

## - Ensaio e Avaliação de Confiabilidade de Sistemas (I/II)-

Berquó, Jolan Eduardo – Eng. Eletrônico (ITA).  
Certificador de Produto Aeroespacial (DCTA/IFI)  
Representante Governamental da Garantia da Qualidade – RGQ (DCTA/IFI)  
jberquo@dcabr.org.br

MSC 27- 02 JAN 2013

Normalmente, existe, ao longo do ciclo de vida de um sistema, a atividade continuada de avaliação do mesmo. Essa avaliação começa na Fase Conceitual e só vai terminar na penúltima fase do ciclo de vida do sistema (Fase Operacional), já que a última, a do Descarte ou Alienação, é a “morte” do sistema.

Mas vamos considerar aqui as avaliações que ocorrem na chamada Fase de Projeto e Desenvolvimento Detalhado e logo depois da produção dos primeiros sistemas de série, a chamada pré-série. Mas só trataremos aqui dos ensaios e avaliação da Confiabilidade.

Na pré-série são disponibilizados alguns exemplares do sistema para um ensaio intensivo (por isso costuma ser chamado também de Provas Intensivas). Os sistemas são colocados a operar, na configuração das missões atribuídas ao mesmo e no mesmo ambiente de sua Fase Operacional.

O processo culmina com um relatório circunstanciado sobre seu desempenho (*performance*), seu comportamento diante das agressões ambientais, suas características de manutenibilidade, a compatibilidade dos equipamentos de apoio ao solo com o sistema, a compatibilidade eletromagnética entre os subsistemas e algumas outras características. Tudo isso é comparado com os requisitos estabelecidos para o sistema relativos a essas características.

Todo esse processo é válido para qualquer sistema, mas aqui vamos nos ater apenas aeronavese tratar somente dos ensaios e avaliação da Confiabilidade.

Evidentemente, quando fazemos esses ensaios para uma aeronave, estaremos fazendo também ensaios com seus subsistemas e respectivos equipamentos. Desse modo, os ensaios podem evidenciar o comportamento de todos os

equipamentos instalados na aeronave. Devido a essas características do ensaio, podem surgir (normalmente surge) modificações de projeto.

As considerações aqui contidas baseiam-se na norma MIL-STD-781C (Ref. 1), coadjuvada pela obra *System Engineering and Analysis* (Ref. 2) e pela experiência vivida pelo autor, no Programa Binacional (Brasil-Itália) AM-X.

Como qualquer atividade organizada, é necessário primeiramente preparar um plano, discriminando as fases de preparação dos ensaios, de realização desses ensaios e a metodologia de coleta de dados.

O objetivo dos ensaios de confiabilidade é avaliar o parâmetro MTBF (“Tempo Médio entre Falhas”), para verificar se o comportamento da aeronave está de acordo com os requisitos estabelecidos para esse parâmetro.

No entanto, esse “... de acordo com os requisitos estabelecidos para esse parâmetro” não pode ser considerado de modo absoluto. É preciso ter em conta que se trata de um processo estatístico, que depende do tamanho da amostra (número de horas voadas). Como não se pode voar milhares de horas, por incompatibilidade econômica e operacional, deve-se contentar com uma pequena amostra, fazer as inferências estatísticas pertinentes (inclusive aquelas mencionadas no MSC 23) e, depois, na fase de fato operacional, se for o caso, ir aperfeiçoando as características, rumo aos requisitos, com base na coleta de dados de campo.

Mas aqui entra outra observação importante: Os dados coletados podem ser totalmente inúteis se a atividade de coleta dos mesmos não for feita por pessoas imbuídas da importância de uma coleta feita com critérios rigorosos.

Bem, mas voltando ao nosso universo, no fundo a configuração do processo é simples (só a configuração). As aeronaves operam por um

tempo preestabelecido (múltiplos do MTBF previsto) e as falhas e seus momentos de ocorrência são registrados.

Aí surge outra questão: Quantos múltiplos do suposto MTBF devem ser estabelecidos para essa avaliação? Na verdade, não há regra fixa. Trata-se de uma decisão da Gerência do Programa. Mas quanto maior for esse período, é claro, tanto melhor será a inferência. No entanto, considera-se razoável pelo menos um período equivalente a dez (10) vezes o MTBF previsto. Esse foi o período considerado em nossa experiência.

Bem, na avaliação desses ensaios, podemos tomar uma das três decisões seguintes:

1. aceitar o resultado;
2. rejeitar o resultado; e
3. continuar com os ensaios.

A Figura 1 apresenta, de forma pictorial, a configuração de um típico plano de ensaio, conforme a Ref. 1.

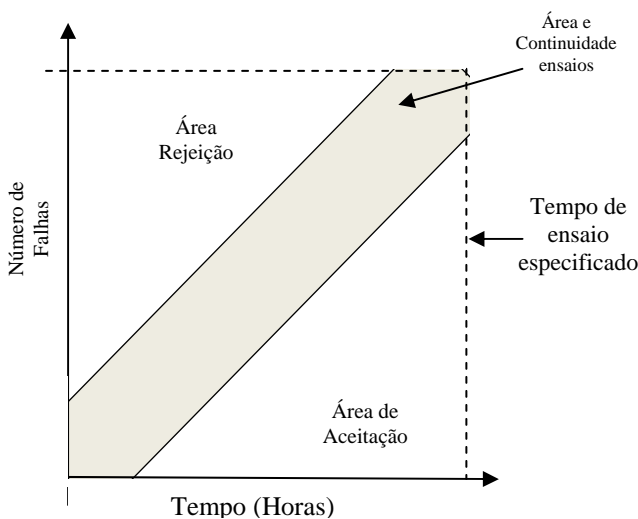


Fig. 1 – Plano de Ensaio

Observa-se que há três regiões (ou áreas): Rejeição, Aceitação e Dúvida (Continuidade dos Ensaio).

Nitidamente, o primeiro problema é saber como as linhas de rejeição e aceitação são traçadas, de modo a delimitar as regiões de rejeição, de continuidade dos ensaios e de aceitação.

$$t_1 = \left( \frac{\ln(\theta_0/\theta_1)}{\frac{1}{\theta_1} - \frac{1}{\theta_0}} \right) \cdot (r) - \frac{\ln[(\beta/(1-\alpha))]}{\frac{1}{\theta_1} - \frac{1}{\theta_0}} \quad (1)$$

onde  $r$  é o número de falhas (a linha de aceitação é traçada para valores supostos de

$r$ ). A razão  $\theta_0/\theta_1$  é denominada “Razão de Discriminação”.

A inclinação da linha de rejeição é dada pela equação (2):  $t_1$

$$t_2 = \left( \frac{\ln(\theta_0/\theta_1)}{\frac{1}{\theta_1} - \frac{1}{\theta_0}} \right) \cdot (r) - \frac{\ln[(1-\beta)/\alpha]}{\frac{1}{\theta_1} - \frac{1}{\theta_0}} \quad (2)$$

Continuaremos no próximo MSC com um exemplo extraído da Ref. 1.

Até lá

Referências:

- (1) MIL-STD-781C - **Reliability Design Qualification and Production Acceptance Tests: Exponential Distribution**. EUA:DoD.1977.
- (2) Blanchard, B. S.; W. J. Fabrick. **Systems Engineering and Analysis**, 4th. Ed. Prentice Hall. Upper Saddle River, NJ, EUA. 2006.