

# 1 Introdução

Para a obtenção das características de um produto ou da sua resistência em condições adversas como forma de se determinar seu grau de conformidade em relação às normas aplicáveis, faz-se necessário a realização de ensaios específicos. Tais ensaios fornecem resultados experimentais que, posteriormente, serão comparados com resultados padrão para que se determine o grau de conformidade do produto.

O que foi descrito acima é conhecido como análise experimental ou, no contexto da Tecnologia Industrial Básica, denominado por Avaliação da Conformidade. Tal análise é importante qualquer que seja a fase em que se encontra o produto, seja no desenvolvimento do protótipo, do lote-piloto, do início da produção industrial, no produto acabado. Enfim, é uma forma de se garantir a “materialização” do que foi projetado.

No caso da engenharia veicular isto não poderia ser diferente. Quando se deseja determinar algumas características específicas em um veículo como, por exemplo: seu desempenho, consumo, velocidade máxima, distância de frenagem, entre outras, realiza-se uma análise experimental do mesmo.

Porém para se fazer esta análise experimental é necessário o conhecimento de sua dinâmica, ou seja, das forças que atuam sobre o veículo quando em deslocamento e seus pontos de aplicação, de forma que se possa saber o que será medido e em que local será medido. O conhecimento da dinâmica do veículo permite conhecer melhor cada ensaio que será realizado, garantindo a confiabilidade dos resultados obtidos. Isso é importante porque o veículo tem contato com o solo através dos pneus, que não são estruturas rígidas e sim deformáveis, que apresentam características próprias e a mudança dessas características pode alterar a dinâmica de todo o veículo como, por exemplo, a sua capacidade de fazer curvas, de aceleração, de frenagem, estabilidade, entre outras. Dessa forma os pneus são um componente da dinâmica de um determinado veículo.

Outro fato importante é lembrar que o veículo está ligado aos pneus através do sistema de suspensão, que também não é um sistema rígido mas composto por molas e amortecedores, o que garante o conforto para os passageiros do veículo e a estabilidade do mesmo quando em movimento. Observa-se que o conjunto pneus-suspensão é de importância vital para um veículo garantindo, acima de tudo, a segurança dos passageiros. Mais importante ainda é a sua influência numa análise experimental, pois, como já descrito, esse conjunto dita várias características dinâmicas do veículo. Em resumo, deve-se ter um bom conhecimento das dinâmicas longitudinal, vertical e lateral para se fazer uma análise experimental confiável.

Percebe-se que a análise experimental torna-se mais difícil quanto mais complexo for o veículo a ser testado, pois um veículo para uso urbano não possui os mesmos requisitos de desempenho de um veículo de competição, nem esses possuem os mesmos requisitos de uma viatura militar.

Uma forma de se realizar a coleta de dados em uma análise experimental é através de sistemas específicos para isso, compostos de transdutores e equipamentos de análise e processamento de dados, que convertem as respostas do veículo às solicitações impostas em sinais mais facilmente mensuráveis e interpretáveis, ou seja, é necessária a instrumentação do veículo.

Para se realizar uma análise consistente necessita-se, em princípio, saber quais serão os transdutores mais adequados a cada ensaio e para isso deve-se conhecer as características de cada tipo, como funcionam, para que são empregados, que tipo de sinal geram, quais condicionadores de sinal devem ser empregados em conjunto com os mesmos, entre outros quesitos.

Em seguida, deve-se saber onde tais transdutores serão instalados, garantindo, ao máximo, que eles sejam submetidos apenas à excitação que se deseja medir, eliminando-se os sinais espúrios. Deve-se também atentar para a forma de transmissão dos sinais do transdutor até o registrador, pois um cabeamento inadequado pode ser fonte de sinais espúrios que comprometem a qualidade do sinal do transdutor. E por fim deve-se ter um sistema de coleta e análise de dados que o faça de forma confiável.

O mais importante na análise experimental é a garantia do quão próximo do valor real é o valor obtido pelos instrumentos, para isso necessita-se ter instrumentos e processadores corretamente calibrados, segundo as normas e

padrões aplicáveis a cada um; que os transdutores e o cabeamento estejam corretamente montados e instalados, para não produzirem sinais espúrios, e saber qual a incerteza do valor medido, como uma forma de garantir a confiabilidade dos resultados obtidos diminuindo ao máximo a possibilidade de ocorrência de falso aceito e de falso rejeito.

