



A EVOLUÇÃO DA FILOSOFIA DE MANUTENÇÃO DE AERONAVES

Aluizio Weber

A entrada em operação dos grandes aviões da aviação comercial, em 1970, causou nova mudança na teoria de manutenção. Surgia a chamada "Manutenção de Jumbos" (Wide-Body Maintenance), que não será abordada neste artigo, tendo em vista que os tipos de aeronaves e de operação utilizados pela Força Aérea Brasileira não requerem, ainda, o novo processo.

Vemos, assim, que os conceitos de manutenção de aeronaves acompanham, numa evolução constante, o processo da indústria aeronáutica, visando garantir o maior número possível de horas de voo produtivas, com o melhor desempenho possível e com os menores custos de manutenção.

As aeronaves construídas até meados da 2ª Grande Guerra Mundial possuíam, de maneira geral, concepção aerodinâmica, bem como sistemas de propulsão e estruturas que podemos chamar de "primitivos". Suas performances eram marginais e não havia, praticamente, redundância nos seus diversos sistemas.

O conceito de manutenção, que predominou até então, era o de inspeções periódicas, a intervalos rigidamente fixados, nas quais a aeronave era toda desmontada, dos motores à estrutura, visando um discutível alto nível de segurança.

O desenvolvimento da indústria aeronáutica, após o referido conflito, veio dotar os vetores aéreos de propulsão, aerodinâmica, estrutura e sistemas eficientes. Suas performances deixaram de ser marginais e a busca de maior segurança tornou cada vez mais comum a redundância nos sistemas.

Paralelamente ao progresso das aeronaves, novos conceitos de manutenção surgiram, visando maximizar a segurança-de-voo e a disponibilidade dos aviões, além da minimização dos custos de manutenção.

Manutenção a Intervalos Fixos ("HARD-TIME")

Nos primeiros quarenta anos da era da aviação, foi considerado que as peças mecânicas se gastavam, que os desgastes ocasionavam falhas e que as falhas colocavam em risco a segurança-de-voo.

Essa teoria orientou os programas de manutenção, os quais consistiam exclusivamente de tarefas executadas durante as inspeções previamente fixadas, de acordo com o tempo de voo da aeronave ou com tempo calendário, a menos que deteriorações evidentes no estado geral da peça, ou o seu mau funcionamento, acarretassem ações corretivas.

A manutenção lidava com componentes individuais (P/N XXXX), era basicamente preventiva e buscava remover as unidades, para trabalhos de revisão, antes da época provável em que elas iriam falhar.

Até o final da 2ª Guerra Mundial, cada inspeção periódica se caracterizava pela desmontagem de toda a aeronave, dos motores à estrutura, e cada parte funcional requeria manutenção preventiva para assegurar o mais alto nível de segurança, o que é discutível, pois sabe-se que imediatamente após uma revisão o risco de falha pode ser tão alto quanto após decorrido o MTBF ("Mean Time Between Failures" — tempo médio entre as falhas).

Ao término daquela guerra, começou a ficar evidente o aspecto anti-econômico do modelo de manutenção até então adotado. Surgiu, naquela época, o critério da divisão do trabalho de manutenção em diferentes grupos eficientes de tarefas, cada um ainda executado, periodicamente, em intervalos fixos de tempo (calendário ou horas de voo).

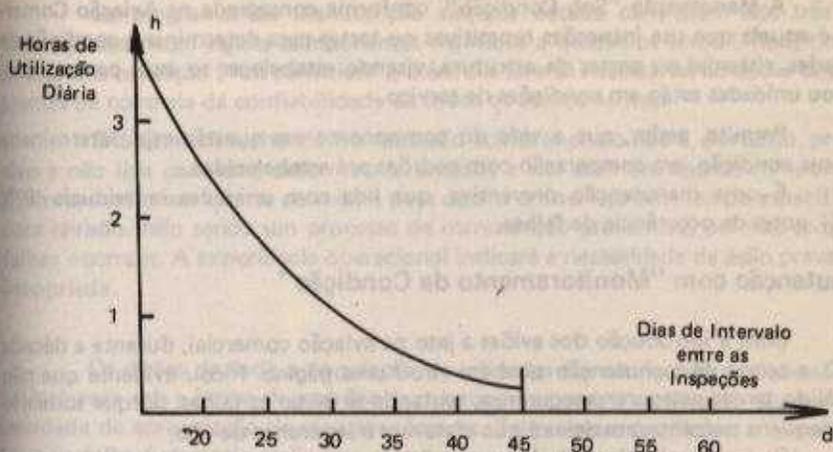
Os referidos intervalos de tempo entre as revisões (TBO — "Time Between Overhauls") são estabelecidos, para os aviões civis, pelo operador e pelo fabricante do equipamento, sob a supervisão e autorização do Órgão Governamental Homologador (Exemplo: FAA — "Federal Aviation Agency", nos EEUU; CTA — Centro Técnico Aeroespacial, no Brasil). Quanto aos aviões militares, os tempos entre revisões são estabelecidos de maneira semelhante, exceto quanto à necessidade de autorização do órgão homologador, dispensável para as referidas aeronaves.

Para a extensão dos mencionados tempos, são levados em consideração fatores como:

- o tipo de operação e de utilização do equipamento;
- os recursos de manutenção existentes;
- a experiência do pessoal de manutenção;
- a experiência acumulada no equipamento em questão;
- o estado que o equipamento apresenta durante as revisões.

