

LABORATÓRIO DE VIBRAÇÕES



Docto. n.º TVI005 Rev. 2.0

Este documento contém 12 páginas e só pode ser reproduzido com autorização formal prévia do IBEC.

1. INTRODUÇÃO

Uma das áreas mais importantes da engenharia moderna consiste na análise e revisão do comportamento dinâmico de sistemas físicos. Através de simulações destes comportamentos, é possível determinar os seus pontos frágeis. Muitas vezes, apenas pequenas alterações no projeto podem tornar o produto mais resistente e conseqüente mais confiável.

1.1. Finalidade dos ensaios de vibração

Dentro dos diversos ensaios realizados na área de vibração imaginemos a seguinte situação:

Uma empresa decide desenvolver um novo sistema de embalagem, para tanto será necessário uma integração entre as áreas de Marketing, que tem como objetivo diferenciar produtos para aumentar as vendas, e a Técnica, que busca embalagens eficientes no desempenho de suas funções na cadeia logística. Neste caso um dos pontos de mais importância para a área técnica torna-se a proteção, que deve garantir a qualidade do produto até a sua utilização, sendo necessárias embalagens com resistência mecânica adequada, acolchoamento entre outros. Mas apesar de todo este processo como garantir que os equipamentos cheguem ao seu destino como partiram de sua origem?

A verificação da eficácia de uma embalagem pode ser garantida através da simulação de transporte em laboratório (mesa de vibração) que auxiliam na identificação de avarias no produto e embalagem, indicando as causas prováveis, através de diversos parâmetros adotados que refletem os esforços nos diversos graus de severidade existentes no transporte.

2. EXECUÇÃO DOS ENSAIOS DE VIBRAÇÃO

Para realização dos ensaios de vibração, o equipamento, na maioria dos casos, não é testado em funcionamento. A situação de funcionamento poderá ocorrer dependendo do tipo de ensaio de vibração realizado.

Basicamente a montagem consiste em fixar o equipamento sobre uma mesa vibratória que o “excitará”. A fixação, dependendo do tipo de ensaio e produto, poderá ser realizada diretamente através de barras laterais, “unhas” ou de forma indireta, onde o fabricante fornece um dispositivo de fixação sobre o qual a amostra é posicionada e este é fixado através de parafusos a mesa vibratória.

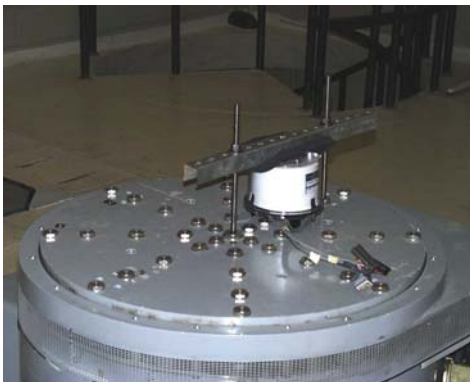


Foto 1– Fixação direta (barras laterais)

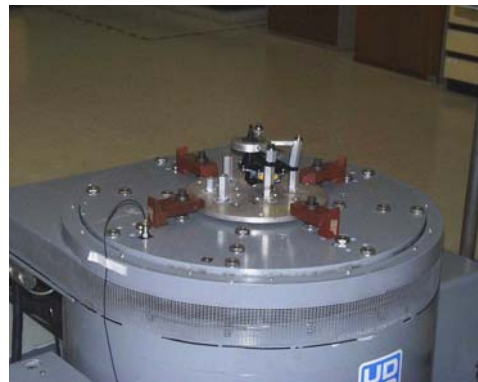


Foto 2– Fixação Indireta (dispositivo de fixação) – Auxílio de “unhas” laterais

A aquisição da medida dá-se através do uso de um acelerômetro, o qual consiste em um transdutor de vibração para sinal elétrico através do qual, gera-se o gráfico das acelerações (em função da frequência) presentes no equipamento.

3. CAPACIDADE IBEC

O Laboratório de Vibração do IBEC é capaz de suprir as necessidades tecnológicas atuais, através dos mais modernos equipamentos disponíveis no mercado. Os padrões de nosso laboratório estão rastreados ao INMETRO. Possuímos uma mesa hidráulica Lansmont e duas mesas eletrodinâmicas (Unholtz Dickie e Bruel & Kjaer), permitindo a aplicação de níveis de vibração exigidos pelas principais normas nacionais e internacionais de excitação senoidal e aleatória.

