

# Análise das necessidades atuais de especialidades de manutenção de aeronaves para a Força Aérea Brasileira

Analysis of the current needs of specialties in aircraft maintenance for the Brazilian Air Force

Análisis de las necesidades actuales de especialidades de mantenimiento de aeronaves para la Fuerza Aérea Brasileña

Ten Cel Fot Antonio Celio Pereira de Mesquita  
Mestre em Engenharia de Sistemas Logísticos  
Instituto de Logística da Aeronáutica - ILA  
Divisão de Ensino  
Guarulhos/SP - Brasil  
celiomesquita@usp.br

## RESUMO

Tendo em vista a diversidade das frotas de aeronaves da Força Aérea Brasileira (FAB), os tipos de operação e os tipos de manutenção modernamente praticados, além da tendência mundial de terceirização dos serviços de manutenção de aeronaves, buscou-se identificar, por meio deste estudo, as necessidades atuais, em termos qualitativos, de especialistas em manutenção de aeronaves. O método utilizado concentrou-se em agrupar tarefas de manutenção com base nas suas naturezas, nos seus relacionamentos e nas interconexões dos componentes dos subsistemas de aeronaves e comparar os grupos de tarefas gerados com as especialidades dos técnicos da FAB. Essas especialidades foram também comparadas às da Força Aérea dos Estados Unidos da América e também às da Força Aérea do Canadá. Essas comparações permitiram verificar a tendência generalista das especialidades de Estruturas e Pintura (BEP), Eletricidade e Instrumentos (BEI) e Manutenção de Aeronaves (BMA), concluindo-se que, embora generalistas, atenderão às necessidades atuais da FAB, desde que sejam implementadas as recomendações de mudança na formação sugeridas neste trabalho.

**Palavras-chave:** Aeronave. Especialidade. Especialista. Manutenção.

Recebido / Received / Recibido  
24/07/12

Aceito / Accepted / Acepto  
28/01/13

## ABSTRACT

*Given the diversity of aircraft fleets of the Brazilian Air Force (BAF), the types of operations, and the types of maintenance currently practiced, as well as the worldwide trend in outsourcing aircraft maintenance services, this paper sought to identify, qualitatively, the current needs for aircraft maintenance specialists. The method employed consisted on grouping the maintenance tasks based on their natures, in their relationships, and in the interconnections of the components of the aircraft subsystems, and compare the generated groups of maintenance tasks with the BAF's maintenance specialties. These specialties were also compared with the United States Air Force's and the Canada Air Force's maintenance specialties. These comparisons helped to verify the generalists trends of the specialties Structures and Painting (BEP), Electricity and Instruments (BEI), and Aircraft Maintenance (BMA), leading to the conclusion that, even generalists, they will fit to the current needs of the BAF, since the change recommendations in the basic training courses be implemented as suggested in this work.*

**Keywords:** Aircraft. Specialty. Specialist. Maintenance.

## RESUMEN

*Teniendo en cuenta la diversidad de flota de aeronaves de la Fuerza Aérea Brasileña (FAB), los tipos de operación y los tipos de mantenimiento practicados en la modernidad, además de la propensión mundial de externalización de los servicios de mantenimiento de aeronaves, se buscó identificar, a través de este estudio, las necesidades actuales, en términos cualitativos, de expertos en mantenimiento de aeronaves. El método utilizado se concentró en agregar tareas de mantenimiento basadas en sus naturalezas, en sus relaciones y en las interconexiones de los componentes de los subsistemas de aeronaves y comparar los grupos de tareas generados con las especialidades de los técnicos de la FAB. Esas especialidades fueron comparadas también a las de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos de América y también a las de la Fuerza Aérea de Canadá. Esas comparaciones permitieron chequear la propensión generalista de las especialidades Estructuras y Pintura (BEP), Electricidad e Instrumentos (BEI) y Mantenimiento de Aeronaves (BMA), se concluyó que, aunque sean generalistas, que satisfarán las necesidades actuales de la FAB, si se implementan las recomendaciones para el cambio en la formación que se sugieren en este trabajo.*

**Palabras-clave:** Aeronave. Especialidad. Experto. Mantenimiento.

---

## INTRODUÇÃO

Nos anos iniciais da aviação, a manutenção de aeronaves era realizada somente quando necessária e, geralmente, requeria várias horas de serviço em solo para cada hora voada. As principais atividades de manutenção consistiam em revisões gerais, periódicas, de quase todos os componentes da aeronave.

Com o aumento da complexidade das aeronaves e de seus sistemas embarcados, os custos com manutenção cresceram na mesma proporção. Segundo Blanchard (2004), as atividades de manutenção tornaram-se mais complexas e seus programas de manutenção são requisitos de análise nas fases iniciais de cada projeto. Esses programas foram desenvolvidos para serem adaptáveis às condições em que a aeronave irá operar.