O processo de revisar o componente a períodos fixos de tempo ainda é aplicável, nos dias de hoje, àquele tipo de componente cujas características de desempenho, em confronto com o tempo de utilização, são tais que uma revisão periódica melhora a sua confiabilidade.

Uma variante de manutenção "a intervalos fixos" é o "Sistema Isochronal", adotado, recentemente, para as aeronaves Hércules C-130 da FAB. Nesse sistema, as variações na utilização diária da aeronave modificam o intervalo de tempo entre as inspeções, ao transformar uma provável utilização média em tempo entre serviços de manutenção, conforme exemplificado abaixo:



Dessa maneira, os intervalos entre as inspeções passaram a ser calendáricos em função da utilização média diária da aeronave.

Manutenção Sob Condição ("ON CONDITION")

Entre 1950–1960, uma nova idéia foi adicionada à teoria da manutenção. Já havia sido notado que algumas falhas em potencial podiam ser detectadas através de inspeções regulares da condição da peça. Nascia a Manutenção "Sob Condição" ("on Condition").

É o processo de manutenção no qual é possível a verificação e o acompanhamento das condições físicas e/ou funcionais das peças enquadradas neste sistema enquanto elas permanecem instaladas na aeronave. Os componentes mantidos sob condição somente são removidos da aeronave quando for constatada uma deterioração de seus parâmetros críticos além dos limites previstos pelos respectivos manuais e/ou especificações do setor de Engenharia de Manutenção, ou em caso de falha.

Cumpra ressaltar aqui uma divergência de entendimento do conceito "on condition" adotado na aviação civil nacional e mundial em relação ao encontrado na aviação militar, principalmente em alguns setores da Força Aérea dos EEUU e da Força Aérea Brasileira. Na aviação civil, "on condition" tem o significado acima descrito, enquanto que na aviação militar, atualmente, o termo se aplica, também, aos itens que podem ser utilizados até a falha, desde que esta não afete a segurança-de-vôo. De acordo com este último conceito, somente os itens redundantes ou de importância secundária são colocados na categoria "on condition" e, enquanto não apresentarem falha, não serão substituídos. Ocorreu, portanto, na aviação militar, uma superposição com o conceito de "voar até falhar" ("fly to failure").

A Manutenção "Sob Condição", conforme consagrada na Aviação Comercial, é aquela que usa inspeções repetitivas ou testes para determinar a condição de unidades, sistemas ou partes da estrutura, visando estabelecer se essas partes, sistemas ou unidades estão em condições de serviço.

Permite, assim, que a vida do componente em questão seja determinada pela sua condição, em comparação com padrões pré-estabelecidos.

É uma manutenção preventiva, que lida com unidades individuais (P/N XXX), antes da ocorrência de falhas.

Manutenção com "Monitoramento da Condição"

Com a introdução dos aviões a jato na aviação comercial, durante a década de 60, a teoria de manutenção também virou uma página. Ficou evidente que não era válido tentar assegurar a segurança, tentando-se evitar as falhas, porque somente uma pequena percentagem delas é que afetavam a segurança-de-vôo.

Os novos objetivos da manutenção eram: aumentar a confiabilidade dos componentes e sistemas e assegurar a operação econômica das aeronaves.

Após a análise da confiabilidade de centenas de componentes, durante milhões de horas de vôo, estabeleceram-se as tarefas necessárias de manutenção. Este processo foi designado "Monitoramento da Condição".

A base dessa teoria pode ser exposta da seguinte maneira:

- a) peças mecânicas se desgastam;
- b) o desgaste provoca falhas (a maioria das quais não afeta a segurança-de-vôo);
- c) inspeções nos equipamentos instalados podem interceptar falhas em potencial;
- c) as falhas diminuem a confiabilidade mas não afetam a segurança (a redundância evita que as falhas venham a diminuir a segurança-de-vôo);
- e) programas confiáveis asseguram controle da confiabilidade.



(ITA). É atualmente, Instrutor da ECEMAR.

O Tenente Coronel Aviador Aluizio Weber é natural do Rio de Janeiro. Engenheiro Aeronáutico (especialidade: aeronaves), tem os seguintes cursos: Formação de Oficiais Aviadores (Escola de Aeronáutica), Tática Aérea (EADAR), Aperfeiçoamento de Oficiais (EADAR), Administração Logística (ECEMAR), Estado-Maior (ECEMAR), Engenharia Aeronáutica

Os programas de manutenção daquela década consistiam dos três processos já descritos: alguns componentes mantidos a intervalos fixos ("hord-time"), outros sob condição ("on contition"), além das tarefas necessárias ao apoio dos programas de controle da confiabilidade de todos os componentes.

O último conceito de manutenção acima exposto não é, portanto, preventivo e não lida com uma determinada unidade e sim com um tipo de componente. É um processo em que se permite à peça operar em serviço sem tempo especificado para revisão. Não sendo um processo de manutenção preventiva, permite-se que as falhas ocorram. A experiência operacional indicará a necessidade de ação preventiva apropriada.

Os dados de toda a população de unidades em serviço são analisados estatisticamente sob a forma de padrões de desempenho, para a verificação quanto à necessidade de apropriação de recursos técnicos. Tal processo é aplicável a componentes cuja falha é aleatória e não tem efeito adverso direto sobre a segurança da operação e para os quais a revisão periódica não melhora sua confiabilidade nem convém por razões econômicas.