3.1. Sistema Unholtz Dickie

O Sistema Unholtz Dickie (UD) constitui-se de uma mesa vibratória, controladores e amplificadores de potência. A mesa vibratória eletrodinâmica UD realiza ensaios nos eixos *X*, *Y* (horizontal) e *Z* (vertical), na faixa de frequência de 5 Hz até 2000 Hz, podendo alcançar uma aceleração de até 21G. O Sistema UD realiza todos os tipos de ensaios de vibração oferecidos pelo IBEC em equipamentos com massa de no máximo 1200 kg.

Característica	Dimensões da mesa	Eixos de excitação	Faixa de frequência	Deslocamento máximo	Aceleração máxima	Capacidade de carga
Eletrodinâmica	90 x 90 cm	<i>X</i> – <i>Y</i> – <i>Z</i>	5 a 2000 Hz	25,4 mm _{p-p}	21G (sem carga)	1200 kg

Tabela 1 – Especificações do Sistema Unholtz Dickie



Foto 3 – Sistema de Vibração Unholtz Dickie – Configuração vertical (*Z*)

3.2. Sistema Lansmont

O Sistema Lansmont constitui-se de uma mesa vibratória, controladores e sistema de bombeamento de óleo. A mesa vibratória hidráulica Lansmont realiza ensaios apenas no eixo Z (vertical), na faixa de frequência de 0,5 Hz até 500 Hz, tendo uma aceleração máxima de 10G. O Sistema Lansmont suporta uma carga de até 2700 kg, porém não realiza ensaios de choque.

Característica	Dimensões da mesa	Eixos de excitação	Faixa de frequência	Deslocamento máximo	Aceleração máxima	Capacidade de carga
Hidráulica	110 x 200 cm	Z	0,5 a 500 Hz	60,0 mm _{p-p}	10G (sem carga)	2700 kg

Tabela 2 – Especificações do Sistema Lansmont

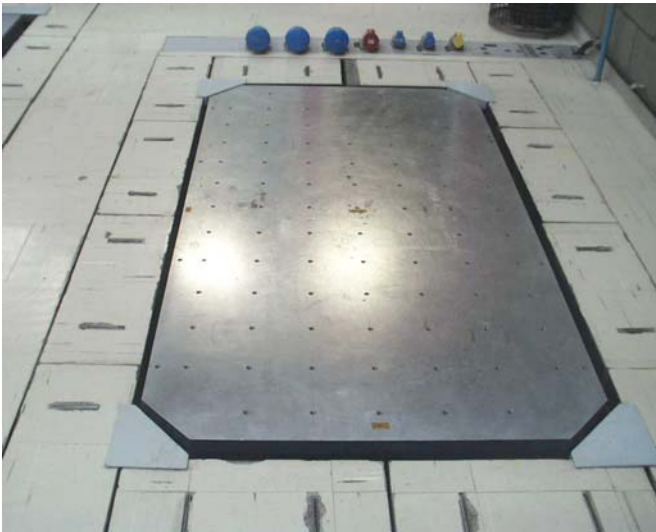


Foto 4 – Vista superior do Shaker Lansmont



Foto 5 – Vista inferior do Shaker Lansmont

3.3. Sistema Bruel & Kjaer (B&K)

O Sistema Bruel & Kjaer constitui-se de uma mesa vibratória, controladores e amplificadores de potência. A mesa vibratória eletrodinâmica B&K realiza ensaios nos eixos X, Y (horizontal) e Z (vertical), na faixa de frequência de 5 Hz até 10000 Hz, podendo alcançar uma aceleração de até 80G. O Sistema B&K realiza apenas ensaios de vibração senoidal em equipamentos de pequeno e médio porte.

