

O FATOR HUMANO NA MANUTENÇÃO AERONÁUTICA



Rosinaldo Silva Alves Bonfim Al CFOE AV
Cláudio Ubirajara Salício Al CFOE AV
Gilberto Marins Soares Al CFOE AV

Rogério Antônio Borges Maj Esp Av¹

RESUMO

Este artigo tem a preocupação de relatar a importância do treinamento continuado para técnicos e inspetores de manutenção aeronáutica, com vistas a diminuir a incidência dos erros humanos nessa área e, desse modo, obter um nível de segurança operacional satisfatório nas atividades aéreas desenvolvidas pela Força Aérea Brasileira. O fator humano tem sido objeto de discussão de diversos órgãos relacionados à aviação, e algumas teorias relacionadas ao assunto têm sido elaboradas, como é o caso do modelo desenvolvido por James Reason.

Palavras-chave: Manutenção aeronáutica. Formação continuada. Segurança operacional.

¹ Leitor técnico. Serve no COMGAP, adjunto à 4EM.

1 INTRODUÇÃO

A evolução tecnológica da aviação tem levado cada vez mais o homem, que lida com equipamentos bastante complexos e de difícil compreensão, a buscar o domínio da tecnologia criada por ele mesmo. Estudos realizados na área de investigação de acidentes aeronáuticos evidenciam que estes ocorrem mais devido ao erro humano do que a falhas mecânicas ou de projeto.

Com o desenvolvimento acelerado da atividade aérea, o fator humano na manutenção aeronáutica passou a figurar como um importante aspecto a ser considerado, carecendo de programas de capacitação e treinamento, com o intuito de minimizar a ocorrência de erros humanos e, conseqüentemente, alcançar níveis satisfatórios de segurança operacional.

Devido a sua complexidade, a manutenção e a inspeção de aeronaves são atividades sujeitas a inúmeros riscos, e a falta de capacitação, aliada a limitações intrínsecas ao ser humano, pode prejudicar sua qualidade, afetando sensivelmente a confiabilidade do produto final.

O impacto da atividade de manutenção na segurança aeronáutica é preocupação rotineira de várias instituições como a Organização da Aviação Civil Internacional (OACI), a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) e o Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), além de estar presente em relevantes estudos, como por exemplo, os realizados pelo Prof. James Reason.

A OACI, instituição de que o Brasil é país signatário, recomenda à comunidade científica a utilização dos modelos SHELL e Reason, como ferramentas nos estudos relativos a Fatores Humanos na Aviação.

A ANAC, cuja missão é promover a segurança e a excelência do sistema de aviação civil, buscando atingir a meta de ter um dos cinco menores índices de acidentes.

do mundo até 2014, regula e controla esse setor principalmente por Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica (RBHA) 145 que estabelece requisitos necessários à emissão de certificados de homologação para empresas de manutenção de aeronaves, bem como à qualificação e ao treinamento necessários para o pessoal que atua nessas empresas.

Nesse contexto, o objetivo deste artigo é destacar a importância dos fatores humanos na manutenção aeronáutica e a necessidade da adoção de programas de formação continuada do pessoal envolvido nos diversos níveis de manutenção de aeronaves da Força Aérea Brasileira (FAB), como parte essencial da gestão de manutenção aeronáutica.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Muitos autores adotam o modelo SHELL, desenvolvido em 1972 pelo professor Elwyn Edwards, para explicar como o fator humano (*Liveware*) se relaciona com diversos elementos, tais como Equipamento (*Hardware*), programas de apoio à informação (*Software*) e o meio ambiente (*Environment*). O programa SHELL foi publicado em 1974 por Hawkins, em um trabalho da Comunidade Europeia.

Esse modelo é chamado intencionalmente de Modelo SHELL, pois cada letra da palavra representa a letra inicial de cada uma das palavras a seguir:

S – SOFTWARE: composto por informação escrita, computacional ou normativa.

H – HARDWARE: representado pelas máquinas e equipamentos.

E – ENVIRONMENT: diz respeito às condições do espaço físico, como temperatura, umidade, vibrações e ruídos.

L – LIVEWARE: o elemento humano e suas capacidades, sendo diretamente afetado pelos aspectos biológicos, psicológicos e sociais.

Todos esses elementos são representados pela imagem de um quebra-cabeça, sendo o elemento central representado pelo Fator Humano. Nesse caso, o fator humano, ou *Liveware*, interage entre si e com os demais elementos do modelo.