Na Instrução do Comando da Aeronáutica, ICA 11-1 (BRASIL, 2007), que define a missão do Comando da Aeronáutica, consta: “Manter a soberania no espaço aéreo nacional com vistas à defesa da Pátria”. Assim, qualquer possibilidade de ameaça ao cumprimento dessa missão precisa ser detectada e analisada para que possa ser tratada de forma oportuna e apropriada.

É nesse contexto que se procurou realizar as análises a seguir, pois se entende que as tarefas de manutenção da disponibilidade requerem profissionais proficientes na sua execução, a fim de se minimizarem as ameaças ao contingente deslocado para a região de conflito e à soberania do espaço aéreo brasileiro.

## 1 CONCEITOS IMPORTANTES

Este trabalho trata, primordialmente, da manutenção de aeronaves. Assim, é essencial que as definições relativas à manutenção sejam apresentadas, *a priori*.

**Manutenção** é o conjunto de ações tomadas para manter as funcionalidades do equipamento ou restaurá-lo às condições especificadas, incluindo a inspeção, teste, modificação, reparo, recuperação, reconstrução, salvamento e canibalização (NATO, 2010).

A Diretriz do Comando da Aeronáutica, DCA 2-1 (BRASIL, 2003), classifica as atividades de manutenção como: inspeção, teste, delineamento, conservação, reparo, recuperação, modificação, fabricação, depanagem, neutralização, reabastecimento, salvamento, calibração e planejamento/controlado da manutenção. Ainda segundo essa diretriz, as manutenções podem ser divididas em: **corretivas, preventivas, modificadoras e preditivas**.

A manutenção **corretiva** é realizada após a detecção de uma pane ocasionada por uma falha, com o objetivo de restabelecer a funcionalidade do item (NATO, 2010).

A **preventiva** é realizada com o objetivo de prevenir ou minimizar a probabilidade de falha ou perda da funcionalidade (NATO, 2010).

A manutenção **modificadora** consiste nas ações destinadas a adequar o equipamento às necessidades ditadas pelas exigências operacionais, melhorar o desempenho de equipamentos existentes ou, ainda, otimizar os trabalhos da própria manutenção (BRASIL, 2003).

Já a **preditiva** se caracteriza por ação baseada no conhecimento das condições de cada um dos componentes do equipamento. Essas condições podem ser obtidas por meio de acompanhamento do desgaste de partes importantes do sistema. Testes periódicos são efetuados para determinar a época adequada para substituições ou reparos dessas partes (BRASIL, 2003).

**Falha, pane ou defeito?** Segundo a Norma Brasileira, NBR 5462, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (1994), **falha** é perda da funcionalidade. Uma bomba falha quando para de bombear o fluido para a qual foi projetada, na pressão e na vazão definidas em projeto. **Pane** é o estado em que se encontra a bomba após a falha. **Defeito** é o estado após falha de projeto ou de fabricação. Se houve um erro na montagem da bomba, ela falhou por defeito, que

pode ser oriundo das instruções de montagem, da falta de habilidade do montador ou mesmo em decorrência de projeto ou desenho mal elaborado.

As especialidades de manutenção da FAB, analisadas neste estudo, são:

BEI – Básico de suboficiais e sargentos da especialidade de Eletricidade e Instrumentos de aeronaves.

BEP – Básico de Estruturas e Pintura de Aeronaves.

BMA – Básico de Manutenção de Aeronaves.

BET – Básico de Eletrônica.

BEV – Básico de Equipamentos de Voo (equipamentos de salvamento, segurança e sobrevivência).

BMB – Básico de Material Bélico.

SML – Serviços de suboficiais e sargentos da especialidade de Metalurgia.

## 2 CONSIDERAÇÕES RELEVANTES

No Plano do Comando da Aeronáutica PCA 11 - Plano Setorial do Comando-Geral de Apoio (BRASIL, 2012), constam a “consolidação da política de capacitação da indústria nacional para manutenção de 3º nível para os sistemas aplicáveis.” e a “manutenção das aeronaves e seus sistemas, como fator que assegura a capacidade de pronto emprego da FAB, provendo os índices de disponibilidade estabelecidos pelo COMAER”.

Ambas as diretrizes apontam duas direções: fortalecer a indústria nacional para a manutenção de terceiro nível, de Nível Parque, e assegurar a capacidade de pronto emprego da FAB. Isso indica que a formação dos mecânicos deverá tender às atividades de aplicação operacional, ou seja, manter as aeronaves na linha de voo.

