



2ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil
22 a 26 de Outubro de 2012



ABORDAGEM CONCEITUAL DOS PRINCIPAIS PARÂMETROS DE TESTES RELATIVOS AO PRODUTO

Fabiana Camila Simon (FAHOR) fs000792@fahor.com.br

Valtair de Jesus Alves (FAHOR) valtair@fahor.com.br

Resumo

A área de teste representa um segmento em expansão na engenharia. Em virtude dos elevados custos de execução, os testes tendem a ser realizados por empresas de ponta que primam pela confiabilidade de seus produtos, por laboratórios especializados e por indústrias que necessitam conhecer a vida útil de seu produto. Apesar de ser bastante técnica, a área de testes apresenta-se subjetiva até o momento da definição dos parâmetros técnicos do teste a ser executado, em suma, o procedimento de teste. Com foco principal em testes, o presente artigo possui por objetivo principal o esclarecimento dos principais conceitos que abrangem testes diante da complexidade que os mesmos apresentam, utilizando-se da pesquisa bibliográfica como forma metodológica. Apontam-se como resultados a constatação de que a realização de procedimentos de teste é vital ao bom andamento do mesmo e à padronização de métodos, podendo utilizar-se da aplicação da ferramenta 5W2H para auxiliar seu desenvolvimento. Através dos testes, pode-se conhecer os modos de falha e os tipos de falha a que o produto está disposto para que estes resultados venham a auxiliar em projetos futuros de novos produtos.

Palavras-chave: Testes; Procedimento de teste; Confiabilidade, Modos de Falha.

1. Introdução

Neste artigo busca-se esclarecer os principais conceitos relativos à área de testes ao produto na engenharia através de pesquisa bibliográfica. A área de testes como um todo apresenta-se bastante ampla e com poucos métodos de teste padronizados. Isso por que as condições de teste possuem inúmeras variações, exceto testes que já possuem metodologia padronizada.

As indústrias investem continuamente em tecnologias e estudos a fim de garantir a confiabilidade de seus produtos. Uma das formas de se chegar à confiabilidade de um produto ou item é através de testes, ou seja, utilizando-se de testes de campo, testes simulados ou ainda testes de laboratório. Em geral, a confiabilidade é empregada para o conhecimento do comportamento do produto durante sua vida útil em situações rotineiras ou em alguns casos, atípicas a que o produto é disposto. A forma com que estes testes são conduzidos varia de acordo com as especificações do componente a ser



testado, o procedimento a ser utilizado e o critério de aceitação para validação do componente.

Os testes realizados em laboratório compreendem bancadas projetadas para simular condições reais de utilização destes produtos, constituindo-se de um método barato e eficiente quando comparado aos testes de campo, porém, desdenha um certo investimento em equipamentos e softwares para coleta de dados.

Em laboratório, os testes acelerados são comumente utilizados, pois permitem que dados sejam coletados em curtos espaços de tempo, havendo a possibilidade de manipulação de fatores como temperatura, lubrificação entre outros, a fim de se chegar à falha ou determinar seu comportamento.

2. Revisão da Literatura

Neste tópico serão abordados conceitos fundamentais de revisão bibliográfica a fim de apresentarmos alguns pontos necessários para o entendimento deste trabalho.

2.1 Testes na engenharia

Na definição da engenharia pode-se definir testes segundo Mialhe (1996) como sendo a simples verificação expedida referente a respostas a comandos, inspeções, etc.

De acordo com França (2007), a resolução de problemas de engenharia envolve dois métodos distintos, sendo eles o método teórico e o método experimental. O método experimental requer o uso de instrumentos e o conhecimento da forma mais adequada de sua aplicação e seus aparatos experimentais.

2.1.1. Procedimentos de teste

Mialhe (1996) introduz que em procedimentos a base do processo de escolha para a tomada de decisão é formada principalmente pelas medidas, as quais devem possibilitar avaliações comparativas consistentes. Estas medidas, segundo o mesmo, devem ser obtidas de forma padronizada, através de procedimentos, caso contrário, o processo de obtenção e repasse de informações ficará defeituoso, comprometendo até mesmo a confiabilidade.