O falso aceito é a probabilidade de o produto estar fora das tolerâncias estipuladas e ser declarado dentro de um determinado critério e o falso rejeito é a probabilidade de o produto estar dentro das tolerâncias estipuladas e ser declarado fora do referido critério pré-determinado. A garantia da confiabilidade dos resultados não está ligada apenas aos instrumentos e sim a todo o procedimento de medição. Segundo o Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e Gerais de Metrologia (2000), entende-se como procedimento de medição “o conjunto de operações, descritas especificamente, usadas na execução de medições particulares, de acordo com um dado método”. Tal conjunto de operações compreende desde a montagem e instalação do equipamento de medição, até a análise dos dados, envolvendo não só o equipamento mas o elemento humano que o opera.

Na verdade o que se deseja fazer não é só garantir a exatidão e confiabilidade dos resultados da medição, mas também de sua reprodutibilidade garantindo, assim, a qualidade de todo o processo de análise experimental. Um ponto importante a ser observado dentro desse processo é a análise da incerteza de medição, pois é dessa análise que se conhecerá a incerteza dos resultados obtidos e posteriormente declarados. O conhecimento da incerteza dos resultados nos mostra a capacidade do sistema de medição, pois se a incerteza do sistema for superior àquela desejada ou necessária a uma determinada medição será preciso usar de outro sistema.

Todo sistema de coleta de dados possui uma dinâmica própria, que é como o sistema responde às excitações externas. Na verdade, cada um dos componentes possui sua própria dinâmica que, em conjunto, geram a dinâmica do sistema. Muitas vezes antes de se realizar a análise experimental propriamente dita, realiza-se uma simulação, que utiliza como base o modelo dinâmico do sistema de coleta de dados, para se observar qual será o seu comportamento quando submetido às excitações externas e também em relação a sinais espúrios. Tal

observação é importante quando se deseja fazer uma análise metrológica do sistema.

A análise metrológica diz respeito a se conhecer como será a resposta de cada componente do sistema às excitações externas, determinar as suas respectivas incertezas e as suas influências na resposta final. As incertezas dos componentes podem ser amplificadas pelo próprio sistema resultando numa incerteza final extremamente elevada, ou seja, as incertezas também geram sinais espúrios.

A proposta para a realização desta Dissertação de Mestrado surgiu para atender uma necessidade do Campo de Provas da Marambaia (CPrM), que é uma unidade militar do Exército Brasileiro responsável pela realização da análise experimental em viaturas para emprego dentro Exército e prestando apoio, também, a organizações civis. Para a realização dessas análises experimentais ele possui vários equipamentos destinados a este fim, porém os mesmos, embora em funcionamento, necessitam de uma modernização, principalmente na parte de análise e processamento dos dados.

O intento deste trabalho é a “Avaliação da Conformidade de Veículos Terrestres” através da “Análise Metrológica e Modernização de um Sistema para Medição de Velocidade”. No contexto deste objetivo, esta dissertação estrutura-se em capítulos a saber:

O Capítulo 2 faz uma revisão da tecnologia dos transdutores ópticos empregada em ensaios veiculares, sua origem, seu funcionamento, sua utilização e quais equipamentos que os utilizam.

No Capítulo 3 são descritos os equipamentos existentes no CPrM, suas características e seus modos de funcionamento, incluindo um detalhamento dos transdutores, principalmente os ópticos, que são utilizados.

O Capítulo 4 resume os principais conceitos referentes à metrologia e à instrumentação, assim provendo uma base técnica para fundamentar os desenvolvimentos relacionados à avaliação metrológica proposta.

No Capítulo 5, núcleo central do trabalho, são estudados os veículos terrestres e sua a dinâmica, como forma de se compreender qual é o objeto da medição, ou seja, os parâmetros do veículo objeto da avaliação metrológica.

O Capítulo 6 dedica-se ao processo de modernização da instrumentação de ensaio veicular, a análise do sinal emitido pelo transdutor óptico, a escolha do

sistema de processamento de dados, a montagem do *software* com as ferramentas de processamento de dados, a validação do *software* e, principalmente, a análise metrológica dos dois sistemas de aquisição de dados, daquele anteriormente em uso e do novo sistema proposto que o substituirá no contexto do processo de modernização consolidado. O capítulo aborda, também, a expressão das incertezas associadas às medições realizadas bem como a calibração dos instrumentos. Completando o capítulo, analisa-se a viabilidade econômica da modernização em relação à aquisição de um novo sistema automatizado e integrado de medição.

O Capítulo 7 descreve a simulação computacional desenvolvida como meio de se prever os resultados de um determinado ensaio experimental e possíveis erros de medição decorrentes da presença de ruídos captados pelo sistema de medição.

O trabalho encerra-se com o capítulo das Conclusões e Recomendações, resumindo as contribuições do presente trabalho.

Os Apêndices I e II documentam resultados relacionados à análise de erros associados aos processos de medição e aquisição de dados empregados no desenvolvimento da presente pesquisa de mestrado.