Em vista do exposto e devido à diversidade tecnológica das modernas aeronaves, as complexidades dos aviônicos, dos grupos motopropulsores e dos sensores, depreende-se que a formação do mecânico deverá ser cada vez mais especializada em nível de sistema, delegando-se as entranhas dos equipamentos às empresas do suporte logístico contratado e às oficinas especializadas dos Parques de Material Aeronáutico e Bélico.

## 3 GRUPOS DE TAREFAS DE MANUTENÇÃO

As aeronaves são mantidas operacionais por meio de tarefas de manutenção, realizadas em seus diversos sistemas. Essas tarefas podem ser agrupadas,

levando-se em consideração as interconexões dos componentes reparáveis, as naturezas e os relacionamentos entre as tarefas e as semelhanças da instalação, da remoção, da montagem, da desmontagem, dos reparos e dos testes realizados nos componentes ou sistemas (KINNISON, 2004). Assim, buscou-se, a seguir, **agrupar as tarefas** de manutenção de aeronaves com base nesses critérios. Abaixo seguem os referidos agrupamentos:

I) **Tarefas no grupo motopropulsor:** tarefas em motores convencionais, a jato, turbo-hélice e turbo eixo, caixa redutora, acessórios do motor, asas rotativas, rotores e transmissão, hélices, governadores de hélices, sistema de combustível, sistema de ignição e partida, bem como Equipamentos de Apoio no Solo (EAS), específicos do grupo motopropulsor.

II) **Tarefas estruturais na célula<sup>1</sup>:** tarefas em fuselagem, empenagem, superfícies de sustentação e de controle de voo, nacele, canopy, para-brisas, tanques de combustível, serviços de selagem, lavagem, solda, usinagem, tratamento anticorrosivo e pintura de aeronaves, bem como os EAS específicos. Enfim, tudo que, para ajustes na instalação, dependa de eventuais ajustes nas estruturas principais da aeronave ou uso de gabaritos estruturais.

III) **Tarefas em componentes mecânicos:** mecanismos de controle de voo, pilones, berços de motor, acumuladores hidráulicos, centrais hidráulicas, trem de pouso, cubo de roda, pneus, cabos de comando, rampa de carga, porta de carga e atuadores hidráulicos, mangueiras e tubulações diversas, equipamentos de oxigênio e pressurização, bem como os EAS específicos. Ou seja, todos os componentes mecânicos que se fixam à célula da aeronave, exceto o grupo motopropulsor.

IV) **Tarefas nos sistemas elétricos:** tarefas em subsistemas de energia: geradores, motores de partida e baterias; em acessórios elétricos: atuadores elétricos, cabeamento, conectores, chaves, relés e contactoras; em subsistemas de iluminação; bem como os EAS específicos para esse tipo de serviço e demais acessórios elétricos de aeronaves. Enfim, os sistemas elétricos são caracterizados pelos níveis tipicamente elevados de corrente elétrica, o que requer componentes e conexões mais rústicos.

V) **Tarefas nos sistemas aviônicos:** tarefas em computadores de dados atmosféricos, subsistemas de controle de atitude, subsistemas de autodefesa, de controle do armamento, de controle dos sensores de reconhecimento, *head up display* (HUD), *multifunction display* (MFD), tubos de pitot, antenas e outros sensores e instrumentos, equipamentos de navegação, comunicação e meteorológicos, casulos de reconhecimento, câmeras sensores de reconhecimento, câmera do visor de tiro/ HUD, imageadores Radar, imageadores noturnos, equipamentos de medidas de apoio à guerra eletrônica (MAGE) e equipamentos Forward Looking Infra Red (FLIR), bem como os EAS específicos (MCCLAMROCH, 1993). Enfim, os sistemas aviônicos manipulam sinais digitais e analógicos de alta frequência, conduzidos muitas vezes por cabos coaxiais, antenas ou por cabos de fibra óptica.

VI) **Tarefas nos sistemas bélicos:** tarefas em canhões, metralhadoras, mísseis, casulos de armamento, pilones de armamento, visores de tiro e assento ejetável, bem como os EAS específicos.

VII) **Tarefas nos acessórios de Segurança, Salvamento e Sobrevivência(SSS):** tarefas em equipamentos infláveis (botes e coletes salva-vidas), conjuntos de sobrevivência, capacetes, máscaras de oxigênio e paraquedas, bem como EAS específicos.

VIII) **Tarefas de metalurgia:** tarefas de retificação em torno mecânico ou de comando numérico, fabricação, têmpera, colocação de helicoil (um tipo de rosca especial para alojamento de parafusos) e outros tratamentos em pinos de asa, componentes de fixação das estruturas de sustentação e controle de voo, soldagens e tratamentos superficiais, bem como componentes do trem de pouso e de outros acessórios de aeronaves.