A figura abaixo demonstra a representação do modelo SHELL:

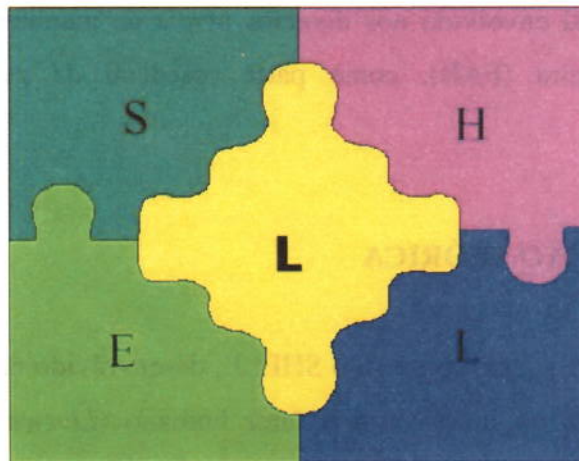


Figura 1: O modelo SHELL, modificado por Hawkins
Fonte: SANTI, 2009, p.10.

O Modelo Shell permite analisar o nível de interação do elemento humano com os outros elementos. Os problemas mais observados nessa relação homem, meio e máquina são a carga de trabalho, a ausência de procedimentos padronizados, a falta de iniciativa e o excesso de confiança. Ou seja, esse modelo evidencia os pontos a serem fortalecidos com um programa de treinamento continuado para as atividades de manutenção e inspeção de aeronaves.

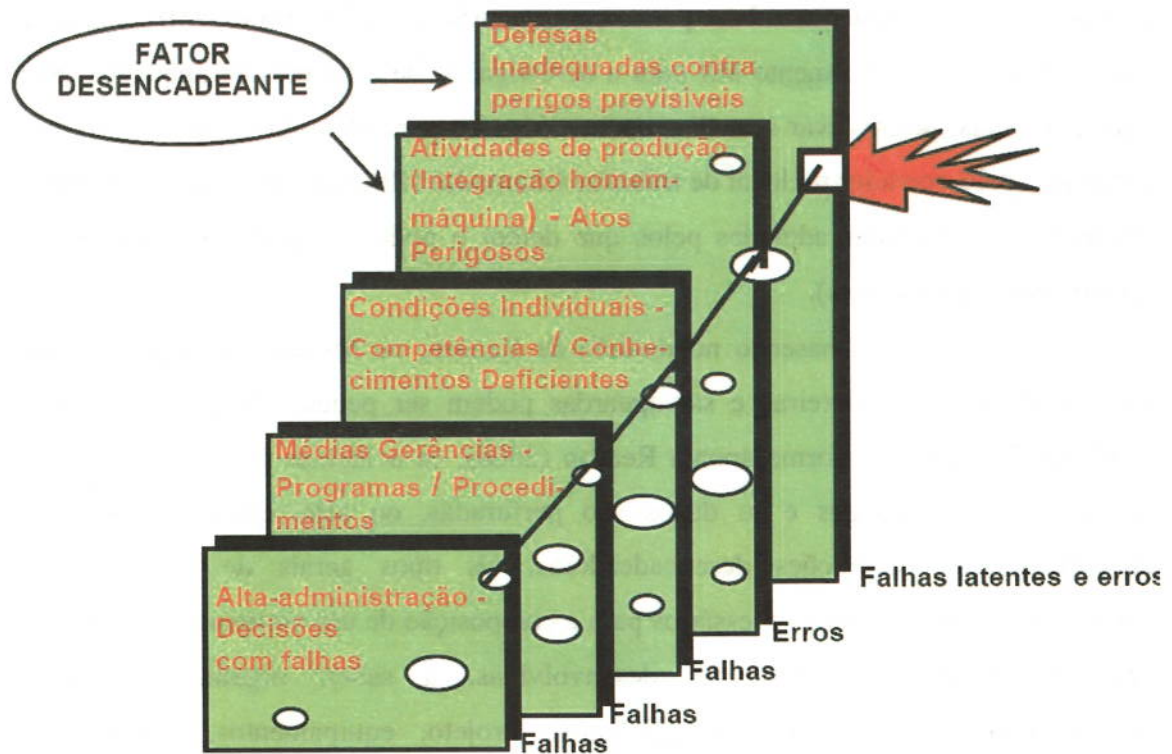
A abordagem para a compreensão do erro humano, sob a perspectiva de sua interação com o meio ambiente organizacional, foi proposta por James Reason em 1990,

por meio de outro modelo teórico; o Modelo Reason, cuja principal contribuição consiste em proporcionar uma base para a compreensão dos acidentes organizacionais, é um instrumento especialmente útil para a investigação de acidentes aeronáuticos. Sua vantagem consiste em levar a análise do investigador para além das ações e omissões cometidas pelo operador no local de trabalho (chamadas falhas ativas) e incluir as falhas originadas nas medidas adotadas pelos que detêm o poder decisório na organização (chamadas falhas latentes).

