analisadores de espectro para a análise de vibrações, e em particular para a análise de conforto. Através desta técnica estamos conseguindo resultados bastante satisfatórios para a definição de amortecedores em novos veículos e também para a atualização de veículos já em produção.

1 Introdução

Para escolher o amortecedor ideal para um veículo, testam-se vários tipos, com forças diferentes em trechos de pistas conhecidos e constantes. Com isso, obtemos um amortecedor que apresenta as condições ideais de segurança e conforto. A subjetividade desta escolha pode ocasionar opiniões diferentes ou deixar margem à dúvidas.

Para evitar estes problemas, passamos a usar a norma ISO 2631, que fornece valores numéricos para a sensação de conforto dada por um determinado veículo.

Procuraremos apresentar agora algumas noções sobre os amortecedores e passaremos então para o detalhamento de nosso trabalho de análise de conforto.

2 Amortecedores

O que é amortecedor ?

O amortecedor é o elemento de ligação em conjunto com a mola, entre a massa não suspensa e a massa suspensa nos veículos automotores.

A massa suspensa é basicamente constituída pelo chassi e carroceria e a massa não suspensa os eixos e as rodas. (ver fig. 1)

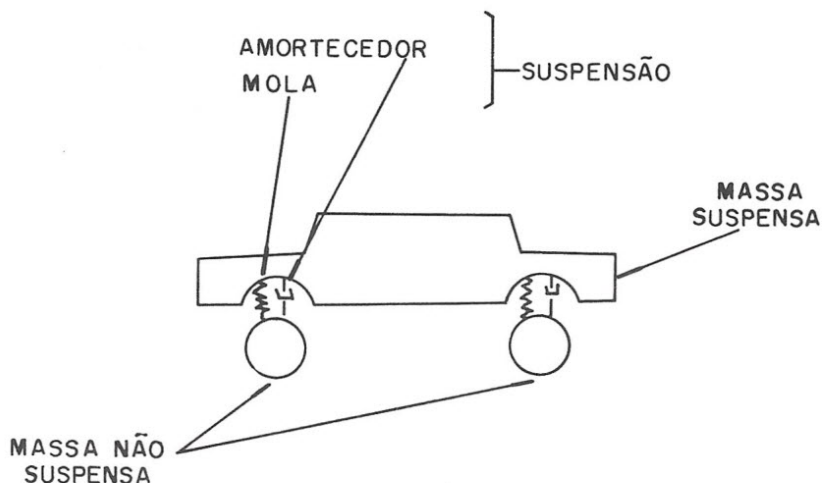


Figura 1: Modelo do Veículo

É constituído de dois tubos e uma haste com acionamento telescópico, e preenchido internamente de óleo especial.

Qual a função dos amortecedores ?

Um veículo sem os amortecedores ficaria incontrolável a medida que se movimentasse, pois as molas não dissipam energia suficiente e assim sendo, em função das excitações do piso o veículo não pararia de oscilar, e as rodas perderiam o contato com o solo continuamente.

A função do amortecedor é absorver parte da energia descarregada nas molas, de maneira a manter o veículo controlado (oscilando menos) e garantindo o contato das rodas com o solo, garantindo assim a segurança dos passageiros.

Além dessa função principal, o amortecedor assim como a mola, também é responsável pelo conforto do veículo, pois as suas válvulas internas podem ser calibradas da melhor maneira possível, em função dos tipos de piso e das características do veículo que se encontra, obtendo o melhor compromisso conforto/segurança.

3 Medição de Conforto

Em uma avaliação de conforto, temos que ter em mente, qual o objetivo da medição, pois temos três tipos de limites de exposição às vibrações que são: Limite de redução de conforto, Limite de fadiga - redução de eficiência e Limite de exposição (saúde ou segurança). Esses critérios devem ser usados em função da utilização do veículo.

A faixa de frequência a que nos atermos é de 1 a 80 Hz. Alguns cuidados básicos deverão ser tomados para se evitar erros de medição, como utilizar trechos bastante representativos de pistas e sempre fazer as comparações no mesmo trecho, utilizar uma almofada semi-rígida entre o assento e o passageiro, de maneira a captar todas as excitações a que este está sujeito, e procurar manter sempre o mesmo padrão para o passageiro (peso).