De acordo com Mialhe (1996), são várias as fontes supridoras de dados para a tomada de decisão, dentre elas: ensaios; levantamento; e registros. O suprimento através de ensaios acontece de três formas:

- Ensaios de Laboratório: conduzidos sob pequenas amostras de componentes, seja de uma máquina ou de amostra única;



- Ensaios simulados: executados em bancadas ou instalações que reproduzem efeitos que ocorrem em condições reais, ou seja, ensaios de durabilidade, ensaios sob carga cíclica, etc.; e
- Ensaios de campo: ao contrário dos demais testes, no ensaio de campo a máquina toda é submetida á condições reais de operação. Neste caso é fundamental que exista uma perfeita caracterização das condições onde as mensurações foram realizadas.

Lida (2005) afirma que os experimentos de campo são efetuados a fim de verificar o comportamento do projeto em condições reais de uso. Já os experimentos de laboratório tendem a representar situações ou eventos muito próximos da realidade. A Figura 1 apresenta as formas possíveis de obtenção das medidas necessárias.

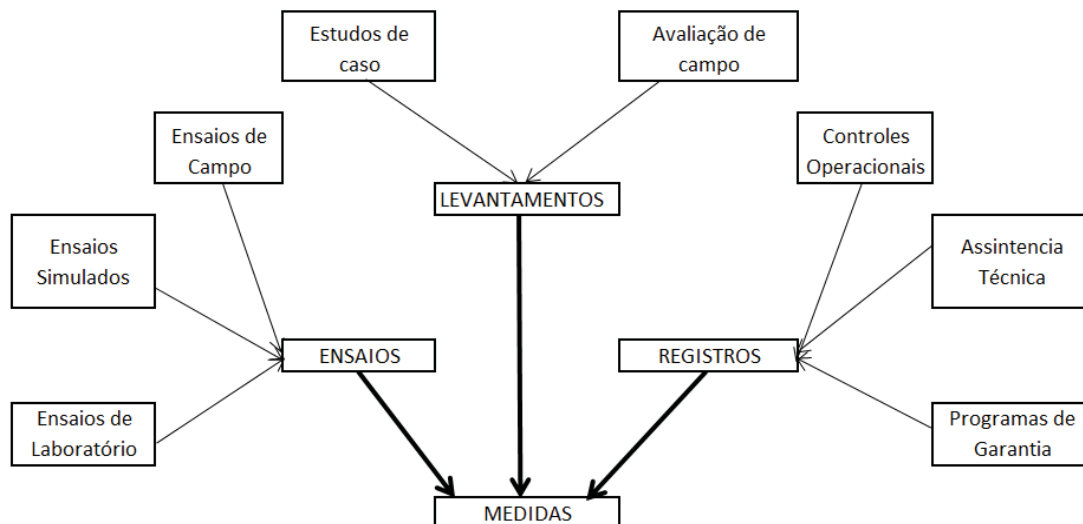


Figura 1- Meios usados para aquisição de dados. Fonte: Adaptado de Mialhe (1996)

2.2 Ensaios

Mialhe (1996) apresenta que o ensaio é a parte da avaliação que trata da mensuração de grandezas do comportamento de determinado espécime, para a obtenção de certos tipos de dados. No caso de um ensaio oficial, a caracterização do comportamento do espécime deve apresentar três tipos de confrontos, os quais:

- Comparação de desempenho sob várias condições especificadas pelo fabricante;
- Comparação com outros espécimes similares;
- Comparação com um conjunto de dados tomados como padrão.

Mialhe (1996) apresenta que a partir dos resultados obtidos no ensaio,



eles são organizados em um relatório, tomando como básicos os seguintes princípios do ensaio:

- Especificidade;
- Comparabilidade;
- Reprodutibilidade;
- Confiabilidade.

De acordo com Mialhe (1996) um método de ensaio estabelece um conjunto de fatores que se possibilite a avaliação de aspectos particularizados do comportamento do componente. Esta caracterização constitui três modalidades distintas de condições de ensaios, dentre elas a artificial ou laboratorial, Controlada e determinada.

2.2.1. Ensaio acelerados

Segundo Pinto (2004) a maneira mais eficaz e rápida para se obter informações a respeito da distribuição de vida de materiais ou produtos acontece através dos testes de vida acelerados, onde ainda é possível prever a sua confiabilidade. Testes acelerados acontecem através do ensaio de espécimes ou amostras sob condições severas, que falham mais rapidamente quando comparados às condições normais.

