

## Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade: O trinômio da Operacionalidade

**Berquó, Jolan Eduardo** –Eng. Eletrônico (ITA).  
Certificador de produto Aeroespacial (DCTA/IFI)  
Representante Governamental da Garantia da Qualidade – RGQ (DCTA/IFI)  
Pós-graduado em Engenharia de Confiabilidade e em Engenharia de Segurança de Sistemas (ITA)  
Especialização em Engenharia e Análise de Sistemas (Itália).  
jberquo@dcabr.org.br/jberquo@uol.com.br

MSC 49 – 13 OUT 2014

A Disponibilidade (Availability) tem algo a ver com o binômio Confiabilidade (Reliability) e Manutenibilidade (Maintainability)? A resposta é afirmativa. Aliás, parece mesmo intuitivo que haja uma relação entre essas três características de projeto. Vamos explorar um pouco esse assunto neste MSC.

Temos falado bastante sobre Confiabilidade nesses nossos MSC e, vez por outra, mencionamos a Manutenibilidade. Agora, vamos ver como essas características se associam para caracterizar a Disponibilidade. Usaremos as iniciais **R**, **M** e **A** para Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade, extraídas dos respectivos termos em inglês. Aliás, no estudo dessas características, existe uma sigla inglesa bastante utilizada, qual seja: **RAM**, para o trinômio Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade, cujo som se confunde com o do nosso batráquio “Rã”.

Assim como Confiabilidade e Manutenibilidade, a Disponibilidade é uma característica probabilística, como veremos mais adiante.

Já conceituamos Confiabilidade como sendo a probabilidade de um sistema ter um desempenho satisfatório, durante certo intervalo de tempo, em determinadas condições.

A expressão da Confiabilidade, na alocação de requisitos funcionais de uma aeronave, é a popular exponencial negativa, ou seja:

$$R(t) = e^{-\lambda t} \quad (1)$$

onde  $\lambda$  é uma constante denominada taxa de falha, e  $t$  é o tempo. O inverso de  $\lambda$  é denominado **MTBF** (Mean Time Between Failures).

Como também já dissemos, a expressão acima só se aplica a sistemas reparáveis.

A Manutenibilidade é uma característica de projeto e instalação, que é expressa como a probabilidade de um item ser restaurado a uma condição definida, dentro de um determinado intervalo de tempo, quando a manutenção é feita de acordo com os procedimentos e recursos técnicos logísticos especificados.

Às vezes, utilizamos a expressão da Confiabilidade (por exemplo, na alocação de requisitos de segurança), outras vezes utilizamos seu parâmetro  $\lambda$  ou seu inverso, **MTBF**. Por outro lado, quando trabalhamos com a Manutenibilidade, em geral utilizamos os vários parâmetros dessa característica, como por exemplo os seguintes:

$\bar{M}_{ct}$  (Tempo Médio de Manutenção Corretiva),  
 $\bar{M}_{pt}$  (Tempo Médio de Manutenção Preventiva),  
**MTBM** (Tempo Médio entre Manutenções),  $\bar{M}$

---

1 Vide MSC 05.

(Tempo Médio de Manutenção Ativa, que inclui  $\bar{M}_{CT}$  e  $\bar{M}_{pt}$ ) e **MDT** (Tempo Inativo de Manutenção).

Com as informações acima, podemos agora discursar sobre a Disponibilidade.

Disponibilidade - É a probabilidade de que o sistema estará operacionalmente disponível, quando acionado de uma forma aleatória num ponto do tempo.

A Disponibilidade é uma função da Confiabilidade e da Mantenabilidade. Podemos considerar a Disponibilidade em três ocasiões do ciclo de vida, quais sejam:

Disponibilidade Inerente (Inherent) - É a probabilidade de que um sistema estará disponível, quando acionado de uma forma aleatória, num ponto do tempo, num ambiente de suporte logístico ideal.

Esse suporte logístico ideal significa ter disponibilidade imediata de pessoal de manutenção treinado, peças de reposição, equipamentos de suporte (GSE) e facilidades necessárias<sup>2</sup>. Em outras palavras, todo o suporte técnico logístico está disponível ao pé d'ópera.

$$\text{É dada por } A_i = \frac{MTBF}{MTBF + \bar{M}_{CT}} \quad (3)$$

onde **MTBF** é o tempo Médio entre Falhas e  $\bar{M}_{CT}$  é o Tempo Médio entre Manutenções Corretivas.

Esta situação ocorre quando já se conhece o  $\bar{M}_{CT}$ , mas não se conhece ainda o tempo médio de manutenção preventiva ( $\bar{M}_{pt}$ ), a ser definido na atividade de Manutenção Centrada na Confiabilidade, normalmente desenvolvida, por exemplo, pelo método denominado **MSG-3**<sup>3</sup>.

Exemplo: **MTBF** = 200h e  $\bar{M}_{CT}$  = 5h. Resulta que  $A_i = 0,975$  ou 97,5%.

Isso significa que em cada 100 vezes que acionarmos o sistema, ele provavelmente estará disponível em cerca de 98.

Disponibilidade Obtida (Achieved) - É a probabilidade de que um sistema operará satisfatoriamente, em qualquer momento que for acionado, num ambiente de suporte logístico ideal.

$$\text{É dada por } A_a = \frac{MTBM}{MTBM + \bar{M}} \quad (4)$$

A diferença em relação ao caso anterior é que, em vez do tempo médio entre falhas (**MTBF**), temos o tempo médio entre manutenções preventiva e corretiva (**MTBM**); e  $\bar{M}$  é, como vimos, o Tempo Médio de Manutenção Ativa (corretiva e preventiva). O suporte logístico ideal também é considerado aqui.

Portanto, esta é a situação do final da fase de desenvolvimento do sistema, em que já se conhecem os tempos médios  $\bar{M}_{CT}$  e  $\bar{M}_{pt}$ .

Disponibilidade Operacional - É a probabilidade de que um sistema estará disponível, quando acionado de uma forma aleatória, num ponto do tempo, num ambiente de suporte logístico real.

$$\text{É dada por } A_o = \frac{MTBM}{MTBM + MDT} \quad (5)$$

Onde **MDT**, como já visto, é o tempo inativo de manutenção. Inclui  $\bar{M}$  e o tempo de atrasos logísticos (tempo para disponibilizar equipamentos de teste (GSE), peças de reposição e transporte).

$A_o$  é realmente a Disponibilidade no início da fase operacional do sistema. A partir desse momento, ela vai sendo melhorada, principalmente com a melhora do tempo de manutenção ativa e redução dos tempos logísticos. Isto ocorre com a aprendizagem do

<sup>2</sup> Isso, no entanto, não ocorre na prática.

<sup>3</sup> Essa atividade será objeto de um outro MSC.

pessoal que cuida do suporte logístico (manutenção, peças de reposição, transporte, etc).

Bem, vamos encerrando por aqui. Cremos que passamos algumas informações úteis, a título de familiarização, sobre o trinômio da operacionalidade (**RAM**).

Obrigado e até a próxima

#### Referências:

1. **M. Modarres**, What Every Engineer should Know about Reliability and Risk Analysis. Marcel Dekker, Inc., EUA, 1993.
2. **Blanchard, Benjamin S.; Verma, Dinesh; Peterson, Elmer**; Maintainability: A Key to Effective Serviceability and Maintenance Management. Jonh Wiley & Sons, Inc., New York, 1995.