As medições são feitas sempre em três eixos ortogonais definidos, como na figura 2.

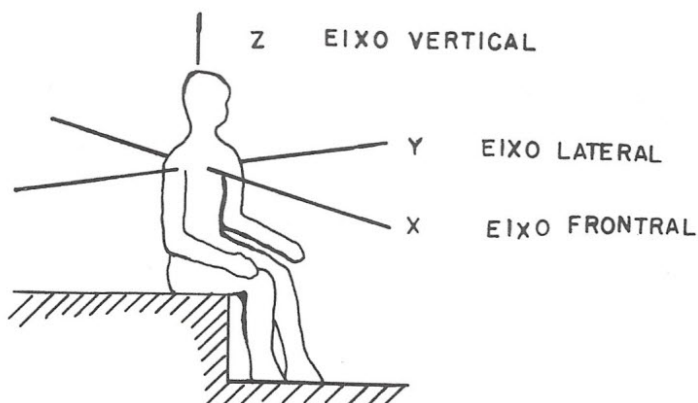


Figura 2: Sistema de Eixos de Medição

Para isso utilizamos três acelerômetros dispostos um em cada eixo, como na figura 3.

Estes acelerômetros são colocados dentro de uma base composta por poliuretano expandido e compensado de madeira, formando um assento semi-rígido. (ver fig. 4)

Essa almofada é conectada a um sistema de amplificadores e a um gravador,

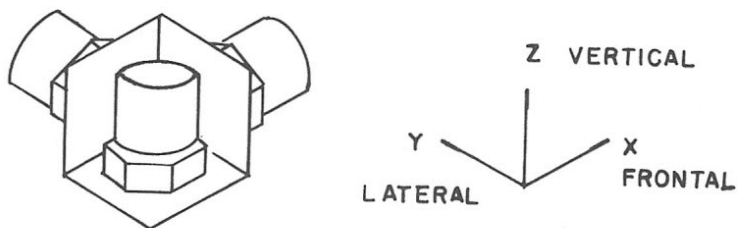


Figura 3: Base com Acelerômetros

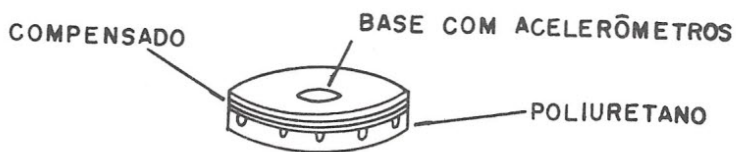


Figura 4: Assento Semi-Rígido

onde após as devidas calibrações são armazenados os dados em fita magnética, conforme a figura 5.

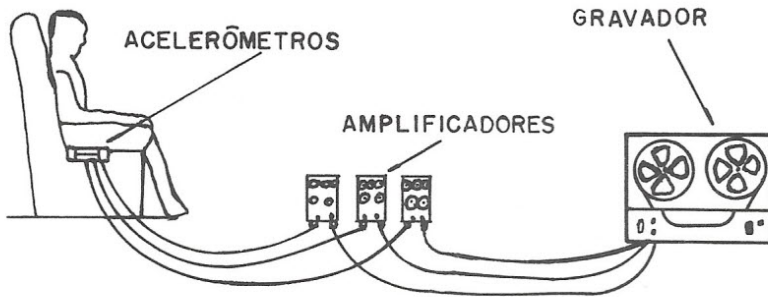


Figura 5: Esquema de Montagem Utilizado

Após a realização das medições a fita é levada ao laboratório e analisada em um analisador de espectro. (ver figura 6)

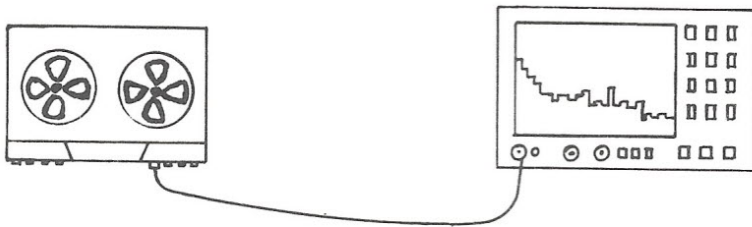


Figura 6: Gravador e Analisador

Os resultados obtidos são comparados com os gráficos dados norma. (ver figura 7 e 8)

Quando comparamos as amplitudes obtidas do sinal de aceleração para toda a faixa de frequência de interesse, teremos um valor crítico de horas por dia que uma pessoa pode permanecer neste veículo sem se sentir desconfortável, fatigado ou ter problemas de saúde, de acordo com critério utilizado.