#### 4 GRUPOS DE TAREFAS X ESPECIALIDADES DO COMAER

Este capítulo apresenta a correlação existente entre os grupos de tarefas definidos no item anterior e as especialidades de manutenção de aeronaves do Comando da Aeronáutica (COMAER).

<sup>1</sup> Célula é o nome dado à estrutura principal da aeronave, retirando-se o grupo motopropulsor, os equipamentos sensores, de navegação, de comunicação, os acessórios hidráulicos, pneumáticos, elétricos, o assento ejetável, os pilones de armamento/reconhecimento e o trem de pouso.

**Tabela 1:** Comparação entre os grupos de tarefas e as especialidades do COMAER.

TAREFAS	BEI	BMA	BEP	BEV	BET	BMB	SML
01 Grupo motopropulsor		X					
02 Células de aeronaves			X				
03 Componentes mecânicos estruturais		X					
04 Sistemas elétricos de aeronaves	X						
05 Sistemas aviônicos	X				X		
06 Sistemas bélicos de aeronaves							X
07 Acessórios SSS				X			
08 Metalurgia (usinagem e solda)							X

**Fonte:** Relacionamento realizado pelo autor com base em Brasil (1993).

A construção da Tabela 1 foi realizada com base no MMA 39-1 Padrão de Desempenho de Especialidades (BRASIL, 1993), documento que normaliza as competências de cada especialidade de graduados do COMAER.

Observa-se, na Tabela 1, que as especialidades BEI e BMA podem ser associadas a dois grupos de tarefas e as demais, a um grupo de tarefas. Observa-se, também, que há redundância nas especialidades BEI e BET quanto às tarefas nos sistemas aviônicos.

A Tabela 1 pode indicar que as especialidades BEI e BMA possuem tendências generalistas, ou seja, conhecimentos sobre maior diversidade de assuntos com menos proficiência técnica em cada assunto individualmente.

Essa tendência generalista das especialidades BEI e BMA pode ser prejudicial à demanda de prontidão operacional, exigida pelas unidades aéreas, pois o mecânico, hoje, precisa conhecer, com proficiência, os sistemas da sua especialidade, não no nível de componentes, mas no nível de identificação e substituição, com presteza, do módulo defeituoso.

Considerações adicionais sobre o generalismo dessas especialidades se encontram mais adiante, neste trabalho.

## 5 MANUTENÇÃO DE NÍVEL ORGÂNICO

De acordo com a Diretriz do Comando da Aeronáutica DCA 2-1 (BRASIL, 2003), escalão de manutenção é o grau ou amplitude de trabalho requerido nas atividades de manutenção, em função da complexidade do serviço a ser executado e da quantidade de homens-hora necessária à execução do

mesmo. Essa diretriz classifica a manutenção em quatro níveis: Orgânico, Base, Parque e Indústria.

Do ponto de vista da manutenção de primeiro escalão (manutenção realizada nas unidades aéreas, nas aeronaves orgânicas), é necessário que se disponha de especialistas em cada um dos grupos de tarefas, descritos no item 3. Esses especialistas deverão ser capazes de manter a aeronave na linha de voo por meio da capacidade de substituição dos itens substituíveis na linha de voo (do inglês, *line replaceable units - LRU*) e realizar os ajustes e testes eventualmente necessários, sem a necessidade de bancadas de teste. Essa capacidade de manutenção confere ao esquadrão a característica de mobilidade esperada.

Outra capacidade importante a ser exercitada é o reparo de aeronaves em danos de combate (do inglês, *Aircraft Battle Damage Repair - ABDR*). Como dizem os americanos, é *"quick fix and get it in the air again"*. Segundo West (1993), muitos danos nos *Phantom F-4*, no Vietnã, foram rapidamente reparados por meio de métodos não convencionais que, estudados, deram origem ao ABDR. Os esquadrões de suporte logístico ao combate receberam a tarefa de aprender a lidar com reparos em condições não ideais, muitas vezes sob fogo inimigo. A *United States Air Force (USAF)* desenvolveu Ordens Técnicas para descrever os métodos de ABDR.

Atualmente, esse programa mantém mecânicos e engenheiros treinados em ABDR, com o fito de conferir-lhes aptidão para avaliar se os danos são reparáveis na janela de tempo considerada, decidir que materiais podem ser utilizados e prescrever instruções precisas sobre o quê e como reparar (WEST, 1993).

Obviamente que, nessas eventualidades, a equipe de engenharia da Manutenção de Nível Parque ou mesmo do Suporte Logístico Contratado oferecerá o apoio às prescrições sobre o quê e como reparar. Assim, é importante ressaltar a necessidade de técnicos com competências para manutenções desse nível, pois, em caso de conflito armado, os vetores atingidos pela artilharia inimiga precisarão estar disponíveis em curtíssimo tempo.