O conceito está baseado no modelo de Reason, ou Modelo do Queijo Suíço, mostrando como as barreiras e salvaguardas podem ser penetradas por um perigo, ocasionando erros. Conforme aponta Reason (2000), os acidentes ocorrem quando as defesas entre os perigos e os danos são perfuradas, ou seja, quando ocorre um alinhamento das condições desencadeadoras. Os tipos gerais de falhas foram classificados em onze itens necessários para a composição de um esquema de segurança aplicável às diversas atividades desenvolvidas, a saber: organização, metas incompatíveis, comunicação, procedimentos, projeto, equipamentos, manutenção, arrumação e limpeza, treinamento, defesas e condições que induzem ao erro.

Caso as funções tenham como objetivo as defesas do sistema, o perigo está controlado e um acidente prevenido. As deficiências da segurança estão representadas, como buracos nas defesas, para mostrar a importância em se reduzir ou eliminar as deficiências do sistema.

Idealmente, cada camada de defesa seria impenetrável. Mas, na realidade, as camadas são como camadas de queijo com buracos que abrem, fecham e transferem a sua localização continuamente. Quando os acidentes ocorrem, os buracos das muitas “camadas”, momentaneamente, alinham-se permitindo que o perigo entre em contato com um domínio protegido. Podemos notar isso na figura 2 seguinte:



Acidentes e Incidentes

Figura 2: Modelo de Reason (Teoria do Queijo Suíço)

Fonte: SANTI, 2009, p.11.

De forma geral, os erros representam as atividades mentais ou físicas dos indivíduos que falham em alcançar o objetivo pretendido. Essa categoria representa a causa da maior parte dos acidentes, uma vez que, devido a sua natureza, os seres humanos cometem erros, e os erros são esperados, mesmo nas melhores organizações, sendo considerados mais como consequências do que como causas. As medidas de segurança baseiam-se no fato de que não podemos mudar a natureza humana; mas sim, as condições sob as quais os seres humanos trabalham.

Segundo Shappell e Wiegmann (2000), os erros humanos podem ser divididos em erros de decisão, erros de habilidade e erros de percepção. Os erros de habilidade são aqueles que ocorrem de forma inconsciente, sendo comuns as falhas de atenção, de memória ou de técnica. Alguns exemplos de falhas de atenção podem ser citados: ativação inadvertida de controles, troca ou substituição de passos em um procedimento padrão, entre outros. As falhas de memória aparecem como itens omitidos em um *check-list* ou procedimentos esquecidos. Em relação aos erros de técnica empregada, podem conduzir a modos de falhas específicas e, de fato, tais técnicas estão ligadas tanto ao fator habilidade inata e atitude como à expressão da própria personalidade. Os erros de decisão representam um comportamento intencional que procede como pretendido, mas, na verdade, o plano se mostra inadequado ou inapropriado para a situação. Os erros de percepção ocorrem quando o que é percebido por uma pessoa difere da realidade.

A ideia central é a dos sistemas de defesa, ou seja, toda tecnologia perigosa possui barreiras e salvaguardas. Quando um evento adverso ocorre, o importante não é quem cometeu o erro, mas sim como e por que as defesas falharam.

Gerenciar os fatores de risco humanos nunca será totalmente efetivo. As falhas humanas podem ser controladas, mas nunca eliminadas. O processo de gerenciamento do erro é tão importante quanto o próprio produto ou serviço considerado.

As pesquisas têm mostrado que, na maioria dos acidentes, o componente erro humano está presente e este modelo procura focar o erro humano como fator contribuinte do acidente.

3 EXEMPLO PRÁTICO NA FAB

R. CFOE	Belo Horizonte	n. 5	p. 31 - 46	2010
---------	----------------	------	------------	------

Em 2007, como trabalho de conclusão de Curso de Aperfeiçoamento na Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica (EAOAR), foi realizada uma pesquisa científica que abordava o erro humano na manutenção nível Parque. Nessa pesquisa, foram identificados, quantificados e analisados, mediante questionários respondidos pelos próprios mantenedores do Parque de Material Aeronáutico de Recife (PAMA-RF), os percentuais de ocorrência dos principais erros humanos cometidos na manutenção em questão.