Skromme apud Mialhe (1996) afirma que os ensaios acelerados possuem por finalidade a redução do tempo e custos dos ensaios.

De acordo com Mialhe (1996), a utilização de ensaios acelerados de durabilidade de componentes resulta em produtos de melhor qualidade em comparação aos ensaios de campo. Todavia, a efetividade destes ensaios depende do estabelecimento de confiáveis correlações entre os resultados obtidos e os dados coletados em campo.

2.3 Confiabilidade

De acordo com Mialhe (1996), confiabilidade é o princípio que determina a conveniência das atividades relacionadas ao ensaio, estarem sob a responsabilidade de uma entidade, cuja missão é a realização de ensaios, comumente conhecida como “Centro de Ensaio” ou “Laboratório de Ensaio”.

Moura (2006) comenta que a escassez dos dados é uma característica da confiabilidade. Desta forma, os métodos que avaliam a confiabilidade envolvem a análise de falhas de um produto em suas condições de uso.

De acordo com Lopes (2001), a função da confiabilidade é uma importante função probabilística utilizada para estudos que envolvam durabilidade. O'Connor (2002) afirma que o conceito de confiabilidade significa qualquer tentativa de quantificação que envolve o uso de métodos estatísticos.



Camargo (2007) complementa que a confiabilidade é questionada em produtos pelos consumidores, o que faz com que as empresas se preocupem com o assunto.

2.3.1. Estimadores paramétricos

Lopes (2011) define estimadores paramétricos como sendo outra técnica de análise de dados de durabilidade que requer a especificação de uma distribuição de probabilidade em função do tempo de falha, principalmente quando houver a não linearidade da taxa de falha de certo componente. Ou seja, Borges apud Lopes (2011) define estimadores paramétricos como sendo estas distribuições de probabilidade. Segundo o mesmo autor, estas distribuições podem ser de quatro formas, dentre elas distribuição exponencial, log-normal, Weibull e Gamma.

2.3.2. Confiabilidade no desenvolvimento de produtos

Ribeiro apud Lopes (2001) define confiabilidade como sendo a probabilidade de um produto em desempenhar sua função, através da especificação de tempo e sob condições específicas, ou ainda, pode ser definido como a probabilidade que um componente ou sistema apresenta de não chegar á falha durante sua vida útil.

Para Richter e Lopes (2004), a engenharia da confiabilidade pode ser considerada como sendo um sub-processo ao processo de desenvolvimento de produtos, determinando atividades relativas á confiabilidade em diversas etapas do desenvolvimento de produtos.

Richter e Lopes (2004) acrescentam que a confiabilidade encontra-se desde a etapa preliminar de estipulação das metas de confiabilidade até o início da produção. Encontra-se também na fase de planejamento do programa, estabelecendo as metas de confiabilidade pertinentes aos novos produto, onde o novo produto deverá espelhar-se em termos de qualidade e confiabilidade determinados. Os dados de confiabilidade, segundo o mesmo autor, podem ser expressos também em percentual de falhas. Já a segunda fase da abordagem ocorre durante o desenvolvimento de produtos.

Richter e Lopes (2004) complementam que a confiabilidade do produto deverá ser avaliada em campo, antes mesmo da construção dos protótipos de teste ou testes de laboratório. Podem ser feitas análises virtuais de performance, considerando análise de elementos finitos, realidade virtual e simulações dinâmicas. Após estas análises, podem ser realizados os testes de bancada em componentes e testes de campo com os protótipos. A confiabilidade é então monitorada através de registro de dados de falhas, para posteriormente plotar as curvas de confiabilidade e o monitoramento da situação real confrontando os objetivos estipulados na fase de planejamento.

De acordo com Lopes (2001), a melhoria da confiabilidade é sem dúvida

um dos aspectos mais importantes de um programa de melhoria de qualidade. Para que isso se concretize, uma empresa deverá realizar diversas tarefas destinadas à avaliação do desempenho do produto, o que se costuma chamar de Análise de Confiabilidade.

2.3.3. Modos de Falha

De acordo com Rosa e Garrafa (2009), o método FMEA (Análise dos modos de falha e efeitos) consiste em um método de análise de projetos. Esta técnica é comumente utilizada para prever falhas que possam ocorrer em um produto, permitindo a atuação antecipada na causa para que a falha venha a não ocorrer.