Pode-se depreender que, em situação de conflito armado, a existência de uma equipe de mecânicos multidisciplinares e bem liderada pode ser mais útil do que uma equipe de generalistas, com conhecimento demasiado superficial de cada sistema da aeronave. Em vista disso, é de praxe que os mecânicos recém-chegados a cada esquadrão sejam previamente treinados na aeronave que irão trabalhar.

## 6 MANUTENÇÕES DE NÍVEIS BASE E PARQUE

No caso de intervenções de manutenção que requeiram maior aprofundamento técnico, manutenções de segundo e terceiro escalão, podem-se empregar os especialistas típicos de oficina: os técnicos eletrônicos; os especialistas em estruturas; os especialistas em metalurgia; e, no caso de não haver contratação específica de serviços de manutenção, outros especialistas que possuam treinamentos especiais e experiência nesse nível de intervenção.

Em todos esses sistemas, há subsistemas específicos da aviação militar e subsistemas comuns à aviação civil. Assim, há a possibilidade de contratos específicos de suporte logístico, sendo esperado que estes ocorram com maior facilidade para a manutenção de acessórios e de alguns grandes componentes, como, por exemplo, motores, geradores, unidades de controle de combustível (do inglês, *Fuel Control Unit - FCU*) e unidades de força auxiliar (do inglês, *Auxiliary Power Unit - APU*), etc., em uso comum na aviação civil.

Mesmo com a existência de contrato de suporte logístico, torna-se imprescindível a disponibilidade de técnicos habilitados em cada grupo das tarefas descritas no item 3, pois isso possibilitará o recebimento qualitativo e quantitativo dos serviços, com segurança para os agentes da administração pública.

## 7 REESTRUTURAÇÃO DAS ESPECIALIDADES DA FORÇA AÉREA DOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA (UNITED STATES AIR FORCE – USAF)

Em 2007, a USAF encomendou estudos à *RAND Corporation* quanto à análise e sugestões de reestruturação dos quadros e especialidades dos graduados (*Enlisted*) e dos oficiais (*Commissioned Officers*), verificando-se a sua adequabilidade ao cenário atual das aviações, das novas tecnologias e das novas missões.

Conforme Conley e Robbert (2009), o agrupamento do pessoal da USAF em especialidades estabelece as áreas de formação e atuação profissional de acordo com as habilidades requeridas, com o nível de educação exigido para os cargos e de acordo com os treinamentos recebidos (*Knowledge, Skills, and Abilities - KSA*).

As especialidades combinam grupos de encargos e tarefas que serão atribuídas a pessoas com aptidões, atributos e qualificações especialmente desenvolvidas para as atividades que desempenharão, dadas as novas missões do encargo da USAF, as mudanças na natureza do trabalho, as movimentações e as renovações de pessoal especializado.

A primeira conclusão do trabalho citado é que não foram necessárias grandes modificações na estrutura

de especialidades da USAF, tendo sido oferecidas pequenas recomendações para algumas especialidades.

A segunda conclusão é de que as especialidades atuais precisam de atualizações periódicas, principalmente quanto à evolução tecnológica, e das melhores práticas de cada especialidade.

A estrutura de especialidades da USAF permite que cada especialidade receba, em suas siglas (*Air Force Specialty Code - AFSC*), códigos adicionais que reflitam experiências especiais obtidas pelo militar.

A classificação dos *KSA* em grupos segue os princípios apresentados em Conley e Robbert (2009):

1. Identificar os requisitos e os cursos/treinamentos aplicáveis;
2. Criar siglas ou códigos AFSC que façam sentido na estrutura da USAF;
3. Criar siglas ou códigos simples e de fácil associação lógica;
4. Prover plano de carreira, visível, para oficiais e graduados;
5. Prover a capacidade de identificar planos de carreira, especialidades, subespecialidades e níveis de habilidade;
6. Prover a capacidade de identificar requisitos, cargos e tarefas especiais;
7. Eliminar redundâncias de especialização; e
8. Manter o equilíbrio entre a especialização e a generalização das competências, visando-se à máxima eficiência e à isonomia nas oportunidades de promoção.

Segundo o relatório da *RAND Corporation* (CONLEY e ROBBERT, 2009), o corpo de graduados da USAF é dividido em 204 especialidades, sendo apresentadas abaixo apenas as especialidades de manutenção de aeronaves, por serem o foco deste estudo.

A Tabela 2 apresenta uma comparação entre essas especialidades com as congêneres do Comando da Aeronáutica (COMAER). Observa-se na tabela que as especialidades BEI, BMA e BEP podem ser associadas a seis ou mais especialidades da USAF.