Característica	Dimensões da mesa	Eixos de excitação	Faixa de frequência	Deslocamento máximo	Aceleração máxima
Eletrodinâmica	30 x 30 cm	X – Y – Z	2 a 10000 Hz	25,4 mm _{p-p}	80 G (sem carga)

Tabela 3 – Especificações do Sistema Bruel & Kjaer



Foto 6 – Sistema Bruel & Kjaer

3.4. Analisador de sinais Hewlett Packard (HP)

O Analisador de Sinais HP possui 8 canais de aquisição de dados que permitem fazer um monitoramento de até 8 pontos distintos em um equipamento durante o ensaio. A taxa de aquisição de dados do analisador de sinais HP é de 12 kHz. Os ensaios realizados com maior frequência no laboratório de vibração que utilizam o analisador de sinais HP são os ensaios de pesquisa de ressonância.

Modelo	Números de canais	Taxa de aquisição
HP 3566A	08	12 kHz

Tabela 4 – Especificações do Analisador de Sinais Hewlett Packard



Foto 7 – Analisador de Sinais Hewlett Packard

4. ENSAIOS OFERECIDOS

4.1. Ensaios de vibração senoidal

Ensaio caracterizado pela excitação por um sinal harmônico (senoidal), desenvolvido dentro de um intervalo específico de frequência, o qual é varrido continuamente a uma taxa de varredura específica que pode ser linear (hertz por segundo) ou logarítmica (oitavas por minuto). Quanto maior for a taxa de varredura, menor será o tempo de duração de uma varredura.

A amplitude do ensaio pode ser definida pela aceleração (g), pela velocidade (m/s) ou pelo deslocamento da mesa (mm). Em uma mesma curva de excitação pode haver aceleração, velocidade e deslocamento como critérios para especificação da amplitude.

A duração do ensaio pode ser definida através do número de varreduras a serem executadas, ou por um tempo pré determinado.

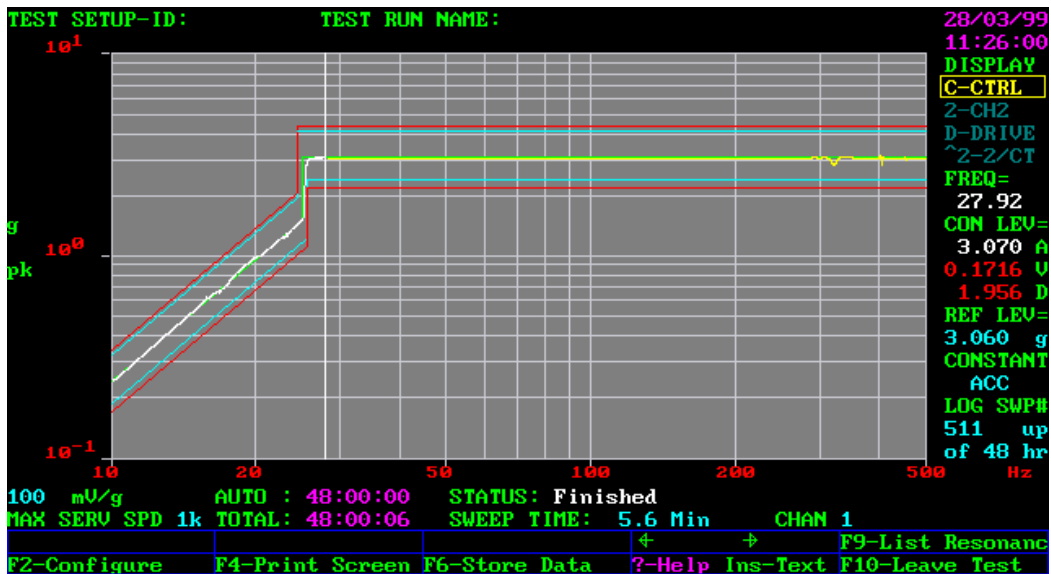


Gráfico 1 – Curva típica do ensaio de vibração senoidal

4.2. Ensaios de frequência discreta

O ensaio de frequência discreta é um ensaio caracterizado por uma excitação senoidal numa frequência específica, não havendo varredura. A amplitude do ensaio pode ser definida pela aceleração (g) ou pelo deslocamento da mesa (mm).

A duração do ensaio é definida através de um tempo pré determinado.