Na Figura 2, estão dispostas de acordo com Rosa e Garrafa (2009) apud Helmann e Andery (1995), as principais etapas de execução do FMEA.

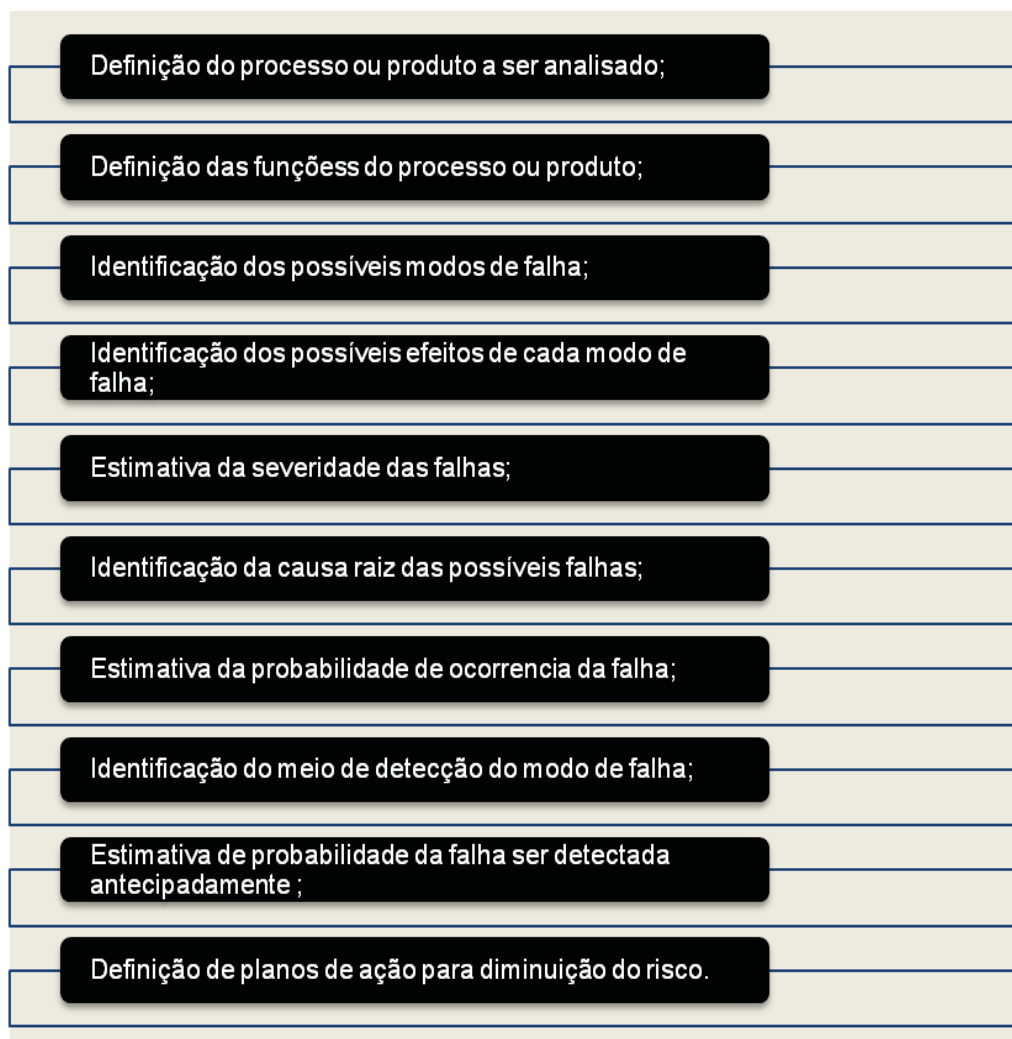


Figura 2- Principais etapas de execução do FMEA. Fonte: Adaptado de Rosa e Garrafa (2009) apud Helmann e Andery (1995)

Dentre as análises estruturais de falhas podem ser citadas por exemplo, FMEA, RCM, RCFA, e seus métodos podem ser verificados na Figura 3.