O valor crítico é aquele que dá o menor tempo nos 03 eixos.

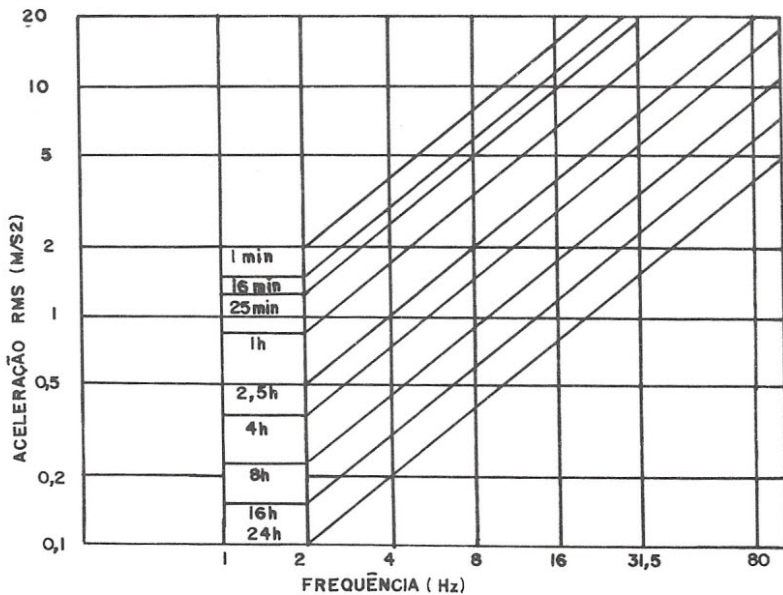


Figura 7: Limites de Aceleração no Eixo X e Eixo Y da Norma ISO 2631

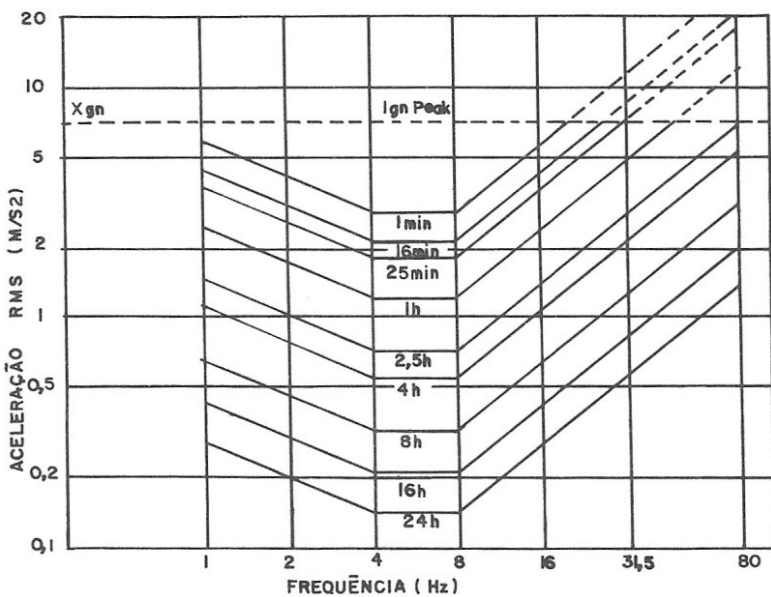


Figura 8: Limites de Aceleração no Eixo Z da Norma ISO 2631

4 Aplicação

4.1 Avaliação de Conforto da Cabine de Caminhões

Nesta medição procuramos analisar várias propostas de suspensão, tanto para o veículo quanto para a cabine. Vamos medir tanto no banco do passageiro quanto no do motorista, que tem um amortecimento extra.