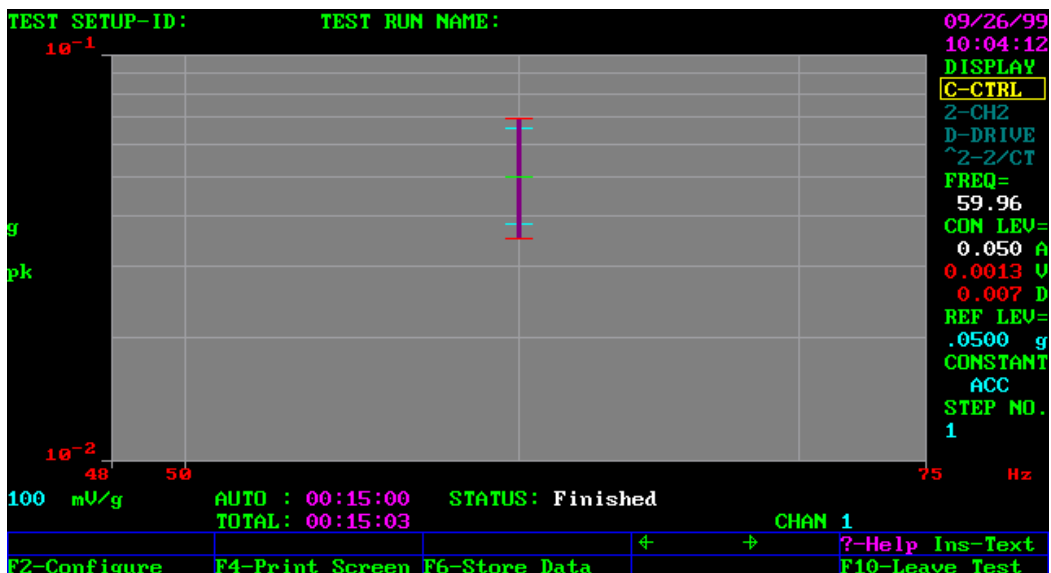


Gráfico 2 – Curva típica do ensaio de frequência discreta

4.3. Ensaios de vibração aleatória

O ensaio de vibração aleatória (randômica) têm uma excitação cuja aplicação é aleatória. Essa ensaio não têm velocidade de varredura pois o controlador escolhe aleatoriamente uma determinada freqüência com a sua respectiva aceleração. A amplitude para esse tipo de ensaio é definida através do nível de energia espectral (g^2/Hz).

A duração do ensaio é feita através de um tempo pré-determinado já que a aplicação da freqüência é aleatória.

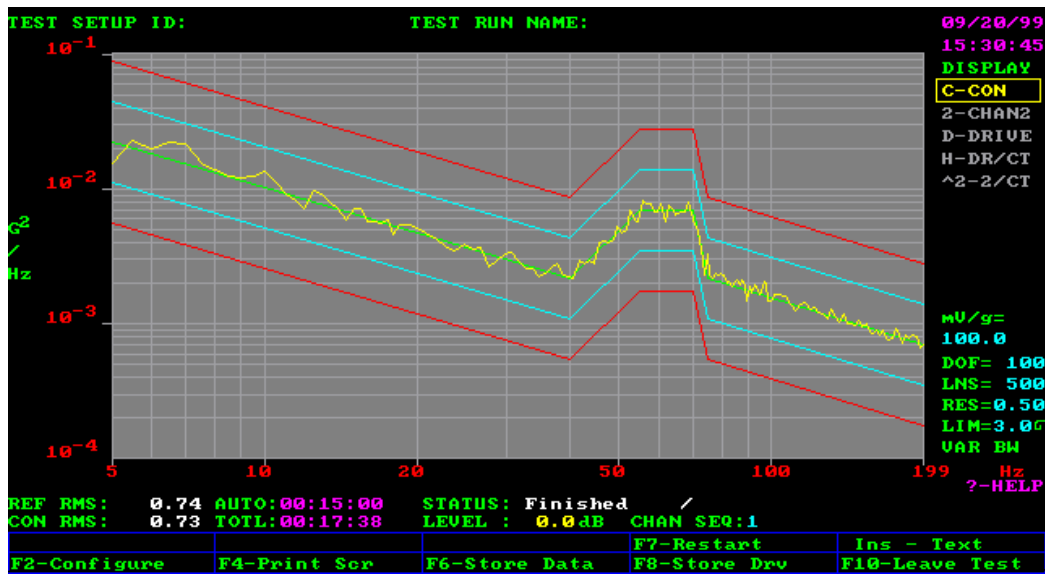


Gráfico 3 – Curva típica de ensaio de vibração aleatória

4.4. Ensaios de pesquisa de ressonância

O ensaio de pesquisa de ressonância tem as mesmas características do ensaio senoidal, porém é utilizado para descobrir a freqüência natural do equipamento sob ensaio. Os ensaios de pesquisa de ressonância se diferem dos ensaio senoidal em alguns pontos como, por exemplo, na taxa de varredura e na aceleração.