Nesse estudo, foram verificados dois importantes conceitos que contribuem para a ocorrência de falhas: erros ativos, cujos efeitos são sentidos quase que imediatamente, e erros latentes, cujas consequências adversas podem permanecer em hibernação por vários anos.

Pela análise dos dados, foi possível comprovar que o erro humano estava presente na rotina diária da manutenção realizada pelos técnicos do PAMA-RF.

Para tanto, inicialmente, cabe distinguir os dois tipos de erros considerados: erro ativo e erro latente.

O erro ativo, de modo geral, é associado ao desempenho do indivíduo; são os erros ou violações cometidos pelo operador no cotidiano das operações e têm um impacto imediato na segurança do sistema, caso não sejam percebidos e corrigidos em tempo hábil. Um mantenedor que deixa de aplicar um torque correto em um determinado parafuso, por exemplo, comete um erro ativo.

O erro latente, por sua vez, corresponde aos atos decisórios da gerência organizacional que, autorizando ou omitindo-se, diante de determinadas situações, pode criar condições que permanecem adormecidas no interior do sistema e que apenas se tornam evidentes por ocasião da combinação com outros fatores, vindo a romper as defesas de segurança do sistema. As políticas que determinam a excessiva carga de

trabalho, a despreocupação com o treinamento e o baixo incentivo profissional são exemplos de erros latentes.

Uma organização que segue os procedimentos, conforme previsto em legislação, possui naturalmente um sistema de defesa contra acidentes e incidentes. Porém, os indivíduos cometem erros no desempenho normal de suas atividades, pois é característica da atuação humana (erros ativos). Somados aos erros latentes, os erros ativos fragilizam as defesas organizacionais que podem não ser suficientes para conter a sequência de erros desencadeada e o acidente será inevitável. Quando falhas menores ocorrem, a sequência será chamada de incidente.

Outro quesito que apresentou valores significativos na pesquisa foi o erro por capacitação. Um terço dos entrevistados disse que falharam, pois não tinham o treinamento adequado, e quase 40% afirmaram que cometeram erros por falta de experiência.

4 PROGRAMA DE FORMAÇÃO CONTINUADA

Para o cumprimento de sua missão, a Força Aérea Brasileira utiliza um conjunto diversificado de aeronaves que, dotadas de características específicas, permitem a execução das diferentes operações, tarefas e missões aéreas previstas na sua doutrina básica.

A aquisição de aeronaves modernas pela FAB traz consigo novos conceitos, como a Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC), que necessita de pessoal altamente treinado. Isto garantirá que se atinjam níveis de qualidade para as tarefas de manutenção e inspeção de aeronaves compatíveis com os padrões internacionais estabelecidos para segurança operacional.

R. CFOE	Belo Horizonte	n. 5	p. 31 - 46	2010
---------	----------------	------	------------	------

Os processos de treinamento são parte integrante de um sistema de gestão da manutenção, que visam, entre outros, à mitigação dos riscos e à melhoria no nível da capacitação dos recursos humanos. Por isso, devem envolver todos os setores dentro da organização, abrangendo técnicos, encarregados, inspetores, chefes de manutenção e demais setores responsáveis pelo gerenciamento e planejamento da manutenção, haja vista que a segurança operacional é um dever de todos.

Dentro desse processo, especial atenção deve ser dada à prática da formação continuada, de modo que sejam alcançados todos os níveis de manutenção, ou seja, orgânico, base e parque. Um programa dessa natureza permite o aperfeiçoamento constante e a ampliação da gama de conhecimentos nas diversas atividades aéreas. Isto reflete positivamente na segurança e na qualidade, pois reduz bastante a suscetibilidade de falhas humanas por falta de capacitação ou inabilidade.

Além disso, técnico capacitado é sinônimo de economia de recursos, tanto materiais, como financeiros. Alguns equipamentos utilizados nas aeronaves beiram a casa dos milhares de dólares. Somente o *Display Panel Unit* do Hawker H-800XP, tela do painel da aeronave, para não citar outros, custa em torno de 95 mil dólares, e um técnico mal treinado poderia danificá-lo facilmente. O retrabalho é outra atividade custosa para a Força, pois, além do desperdício de tempo e de valiosos recursos, há também o desgaste emocional.