Os dados obtidos nesta medição, serão usados para escolher o melhor conjunto de suspensão para o caminhão. (ver figura 9)

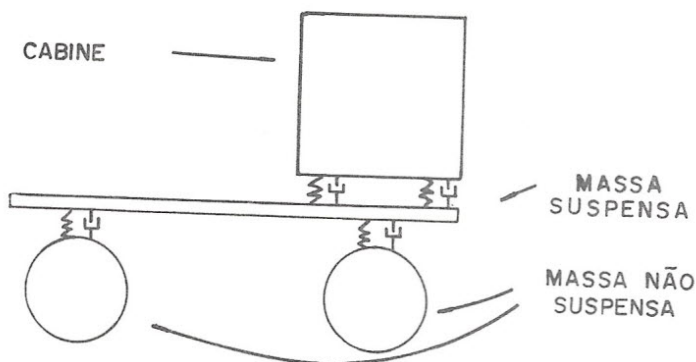


Figura 9: Modelo do Caminhão

Vejamos os resultados obtidos através de comparação gráfica das acelerações encontradas em cada proposta e dos limites de aceleração dados na norma.

Foi utilizado o limite de fadiga, pois o caminhão é um veículo de trabalho.

Podemos observar que o melhor resultado foi obtido na versão com a cabine e a suspensão traseira modificadas, onde o motorista suporta 8 horas/dia e o passageiro suporta 5 horas/dia pela norma de fadiga.

4.2 Medição Comparativa de Vibração Lateral em Ônibus

Neste caso específico ao invés de colocarmos um acelerômetro triaxial no assento, colocamos apenas um acelerômetro no eixo Y no teto do ônibus, que é a posição mais sensível para o problema de vibração lateral que desejamos medir. (ver figura 10)

PROPOSTA	MOTORISTA (Hora/Dia)			PASSAGEIRO (Hora/Dia)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
Cabine Normal e Suspensão Normal	6	24	8	6	24	3
Cabine Nor. e Susp. Traseira Modificada	8	24	7	6	24	5
Cabine Modificada e Suspensão Traseira Modificada	8	24	8	8	24	5

Tabela 1: Análise das Propostas

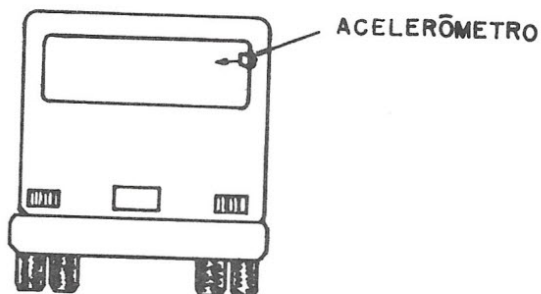


Figura 10: Ônibus Instrumentado

Usamos a norma de conforto apenas para ter uma idéia do que está acontecendo, mas é necessário observar que os valores obtidos serão piores do que o normal, pois a medição não foi feita no banco.

Colocamos o acelerômetro no teto apenas para ter maior sensibilidade e foi colocado apenas no eixo Y, porque este era o único eixo que estava ocasionando problemas.

Vejam os resultados obtidos para os 02 amortecedores:

PROPOSTAS	EIXO Y
Amortecedor Normal	25 Min. / dia
Amortecedor Proposto	5 Horas / dia

Tabela 2: Análise das Propostas

Vemos que tivemos um grande ganho, pois o amortecedor normal apresentava uma vibração suportável por apenas 25 min. por dia, enquanto que o amortecedor proposto era suportável por 5 horas por dia (estes valores devem ser usados apenas para comparação).

5 Comentários

Neste tempo que temos usado a norma de conforto (5 anos) verificamos que demorávamos muito tempo para obter os resultados, já que precisávamos fazer a medição, a análise, a comparação gráfica e então o relatório.

Para conseguirmos atender nossos clientes mais rapidamente desenvolvemos uma sistema computadorizado que permite reduzir muito o tempo necessário para este trabalho.

Este sistema é ligado aos amplificadores de sinal e faz a análise em campo, fornecendo praticamente em tempo real o valor em horas da análise de conforto. (ver figura 11)

O computador armazena os dados obtidos para a geração do relatório em laboratório.

Podemos ver na figura 12 um gráfico de análise de conforto realizado neste sistema.

6 Conclusões

O desenvolvimento de forças de amortecedores está sendo feito através da análise de várias propostas com forças diferentes, visando-se obter o melhor compromisso entre a segurança e o conforto do veículo.