A taxa de varredura costuma ter valores baixos, pois com uma varredura lenta fica mais evidente e mais precisa qual é exatamente a freqüência de ressonância.

A aceleração também costuma ter valores baixos, já que para fazer a pesquisa de ressonância é necessário uma pequena excitação no equipamento para que ele entre na freqüência de ressonância.

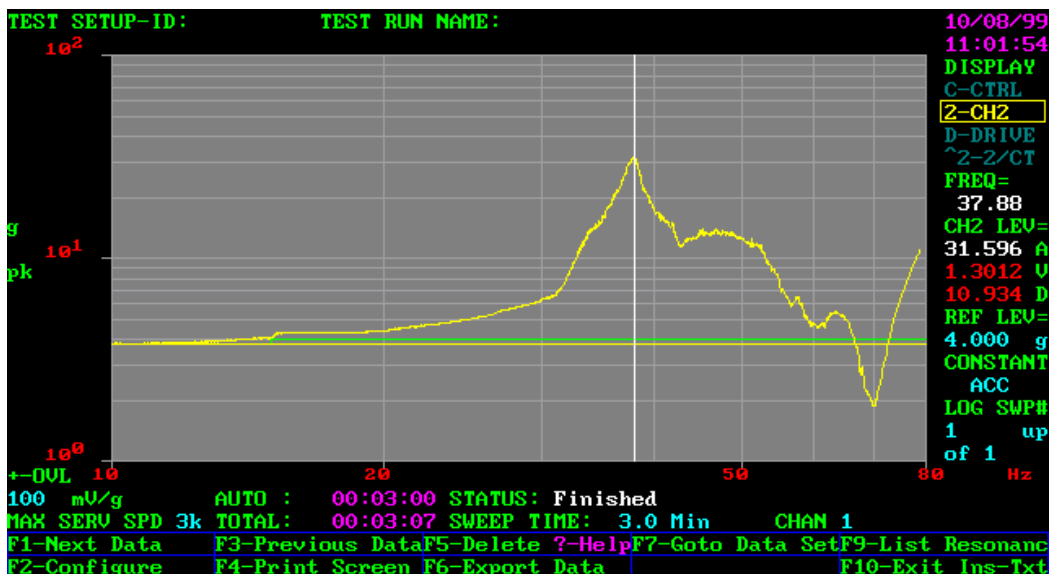


Gráfico 4 – Curva típica de ensaio de pesquisa de ressonância

4.5. Ensaios de choque

O ensaio de choque é caracterizado pela excitação de pulsos independentes separados por um intervalo de tempo que podem ter a forma de meio-seno, trapezoidal ou dente de serra.

A sua amplitude é definida pela aceleração e pela duração do pulso que é em milissegundos. Quanto maior for a duração do pulso, maior será a sua amplitude, porém, a aceleração não será alterada. O pulso pode ser positivo ou negativo. Se ele for positivo, o choque será para cima; já se o pulso for negativo, o choque será para baixo.

O ensaio de choque é usado para ensaios em equipamentos onde se visa observar encaixes e juntas, já que é um ensaio bem severo.