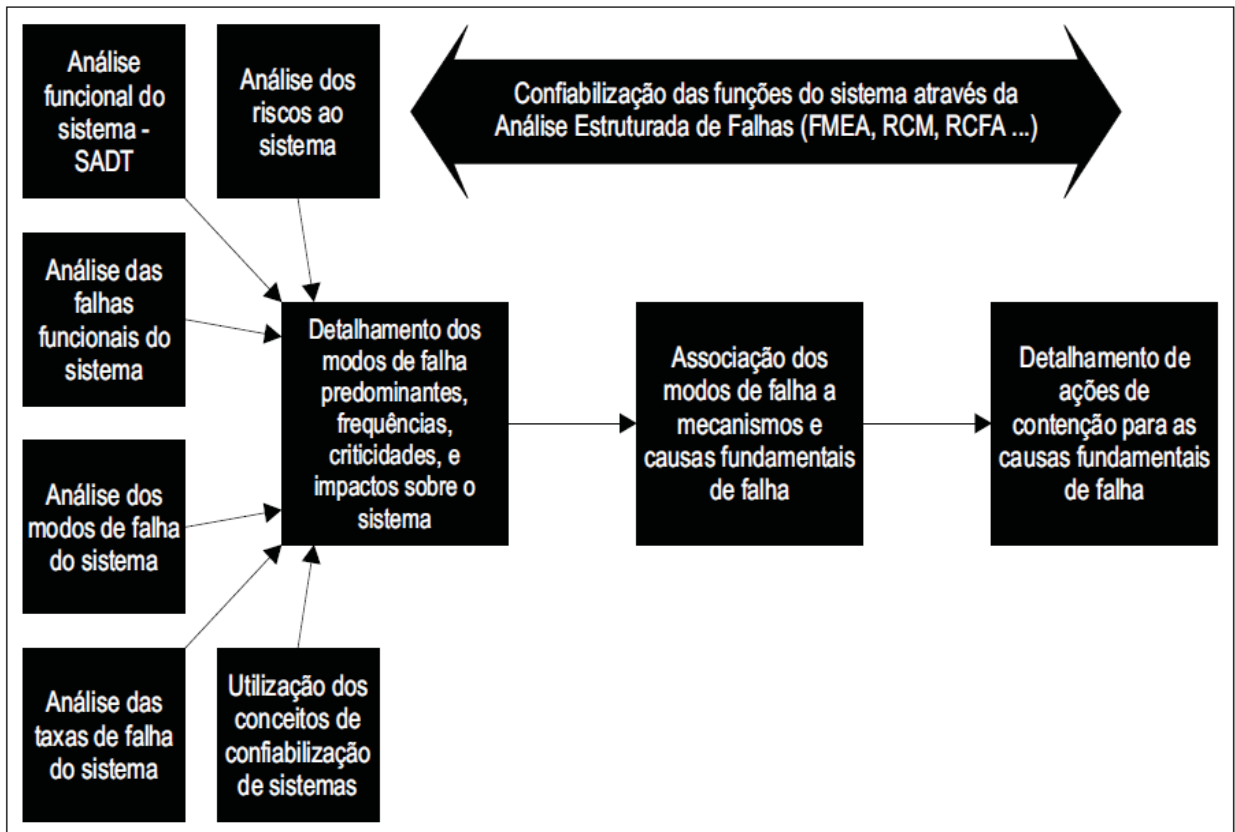


Figura 3 – Análises estruturadas de falhas. Fonte: Pinto (2004).

3. Metodologia

O artigo foi elaborado tendo em vista análise bibliográfica a fim de se obter conhecimentos no tema. Iniciou-se a pesquisa com o âmbito de obter informações a respeito de testes, procedimento, ensaios, testes acelerados e confiabilidade.

Para tanto se podem incluir, respeitando a natureza do trabalho, os tópicos abaixo descritos:

- Análise bibliográfica a fim de ampliar conhecimento sobre testes e seus afins;
- Abordagem sobre ensaios e procedimentos;
- Confiabilidade em geral e confiabilidade em projeto de produto.

4. Resultados

Com relação á aplicabilidade, os testes podem ser designados como testes de campo, testes simulados e testes de laboratório. Independente so teste que venha a ser realizado, na maioria das vezes necessita de alto investimento. Os testes de acordo com esta classificação, os testes de campo em relação aos testes de laboratório possuem as seguintes particularidades, conforme pode ser observado na Figura 4.