Pode-se perceber, ainda, que as especialidades BEI, BMA e BEP apresentam tendência generalista, ou seja, conhecimentos sobre maior diversidade de assuntos com menos proficiência técnica, diferentemente da estrutura de especialidades da USAF, que conta com 18 especialidades de mantenedores de aeronaves e seus sistemas.

**Tabela 2:** Comparação entre as especialidades da USAF com as do COMAER.

Especialidades da USAF		Especialidades do COMAER						
		BEI	BMA	BEP	BEV	BMB	BET	SML
01	Estação de testes em aviônicos e seus componentes	X					X	
02	Sistemas aviônicos das aeronaves A-10, F-15 e U-2 <sup>a</sup>	X						
03	Sistemas aviônicos das aeronaves F-16, F-117, RQ-1 e CV-22	X						
04	Manutenção tática em aeronaves	X	X	X				
05	Manutenção aeroespacial	X	X	X				
06	Manutenção de helicópteros	X	X	X				
07	Sistemas aviônicos integrados	X						
08	Propulsão aeroespacial		X					
09	Equipamentos de apoio no solo		Não há especialidade equivalente na FAB					
10	Sistemas de ejeção da tripulação				X	X		
11	Sistemas de combustível de aeronaves		X	X				
12	Sistemas hidráulicos de aeronaves		X					
13	Sistemas elétricos e de pressurização	X						
14	Tecnologias dos metais utilizados em aeronaves			X				X
15	Ensaio não destrutivo		Não há especialidade equivalente na FAB					
16	Manutenção de estruturas de aeronaves		X	X				
17	Equipamentos de sobrevivência				X			
18	Sistemas de armamento de aeronaves					X		

**Fonte:** Nomes das especialidades traduzidos pelo autor com base em Conley e Robbert (2009).

Essa análise foi realizada com base no MMA 39-1 Padrão de Desempenho de Especialidade (BRASIL, 1993), documento que normatiza as competências de cada especialidade de graduados do COMAER, e no relatório da *RAND Corporation*, realizado por Conley e Robbert (2009).

## 8 ESPECIALIDADES DA FORÇA AÉREA DO CANADÁ (*CANADIAN AIR FORCE - CAF*)

Segundo Barker (2012), a Força Aérea do Canadá possui as seguintes especialidades:

- Técnico em aviação: técnico generalista, semelhante ao BMA, mas que também executa as tarefas de instalação/remoção de itens bélicos, SSS, estruturas, trem de pouso, comandos de voo e aviônicos, nas aeronaves;
- Técnico em aviônica: técnico semelhante ao BEI, que também realiza tarefas em radares, dispositivos elétricos, guias de onda, comunicação, navegação e equipamentos eletrônicos de autodefesa;

- Técnico em estruturas de aeronaves: técnico semelhante ao BEP, mas que também executa tarefas de usinagem e solda;
- Técnico em armamento aéreo: técnico semelhante ao graduado BMB do COMAER; e
- Técnico em ensaios não destrutivos: não existe especialidade semelhante no COMAER. Os BMA, BEI, BEP e SML são treinados nessas atividades, caso trabalhem na Divisão de Engenharia de um Parque de Material Aeronáutico ou Bélico.

A Tabela 3 apresenta uma comparação entre essas especialidades e as congêneres do Comando da Aeronáutica (COMAER). Observa-se, na Tabela 3, que a especialidade técnico em aviação é bastante generalista, já que são executadas também as tarefas realizadas pelos graduados BEI, BEP, BEV e BMB do COMAER, porém somente nas instalações/remoções dos itens na aeronave, excluindo-se os reparos realizados em oficinas.

**Tabela 3:** Comparação entre as especialidades da CAF e as do COMAER.

Especialidades da CAF	Especialidades do COMAER						
	BEI	BMA	BEP	BEV	BMB	BET	SML
1 Técnico em aviação	X	X	X	X	X		
2 Técnico em aviônica	X						X
3 Técnico em estruturas de aeronaves			X				X
4 Técnico em armamento aéreo						X	
5 Técnico em ensaios não destrutivos	Não há especialidade equivalente na FAB						

**Fonte:** Nomes das especialidades traduzidos pelo autor com base em Barker (2012).

Observa-se, ainda, que não há especialista em Equipamentos SSS, equivalente ao graduado BEV do COMAER, sendo essas tarefas realizadas pelo técnico em aviação.

Outra observação interessante é que as tarefas de metalurgia e usinagem são realizadas pelo técnico em estruturas, ou seja, a CAF não possui um técnico em metalurgia à semelhança do graduado SML do COMAER.

Com base nas análises e nas considerações apresentadas até este ponto do trabalho, seguem-se as recomendações de adequação na formação e na carreira dos graduados BMA, BEI e BEP do COMAER.