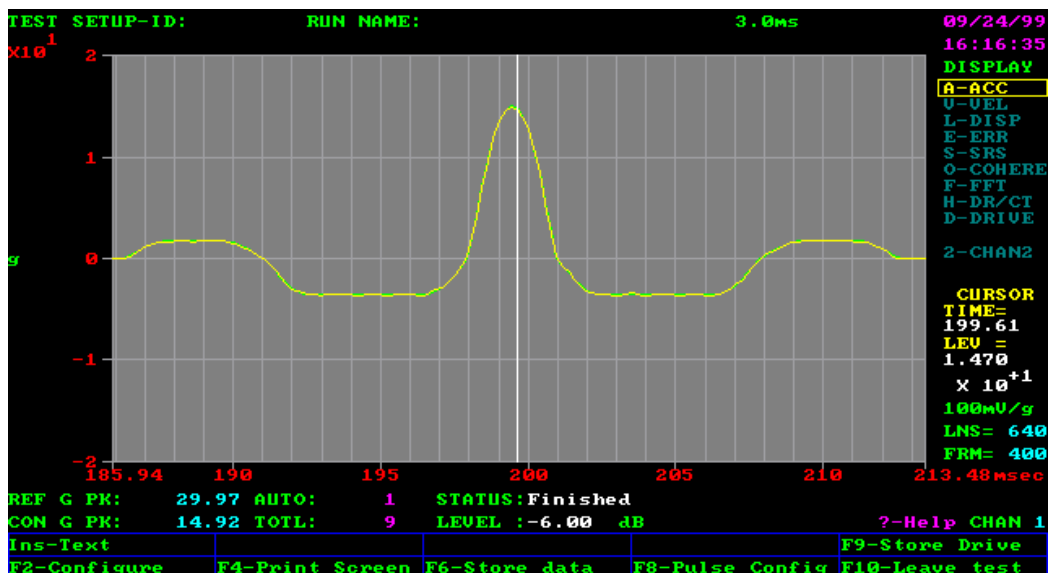


Gráfico 5 – Curva típica de ensaio de choque

4.6. Ensaios de queda livre

O ensaio de queda livre consiste em deixar que o equipamento embalado caia livremente em uma superfície plana livre de saliências e em alturas especificadas por normas. A altura varia de acordo com o peso do equipamento com a embalagem.

Este ensaio visa determinar se a embalagem do equipamento está projetada para suportar os choques da embalagem com corpos no meio externo.

4.7. Medições em campo

As medições em campo são feitas quando é necessário medir as vibrações no equipamento na sua condição real de uso para que posteriormente seja possível reproduzir essa condição em laboratório.

Nas medições em campo são geralmente utilizados um analisador de sinais, acelerômetros e cabos. Após feita as medições em campo, os dados obtidos são estudados e é desenvolvido dentre os ensaio acima um ensaio que simule em laboratório as condições presenciadas em campo.



Foto 8 – Setup realizado em ensaio em campo – Medições de vibração da suspensão de um veículo – Destaque para o acelerômetro de medida

5. APLICAÇÕES

5.1. Vibração funcional

Os ensaios de vibração funcional são ensaios que visam avaliar se o equipamento sob ensaio é capaz de continuar funcionando normalmente durante o teste.

O equipamento sob ensaio é montado na sua configuração normal de uso e enquanto opera suas funções normalmente, é excitado não podendo sofrer interferência na sua operação.

Como exemplo de equipamentos testados nesse ensaio tem-se: microcomputadores, impressoras, equipamentos lotéricos.

Os ensaios que podem ser utilizados para esse tipo de aplicação são os ensaios de vibração senoidal, de vibração aleatória e de choque.

5.2. Resistência mecânica

Os ensaios de resistência mecânica tem como objetivo determinar se o equipamento sob ensaio é capaz de resistir a esforços repetitivos durante longos períodos.

Nesse tipo de ensaio o objetivo não é ficar “vibrando” o equipamento até ele quebrar, mas sim fazer com que o equipamento suporte o tempo de ensaio sem sofrer nenhum tipo de dano na sua estrutura. Os esforços que o equipamento sofre nesse tipo de ensaio não são necessariamente num mesmo ponto, esses esforços podem distribuir-se no equipamento todo.

Como exemplo de equipamentos testados nesse ensaio tem-se: pedais de acelerador, ar condicionado, tampas de combustível.

Os ensaios que podem ser utilizados para esse tipo de aplicação são os ensaios de vibração senoidal, de vibração aleatória e de choque.

5.3. Resistência à ressonância

Nos ensaios de resistência à ressonância o equipamento sob ensaio é submetido a longos períodos de vibração na frequência de ressonância do equipamento.

O equipamento sob ensaio deve suportar o tempo de ensaio na frequência de ressonância sem sofrer danos estruturais como trincas, arranhões.

Como exemplo de equipamentos testados nesse ensaio tem-se: barras de direção.