Testes de Campo	Testes de Laboratório
Disponibilidade de maior tempo para a realização do teste.	Geralmente são realizados ensaios do tipo acelerado para a obtenção de resultados mais rápidos.
Necessita de toda máquina para testagem do componente em particular.	Pode ser adaptada uma bancada de teste que simula condições reais de campo.
Geralmente realizado em vários tipos de ambiente a fim de simular todas as condições típicas de trabalho do item.	Podem ser manipuladas algumas variáveis em bancada a fim de simular todas as condições típicas de trabalho do item.
Pode ser utilizado como forma de testagem em situações atípicas.	Pode simular condições atípicas de utilização do item.
Pode ser utilizado como forma de teste de conjuntos mecânicos.	Pode ser utilizado como forma de teste de conjuntos mecânicos.
Pode demandar de mais operadores para executar o teste.	Uma pessoa pode realizar o controle do teste.
Pode apresentar dados mais confiáveis.	Pode dados errôneos caso a bancada não esteja projetada adequadamente.
Necessita da criação de procedimento de teste adequado.	Necessita da criação de procedimento de teste adequado.

Figura 4 – Particularidades dos testes de campo / testes de laboratório. Fonte: Autor

Em geral, as bancadas de teste simulam as condições enfrentadas em campo, mas isso não impede de que sejam realizados testes em bancadas que proponham condições atípicas.

O ideal é que sejam elaborados os procedimentos de teste e realizadas suas avaliações antes da execução do teste. Geralmente através dos procedimentos é possível a detecção de problemas e também como um meio prático de repasse de informações concretas e técnicas sobre o teste.

A elaboração do procedimento em sí é bastante simples. Utilizando-se da ferramenta 5W2H é possível descrever os pontos principais que um procedimento deve conter. Na Figura 5 é demonstrado como esta ferramenta pode ser utilizada.



2ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil
22 a 26 de Outubro de 2012

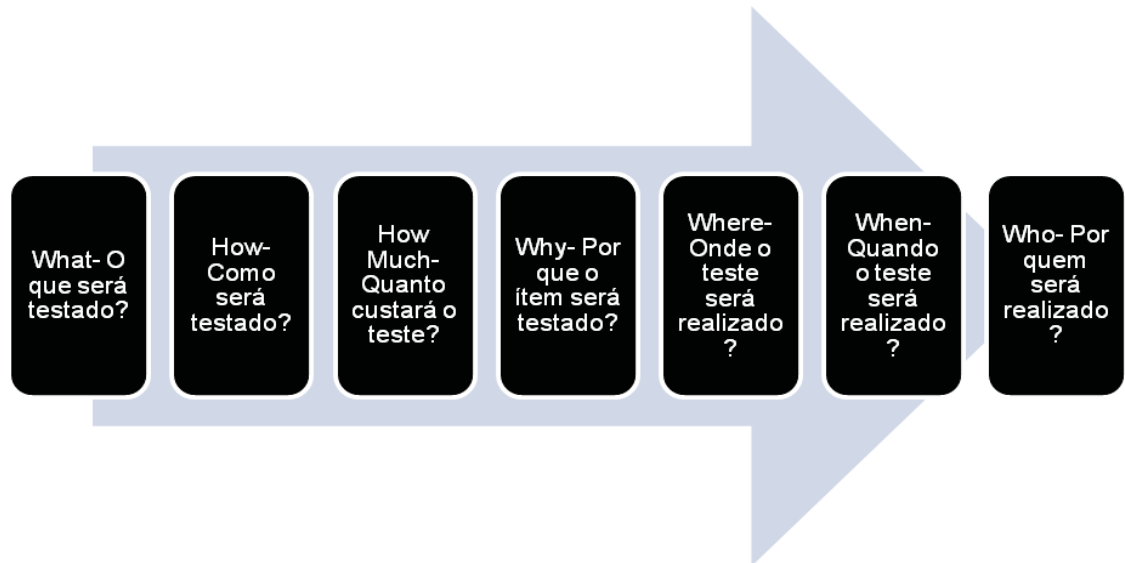


Figura 5 – Utilização da ferramenta 5W2H na elaboração do procedimento de teste. Fonte: Autor

A elaboração de procedimentos de teste resulta na padronização do teste, podendo o mesmo ser executado várias vezes independente da data de teste e executor responsável pelo mesmo, além de outros fatores conforme apresenta-se na Figura 6.