## 9 RECOMENDAÇÕES QUANTO À FORMAÇÃO

O agrupamento das tarefas, descrito no item 3, gerou oito grupos de tarefas (Grupo motopropulsor; Células de aeronaves; Componentes mecânicos estruturais; Sistemas elétricos de aeronaves; Sistemas aviônicos; Sistemas bélicos de aeronaves; Tarefas em acessórios SSS; e Tarefas de metalurgia). Isso poderia indicar uma situação ideal para o corpo de pessoal graduado do COMAER que teria, ao todo, oito especialidades ligadas à manutenção de aeronaves.

Conforme visto no item 7, A USAF dispõe de 18 especialidades, possivelmente devido à quantidade, à diversidade e à excelente tecnologia dos seus vetores de combate, vigilância, transporte, asas rotativas e veículos remotamente pilotados.

Já a Força Aérea do Canadá (*Canadian Air Force* - CAF) optou por agrupar essas tarefas em apenas cinco especialidades, apresentando tendência mais generalista, principalmente quanto às atribuições do **técnico em aviação**.

## 9.1 RECOMENDAÇÕES PARA A ESPECIALIDADE DE ESTRUTURAS (BEP)

Analisando-se o contido no Padrão de Desempenho de Especialidade - PDE (BRASIL, 1993) relativo à especialidade BEP e comparando-se com a especialidade correlata da CAF, quanto às atribuições do Técnico em Estruturas, verificou-se que o graduado BEP executa as tarefas estruturais na célula e poderia executar também as tarefas de metalurgia, descritas no item 3. Assim, visando ao pronto emprego do graduado BEP no apoio às operações aéreas, especificamente nos reparos de danos de combate, sugere-se que a sua formação seja complementada com as seguintes disciplinas:

- técnicas de usinagem e solda;
- reparos em tanques de combustível, haja vista este componente ser parte integrante da célula da aeronave;
- sistemas de pressurização e ar-condicionado, haja vista serem estes componentes fortemente dependentes dos reparos estruturais que envolvem pressurização; e
- reparos em materiais compostos, haja vista que as aeronaves modernas possuem grande quantidade de componentes estruturais construídos com materiais compostos.

## 9.2 RECOMENDAÇÕES PARA A ESPECIALIDADE DE MANUTENÇÃO DE AERONAVES (BMA)

Analisando-se o PDE relativo à especialidade BMA, verificou-se que, nessa especialidade, são executadas as **tarefas no grupo motopropulsor** e as **tarefas em componentes mecânicos**, descritas no item 3. Assim, visando ao pronto emprego do graduado BMA no apoio às operações aéreas, inclusive podendo atuar como mecânico de voo, sugere-se que a sua formação seja complementada com as seguintes disciplinas:

- sistemas hidráulicos, trem de pouso e componentes pneumáticos;
- geradores e sistemas de partida elétricos e pneumáticos; e
- proficiência na manutenção de motores a jato e turbo-hélice.

### 9.3 RECOMENDAÇÕES PARA A ESPECIALIDADE DE ELETRICIDADE E INSTRUMENTOS (BEI)

Analisando-se o PDE relativo à especialidade BEI, verificou-se que este especialista executa as **tarefas nos sistemas elétricos** e as **tarefas no sistemas aviônicos** descritas no item 3. Assim, com vistas ao pronto emprego do graduado BEI no apoio às operações aéreas, sugere-se que a sua formação seja complementada com as seguintes disciplinas:

- eletromagnetismo;
- funcionamento de *Multifunction display (MFD)*;
- funcionamento de *Head up display (HUD)*;
- controle do armamento;
- reparos eletrônicos básicos;
- tipos de baterias e seus carregadores;
- sistemas de proteção elétrica, antigelo e antichama; e
- *link* de comunicação de dados.

Outra recomendação acerca da especialidade BEI diz respeito à mudança do nome da especialidade para Básico em Avionica (BAV ou BAVI), a exemplo da USAF e da CAF.

### 9.4 RECOMENDAÇÕES ADICIONAIS

Embora as recomendações anteriores reforcem o generalismo das competências de cada especialidade, é esperado que, ao longo da carreira, os graduados se especializem em determinados sistemas de alguns tipos de aeronaves. Isso foi observado nas considerações do trabalho da *RAND Corporation* (CONLEY e ROBBERT, 2009).

A estrutura de especialidades da USAF permite que cada especialidade receba, em suas siglas (*Air Force Specialty Code - AFSC*), códigos adicionais que reflitam as experiências especiais obtidas pelo militar. Assim, sugere-se que códigos semelhantes sejam apostos às siglas das especialidades atuais da FAB, ao longo da carreira, com o objetivo de direcionar as movimentações dos mecânicos entre organizações que operem aviações da sua área de especialização e experiência profissional. Isso evitaria, a título de exemplo, que um graduado com formação e experiência em asas rotativas fosse classificado em um esquadrão de transporte com asa fixa ou em unidade de caça, o que demandaria investimentos em novos treinamentos.