O ensaio utilizado para esse tipo de aplicação é o ensaio de frequência discreta.

5.4. Simulação de transporte

Os ensaios de simulação de transporte são ensaios que simulam a condição real de transporte do equipamento. Essa simulação pode ser de transporte aéreo, marítimo ou rodoviário. Todos realizados com bases em normas nacionais e internacionais.

O ensaio pode ser realizado com o equipamento embalado ou desembalado. Durante o ensaio, o equipamento não pode sofrer nenhum tipo de dano estrutural. Caso o equipamento esteja embalado, a embalagem deve sofrer o mínimo de danos possíveis e deve também proteger a integridade do equipamento.

Como exemplo de equipamentos testados nesse ensaio tem-se: computadores, centrais telefônicas.

Os ensaios utilizados para esse tipo de aplicação são os ensaios de vibração senoidal e de vibração aleatória.

5.5. Reprodução de campo

Os ensaios de reprodução de campo são ensaios que reproduzem no laboratório as mesmas condições encontradas quando realizada as medições em campo.

Após realizado a medição em campo, a sua reprodução em laboratório é feita com base nos dados obtidos em campo. A vantagem de fazer a Reprodução de Campo em laboratório é que se pode ter uma visualização melhor das ocorrências e em alguns casos não é necessário ter um o conjunto completo de equipamentos, mas sim só o equipamento que deve ser ensaiado.

Como exemplo de equipamentos testados nesse ensaio tem-se: freios automotivos.

Os ensaios utilizados para esse tipo de aplicação são os ensaio de vibração senoidal, de vibração aleatória e choque.

5.6. Fadiga

Os ensaios de fadiga tem como objetivo determinar o quanto o equipamento sob ensaio é capaz de resistir a esforços repetitivos durante longos períodos. Existem também os ensaios de fadiga torcional e de fadiga flexional. São ensaios severos que solicitam bastante o equipamento sob ensaio.

Nesse tipo de ensaio o equipamento é solicitado com a intenção de ficar vibrando até quebrar ou sofrer algum dano em sua estrutura que comprometa o seu funcionamento. Os esforços que o equipamento sofre nesse tipo de ensaio são esforços que se acumulam num mesmo ponto, fazendo com que esse ponto fique tensionado.

Em alguns ensaios de fadiga o equipamento pode não chegar a quebrar. Caso isso aconteça, o equipamento é considerado de vida infinita.

Como exemplo de equipamentos testados nesse ensaio tem-se: virabrequim.

O ensaio que pode ser utilizado para esse tipo de aplicação é o ensaio de vibração senoidal.

5.7. Resistência de embalagens

Os ensaios de resistência de embalagens são ensaios que visam avaliar a capacidade que a embalagem tem de absorver os impactos externos mantendo a integridade do equipamento.

Esse tipo de ensaio é geralmente realizado com a embalagem lacrada de fábrica, pois evita que o equipamento seja montado errado dentro da embalagem.

Como exemplo de equipamentos testados nesse ensaio tem-se: computadores, monitores.

O ensaio que pode ser utilizado para esse tipo de aplicação são os ensaios de vibração senoidal, de vibração aleatória e os ensaios de queda livre.

5.8. Impactos, Choques e Quedas

Os ensaios de impactos, choques e quedas são ensaios que visam avaliar encaixes, conexões, embalagem de equipamentos sensíveis a esses tipos perturbações.

Nos ensaio de impactos e choques os equipamentos sob ensaio são montados nas suas condições reais de uso podendo estar operando suas funções normalmente ou podendo não estar operando nenhuma função. Os choques são aplicados com um intervalo de tempo entre eles, sendo que no final dos choques o equipamento não pode ter sofrido nenhum tipo de dano estrutural.

No ensaio de queda livre os equipamentos são soltos a uma altura especificada por normas, sendo que após a queda o equipamento não pode ter sofrido nenhum tipo de danos estruturais como trincas, amassados, arranhões.

Como exemplo de equipamentos testados nesse ensaio tem-se: motores de limpador de pára-brisa, microcomputadores.

Os ensaios que podem ser utilizados para esse tipo de aplicação são os ensaios de choque e de queda livre.

* * * * * **FIM DO DOCUMENTO** * * * * *