Figura 6 – Vantagens da realização do procedimento de teste. Fonte: Autor

Variando-se o tipo de teste a ser executado varia-se também a aplicabilidade da confiabilidade. A confiabilidade em geral é utilizada para a determinação da vida útil de componentes, ou seja, estimar o comportamento do componente testado durante seu período de vida útil.



2ª SEMANA INTERNACIONAL DAS ENGENHARIAS DA FAHOR

Horizontina - RS - Brasil
22 a 26 de Outubro de 2012



A vida útil de componentes pode ser encontrada partindo-se dos conceitos de falha e modos de falha. Basicamente os modos de falha referem-se ao ambiente a que o componente está submetido no momento que ocorreu a falha, ao passo que falha pode ser caracterizada de duas formas:

- Considerar falha como sendo a simples modificação de especificação do componente durante sua vida útil, porém sem perder sua funcionalidade;
- Considerar falha como sendo a perda da funcionalidade do componente durante sua vida útil.

A confiabilidade dispõe de vários métodos estatísticos, cabendo a quem realiza a análise dos resultados aplicar o método que melhor se enquadra à análise desejada.

5. Conclusões

O presente artigo valeu-se em termos acadêmicos devido aprendizado em conceitos importantes na área de testes. A abordagem conceitual da visão dos testes na engenharia é bastante complexa pela grande quantidade de informações que contempla. Destaca-se a importância que os testes representam para a engenharia, para o conhecimento da vida útil de novos produtos e também modos de falha a que os mesmos estão dispostos. Desta forma, o ambiente dos testes representa um meio em expansão desde a criação de novos produtos até a testagem de itens oriundos de fornecedores.

Verificou-se que a abrangência dos testes percorre todos elementos da engenharia e contempla desde a criação do procedimento até a definição dos termos técnicos pertinentes ao experimento.

A análise de resultados requer controle das variáveis do teste a fim de que, independente se teste de campo ou bancada de teste, a confiabilidade esteja em níveis elevados e possa-se conhecer o modo de falha e o comportamento das amostras testadas.

Referências

- CAMARGO M. M. **Estudo do teste acelerado de reles com controle individualizado de temperatura.** 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia)- Universidade Metodista de Piracicaba. São Paulo. 2007.
- FRANÇA, F. A. **Instrumentação e Medidas: grandezas mecânicas.** UNICAMP- 2007.
- LIDA I. **Ergonomia: Projeto e produção.** 2. ed. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 2005.
- LOPES, L. F. D. **Análise de componentes principais aplicada à confiabilidade de sistemas complexos.** Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2001.
- LOPES, L. F. D., RICHTER P. E. **A confiabilidade relacionada ao desenvolvimento de produtos e à gestão da qualidade total.** In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção. XXIV. 2004. Santa Catarina. Anais... Florianópolis, 2004. p.1-9.



MIALHE, L. G. **Máquinas Agrícolas: Ensaio & Certificação**. Fundação de Estudos agrários Luiz de Queiroz- CNPQ- PADCT / TIB-FEALQ, 1996.

MOURA M. J. C. et al. **Testes acelerados de vida para crescimento da confiabilidade de produtos em desenvolvimento**. In: ENEGEP. XXVI. 2006. Ceará. Anais... Fortaleza, 2006. p.1-7.

O'CONNOR, P. D. T. **Practical Reliability Engineer**. 4. ed. Chichester. Editora: John Wiley & Sons, 2002.

PINTO J. M. A. **Modelagem de testes acelerados com esforço aplicado em níveis em um estudo de fadiga mecânica**. 2004. Tese (Doutorado em Ciências agrárias/ Tecnologia Nuclear- Reatores) - IPEN- Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. São Paulo. 2004.

PINTO, L. H. T., **Análise de falhas, tópicos de engenharia de confiabilidade**. Engenharia de manutenção central, 2004. Disponível em: ><http://www.mantenimentomundial.com/sites/mm/notas/failure.pdf><. Acessado em: setembro 2012.

ROSA, L. C., GARRAFA, M. **Análise dos modos de falha e efeitos na otimização dos fatores de produção no cultivo agrícola: subprocesso colheita da canola**. Gest. Prod., São Carlos, v. 16, n. 1, p. 63-73, jan.-mar. 2009. Disponível em: ><http://www.scielo.br/pdf/gp/v16n1/v16n1a07.pdf><. Acessado em: setembro 2012.