## 10 CONCLUSÃO

Com base na diversidade das frotas de aeronaves da FAB e nos tipos de operação e de manutenção modernamente praticados nela aplicados, buscou-se identificar as necessidades atuais, em termos qualitativos, de especialistas em manutenção de aeronaves.

O método utilizado consistiu em agrupar tarefas de manutenção com base nas suas naturezas, nos seus relacionamentos e nas interconexões dos componentes dos subsistemas de aeronaves e em comparar os grupos de tarefas de manutenção criados com as especialidades dos mecânicos da FAB, bem como com as especialidades da USAF e da CAF.

A análise comparativa entre as especialidades da FAB, da CAF e da USAF proporcionou a verificação do caráter generalista das especialidades BEI, BMA e BEP e das especialidades da CAF, relativamente às especialidades correlatas da USAF. Porém, devido à tendência cada vez maior da terceirização dos serviços no nível de componente, nos terceiro e quarto escalões de manutenção, e do maior emprego dos mecânicos de aeronaves nos reparos em nível de equipamento por substituição de módulos, concluiu-se que as especialidades do COMAER, como estão hoje estruturadas, são adequadas ao cenário atual, podendo ter seu desempenho melhorado por meio das mudanças sugeridas na formação básica e na carreira, descritas no capítulo anterior.

Assim, dadas a diversidade tecnológica das modernas aeronaves, a complexidade dos modernos aviônicos, dos grupos motopropulsores e dos sensores, bem como os novos materiais compostos que compõem a estrutura aerodinâmica, pode-se pressupor que a formação deverá ser mais especializada em nível de sistema, deixando as partes internas dos equipamentos a cargo das empresas do suporte logístico contratado e das oficinas especializadas dos Parques de Material Aeronáutico e Bélico.

A primeira conclusão deste trabalho é semelhante à conclusão do trabalho realizado pela *RAND Corporation* (CONLEY e ROBBERT, 2009). Assim como na USAF, também não se sugeriram grandes modificações na estrutura de especialidades da FAB, tendo sido oferecidas poucas, mas relevantes, recomendações para as especialidades BEI, BEP e BMA.

Outra conclusão importante é de que as especialidades precisam de atualizações periódicas na sua grade curricular, principalmente quanto à evolução tecnológica e à crescente tendência à terceirização dos serviços de manutenção de terceiro escalão, observada na área logística do COMAER e, conforme Barker (2012), em outras Forças Aéreas.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-5462**: Confiabilidade e Manutenibilidade. Rio de Janeiro, 1994.

BARKER, M.R. Palestra sobre manutenção de aeronaves na Força Aérea Canadense. Primeiro Simpósio de Logística da Aeronáutica. ILA. 08-11 nov. 2012.

BLANCHARD, Benjamin S. **Logistics engineering and management**. 6.ed. Upper Saddle River, EUA: Prentice Hall, 2004.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. **DCA 2-1**: Doutrina de Logística da Aeronáutica. Brasília, 2003.

\_\_\_\_\_. **ICA 11-1**: Missão da Aeronáutica. Brasília, 2007.

\_\_\_\_\_. **MMA 39-1**: Padrão de Desempenho de Especialidade. Brasília, 1993.

\_\_\_\_\_. **PCA 11-1**: Plano Setorial do COMGAP. Rio de Janeiro, 2011.

CONLEY, Raymond E.; ROBBERT, Albert A. **Air force officer specialty structure**: Reviewing the Fundamentals. Santa Monica, CA: RAND Corporation. 2009.

KINNISON, Harry A. **Aviation maintenance management**. New York: McGrawHill, 2004.

MCCLAMROCH, N.H. **Steady aircraft flight and performance**: aircraft Components and Subsystems. 1993. Disponível em: <press.princeton.edu/chapters/s9497.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2012.

MCCLAMROCH, N.H.: **Steady aircraft flight and performance**: aircraft Components and Subsystems. 1993. Disponível em: <press.princeton.edu/TOCs/041912\_tocs/c9497.html>. Acesso em: 20 jul. 2012.

NORTH ATLANTIC TREATY ORGANIZATION. **NATO**: glossary of terms and definitions: AAP-6. [S.l.: s.n.], EN-NORTH ATLANTIC TREATY ORGANIZATION NATO STANDARDIZATION AGENCY (NSA). 2010.

WEST, Julia. **Aircraft battle damage repair - ABDR**. 1993. Disponível em: <www.sff.net/people/brook.west/arc/going.html>. Acesso em: 23 jul. 2012.