Outro aspecto relevante, relacionado ao estudo continuado, é a possibilidade de que conceitos intrínsecos à manutenção possam ser constantemente reavaliados. O processo manutentivo é dinâmico e as técnicas, ora utilizadas, podem a qualquer momento ser substituídas por outras mais modernas, dependendo da decisão de fabricantes, órgãos reguladores da aviação ou internamente pela Força Aérea.

O papel desempenhado inicialmente pelas escolas de formação é fundamental na preparação de bases sólidas para o desenvolvimento do treinamento continuado. Nesse

contexto, são introduzidos aos alunos conceitos básicos de manutenção, como sistema de gestão da manutenção, sistemas de qualidade na manutenção, sistemas de aeronaves, logística de materiais, segurança no trabalho, segurança operacional, entre outros, que servirão como plataforma para o aprimoramento dos futuros especialistas.

Com a formatura, e a tão merecida progressão funcional, acaba a fase acadêmica e entra a prática. Nesse cenário, torna-se necessária a atuação de um novo “ator”, a organização que recebeu o militar. Sem o seu comprometimento, o processo de formação continuada é interrompido, o que impacta diretamente nos níveis de segurança.

Estudos realizados por Reason (2000) apontam a falta do treinamento como um dos fatores contributivos para a ocorrência de incidentes e acidentes aeronáuticos. Por isso, cabe às organizações de destino fornecer o treinamento específico para cada tarefa que o militar irá desempenhar na manutenção, de forma contínua, durante toda a sua carreira.

Um programa de treinamento continuado para a manutenção, sob a ótica da prevenção, deverá respeitar algumas premissas básicas, quais sejam, melhorar a segurança operacional e do trabalho, diminuir a exposição ao risco organizacional e reduzir a incidência de falhas humanas. Para atingi-lo, é primordial que, antes, a alta gerência esteja disposta a conduzir uma política organizacional que vise à transmissão de conhecimentos, à conscientização de todos sobre a responsabilidade de suas atividades e ao impacto dessas na segurança operacional.

A organização deve se responsabilizar por estabelecer, planejar, avaliar e controlar o treinamento do pessoal envolvido em todas as operações de manutenção e de inspeção de aeronaves, dos setores de planejamento da manutenção, ou controle de qualidade, por meio de um plano didático, em que as competências incluídas no processo de treinamento devem abranger uma compreensão da aplicação dos fatores

humanos e das questões de desempenho humano correspondentes à função que cada pessoa exerce na organização. Dessa forma, o treinamento deve ser adequado para a função de cada pessoa. Por esse motivo, cabe à organização realizar uma análise de necessidades de formação, a fim de determinar que tipo de treinamento (e em que nível) é adequado para as diferentes categorias de pessoal.

As pessoas envolvidas na condução de um programa de treinamento devem receber formação em gestão de recursos humanos, bem como conhecer as atividades da organização, nos seus diversos níveis, principalmente as que se referem à manutenção e inspeção de aeronaves.

O conhecimento pode ser adquirido de diversas maneiras, sendo uma opção o autoestudo, que pode ser testado por meio de avaliações periódicas. Um bom nível de formação de fatores humanos pode ser obtido dentro do contexto da própria organização e do ambiente de trabalho. Além disso, um programa de treinamento isolado do ambiente de trabalho não pode realmente avaliar determinados requisitos, como "habilidades" e, acima de tudo, "atitudes", que são dois aspectos de extrema importância na doutrina e na prática de procedimentos de manutenção, planejamento e em seu controle. Esta prática ajudará as pessoas a compreenderem quais são os problemas existentes em seus setores de trabalho nos diversos níveis da organização.

O processo de elaboração do treinamento continuado exige que os responsáveis pelo plano didático reavaliem constantemente todas as etapas da instrução proposta, de modo a verificar se os objetivos foram atingidos e permitir que as correções necessárias sejam tomadas, garantindo uma melhoria constante no processo ensino aprendizagem.

Da mesma forma, as organizações devem determinar um mecanismo para avaliar a competência de cada indivíduo (inteligência emocional), não apenas em relação aos fatores humanos envolvidos nas atividades de manutenção, mas para todas as áreas

REFERÊNCIAS

UNITED KINGDOM, Civil Aviation Authority. **Aviation maintenance human factors: EASA/JAR145-CAP716**, 2003.

REASON, J. **Human error: models and management**. New York: Cambridge, 2000.