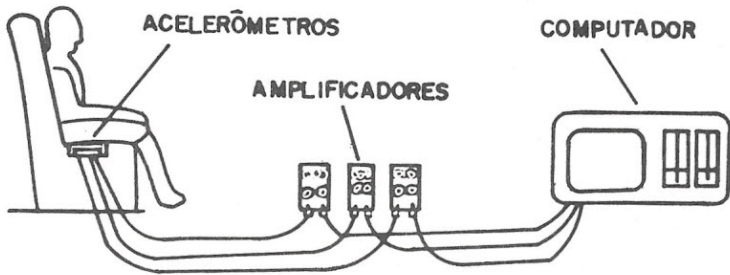
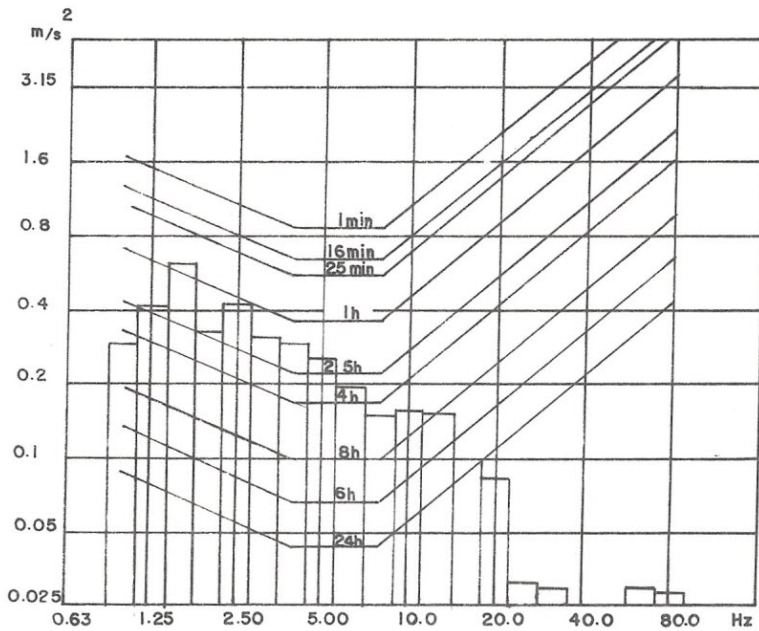


Figura 11: Esquema de Montagem Utilizado

ANÁLISE DE CONFORTO



LIMITE TEMPO: 50 minutos

Figura 12: Relatório de Análise de Conforto Feito pelo Computador

Estamos usando os conceitos da norma de conforto há mais de 5 anos, e verificamos que os valores obtidos estão condizentes com a realidade e o nosso objetivo de obter valores numéricos para avaliações de conforto foi alcançado.

Estamos procurando nos aprimorar nesta técnica ainda mais, para podermos realizar todos os trabalhos que nos são solicitados de uma forma rápida e confortável.

7 Bibliografia

- [1] International Standard ISO 2631
Guide for the evaluation of human exposure to whole - body vibration -
Second edition - 1978.
 - [2] Gerges, Samir N.Y. - apostila do curso Intensivo sobre Processamento
e Análise de Sinais. Universidade Federal de Santa Catarina e Brüel &
Kjaer do Brasil - 1985.
 - [3] Bragatto, Luiz Antonio - apostila do curso de Vibrações Mecânicas, pro-
cedimentos de Registro e Análise - Cepstrum Engenharia - 1988.
 - [4] Apostila do Curso de Avaliação da Exposição e Vibração Instituto
Brasileiro de Gerência de Riscos.
-

Na Próxima Edição da Revista:

O Poder da Energia Sônica nas Aplicações Industriais.

É cada vez mais freqüente a utilização do som em processos industriais, especialmente em sistemas automáticos de limpeza.

A procura de novas tecnologias que eliminem ou diminuam o tempo de parada para manutenção de equipamentos, e que melhorem a performance dos processos por manter superfícies mais limpas estão fazendo surgir e se desenvolver rapidamente a aplicação do som de baixa freqüência entre 20 Hz a 230 Hz em níveis de 145 dB em várias utilizações tais como: limpeza de curvas de tubulação industrial, incluindo centrais de lavagem de poeiras, silos de leite em pó, etc. Tem também freqüente aplicação na limpeza das pás dos exaustores de gás de caldeiras das fábricas de cimento e outros.