HAWKINS, Frank H. **Human factors in flight**. Aldershot: Ashgate, 1993.

BORGES, Rogério Antônio. **A influência do erro humano na confiabilidade da manutenção de aeronaves do PAMAREF**. Rio de Janeiro: UNIFA, 2007.

SANTI, Stefan. **Fatores humanos como causas contribuintes para acidentes e incidentes aeronáuticos na aviação geral**. 2009. 69f. Monografia (Especialização em Gestão da Aviação Civil) – Centro de Formação de Recursos Humanos em Transportes, Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

R. CFOE	Belo Horizonte	n. 5	p. 31 - 46	2010
---------	----------------	------	------------	------

influem no resultado, como a política organizacional, o orçamento e a estrutura da organização.

Durante os cursos de formação e treinamentos, todo o universo de assuntos relativos à manutenção pode ser abordado com a finalidade de elucidar dúvidas referentes a procedimentos, discutir caminhos a seguir, expor problemas, propor soluções, podendo os resultados positivos ser implementados e garantir, dessa forma, a redução do erro humano e o conseqüente aumento da segurança operacional.

(técnica e não técnica), ou seja, a demonstração de competência também se aplica à organização como um todo.

Existem vários mecanismos disponíveis que podem ser utilizados como forma de se avaliarem as competências. Entre eles podemos citar as avaliações tradicionais e também a avaliação “*on the Job*”. As tradicionais, ao término dos cursos de formação, são bons mecanismos para se quantificar o conhecimento, mas não necessariamente avaliam a competência individual aplicada dentro de um contexto de trabalho específico. A avaliação “*on the Job*”, por outro lado, é uma boa maneira de se avaliar esse tipo de competência, no entanto a sua eficácia depende muito da experiência do avaliador. Um bom programa de treinamento deve abranger avaliações teóricas e práticas para cada área de atuação, sendo sempre necessário um processo de reavaliação em períodos determinados, de acordo com as demandas de cada setor.

Como o treinamento “*on the Job*” requer instrutores com elevado conhecimento técnico, geralmente essa missão recai sobre encarregados e inspetores, porém nem sempre o mais antigo em cada setor é a pessoa mais indicada para transmitir esse conhecimento.

Grandes empresas do setor aeronáutico têm se preocupado com a adoção desses programas. A Empresa Brasileira de Aeronáutica S.A. (EMBRAER) figura como exemplo, ao oferecer aos operadores de suas aeronaves, em parceria com conceituadas empresas de treinamento, como a *Flight Safety International (FSI)* e a *Swiss Aviation Training (SAT)*, um conjunto abrangente de cursos e treinamentos técnicos. Os programas de treinamento de manutenção da EMBRAER aliam treinamento acadêmico (instrução em sala de aula com apoio de computadores) e treinamentos práticos (*on-the-job*). As aulas acadêmicas e práticas são integradas em fases, de forma a maximizar a transferência de conhecimento pela prática adequada e oportuna dos procedimentos aprendidos na sala de aula.

O *Joint Aviation Authorities* (JAA), organização europeia de aviação, que oferece cursos de formação de qualidade superior na área de fatores humanos, também emprega uma metodologia de aprendizagem interativa, com vídeos, exercícios de discussões, grupos de apresentações, indo além da transmissão de conhecimentos, dando ênfase a um programa continuado de treinamento e formação de recursos humanos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Seguindo as tendências das organizações do setor aeronáutico, a FAB deve considerar a possibilidade de adotar procedimentos similares na formação continuada do pessoal envolvido nas atividades de manutenção aeronáutica. Com isso, logo após a formação inicial do técnico em manutenção, ele deve ser encaminhado para um treinamento no parque central do projeto (aeronave ou equipamento), que é objeto do estudo, pois além de propiciar ao instruído contato direto com o equipamento, permite uma visão ampla do funcionamento da manutenção dentro do Sistema de Material Aeronáutico e Bélico (SISMAB), uma vez que no parque encontram-se os mais experientes e mais habilitados formadores. Tal procedimento, se adotado, será similar ao que ocorre na EMBRAER, onde o treinamento das classes iniciais de manutenção, para todos os seus clientes espalhados pelo mundo, é realizado em suas instalações do Brasil, com o intuito de permitir aos alunos acesso direto às aeronaves.

Apesar do exposto, somente a formação continuada na atividade de manutenção aeronáutica não garante a eliminação do erro humano ou a elevação máxima do nível de segurança operacional. Outros fatores, como demonstram os modelos SHELL e Reason,