



TCInfRonaldo Diniz

APLICANDO O *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS* (FMEA) À GESTÃO DA INSTRUÇÃO AÉREA DO CURSO DE PILOTOS DE AERONAVES(CPA) DA AVIAÇÃO DO EXÉRCITO

**Salvador
2019**

TC Inf Ronaldo Diniz

APLICANDO O *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS* (FMEA) À GESTÃO DA INSTRUÇÃO AÉREA DO CURSO DE PILOTOS DE AERONAVES(CPA) DA AVIAÇÃO DO EXÉRCITO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Formação Complementar do Exército / Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS-MG como requisito parcial para a obtenção do Grau Especialização de Gestão em Administração Pública.

Orientador: Prof. Dr. Alessandro Ferreira Alves

**Salvador
2019**

TC InfRONALDO DINIZ

APLICANDO O *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS* (FMEA) À GESTÃO DA INSTRUÇÃO AÉREA DO CURSO DE PILOTOS DE AERONAVES(CPA) DA AVIAÇÃO DO EXÉRCITO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Formação Complementar do Exército / Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS-MG como requisito parcial para a obtenção do Grau Especialização de Gestão em Administração Pública.

Aprovado em

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO

Prof. Dr. Rodrigo Franklin Frogeri – Presidente
UNIS

Prof. Dr. Anderson Pereira Mendonça – Membro 1
UNIS

Prof. Me.. Roger Antonio Rodrigues – Membro 2
UNIS

SUMÁRIO

RESUMO.....	1
1. INTRODUÇÃO	1
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	3
2.1 ANÁLISE DO TIPO E EFEITO DA FALHA	3
2.2 A FORMAÇÃO DO PILOTO DO EXÉRCITO E A GESTÃO DOS VOOS DE INSTRUÇÃO	6
3. MATERIAL E MÉTODO.....	11
4 UMA PROPOSTA DE APLICAÇÃO DA FMEA NA GESTÃO DA INSTRUÇÃO AÉREA DO CPA.....	12
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	16
REFERÊNCIAS.....	17
ANEXO A - REPRESENTAÇÃO DO FORMULÁRIO DO FMEA	19
ANEXO B - QUADRO DE MANOBRAS ELEMENTARES.....	20

APLICANDO O *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS* (FMEA) À GESTÃO DA INSTRUÇÃO AÉREA DO CURSO DE PILOTOS DE AERONAVES(CPA) DA AVIAÇÃO DO EXÉRCITO

Ronaldo Diniz¹
Alessandro Ferreira Alves²

RESUMO

Este trabalho trata da aplicação da ferramenta FMEA ao processo de gestão dos voos de instrução do Curso de Piloto de Aeronaves(CPA) do Exército Brasileiro. Tal abordagem se faz necessária devido aos elevados custos dos recursos utilizados e riscos na formação prática dos pilotos de helicópteros. O propósito deste trabalho é analisar uma forma de utilização da metodologia FMEA na gestão do processo de escalação dos voos curriculares da fase prática do Curso de Piloto de Aeronaves. Este intento será conseguido mediante uma revisão bibliográfica, documental e descritiva em que é apresentada uma análise do tipo e efeito de falhas que podem surgir durante o processo de escalação bem como nas etapas subsequentes a aplicação desta ferramenta. Neste estudo pode-se concluir que, a aplicação do FMEA, além de ser capaz de apontar falhas na gestão da escalação, indica quais as ações de melhorias que devem ser implementadas para minimizar os potenciais riscos e falhas futuras, proporcionando maior confiabilidade do processo de escalação, reduzindo os custos decorrentes de voos cancelados e atrasos e deficiências na formação dos novos pilotos.

Palavras-chave: Exército. Aviação. Formação. Qualidade. Helicópteros.

1 INTRODUÇÃO

Anualmente, o Curso de Piloto de helicópteros (CPA) forma até (20) vinte pilotos, sendo o curso de especialização mais longo e mais caro do Exército. Inúmeros recursos didáticos de alto valor são empregados na formação dos pilotos, acarretando um custo estimado por aluno/curso de R\$ 607.788,04 (BRASIL, 2017). Tais insumos, como: helicópteros, sistema de manutenção e Logística de Aviação; infraestrutura aeronáutica; estrutura de ensino e até mesmo o tempo disponível devem ser perfeitamente administrados para que, como um processo "fabril" apresente-se quantitativa e qualitativamente íntegros para serem utilizados na formação dos futuros pilotos. Uma falha nesse processo de gestão da atividade aérea acarreta riscos à qualidade da formação e à segurança.

No ano de 2018, conforme contabilizado pela relatoria do curso, a fase prática teve de 815 voos planejados, 429 voos cancelados, perfazendo 43% do total. Além disso, dos 429 voos

¹ Bacharel em Ciências Militares pela Academia Militar das Agulhas Negras - Resende/RJ. Pós-Graduado em Ciências Militares pela Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais – Rio de Janeiro/RJ. E-mail: rondin2004@gmail.com
² Doutor em Educação pela Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP.

cancelados 259, 26% do total, ocorreram devido à falta de helicópteros disponíveis para o voo. Cada voo cancelado acarreta desperdício de tempo e material, pressionam os recursos humanos a trabalharem além dos horários normais, influenciam negativamente na qualidade da formação dos futuros pilotos que, dependendo da fase do curso, podem ter missões de voo suprimidas em função do calendário.

A gestão da qualidade, ou Gestão baseada na Qualidade Total (GQT) apresenta várias definições, contudo a definição que melhor se adequa ao contexto é a de Campos (2004 p.2) "Um produto ou serviço de qualidade é aquele que atende perfeitamente, de forma confiável, acessível, segura e no tempo certo as necessidades do cliente". Como ressalta Coutinho (2000, p.43) na administração pública, o foco deve estar no cidadão, com fornecimento de serviços de qualidade, livre de falhas e com administração eficiente dos recursos.

A Metodologia de Análise do Tipo e Efeito da Falha conhecida como FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*), sendo uma ferramenta da qualidade, tem como objetivo identificar as falhas potenciais no processo, identificar a severidade destas falhas e determinar a probabilidade de ocorrência, propondo ações que reduzam os riscos da ocorrência das falhas. A aplicação desta ferramenta além de proporcionar redução das falhas e efeitos desta, promove a confiabilidade, por meio da realização do trabalho com qualidade e segurança.

A aplicação desta ferramenta no setor de serviços já foi verificada em um Sistema de Gestão e Manutenção das Obras de Artes (ALVES; COSTA, 2004), em um ambulatório médico (ROTONDARO, 2002), em processo de distribuição de energia (LEAL; PINHO; ALMEIDA, 2006), no transporte de cargas (MORETTI; BIGATTO, 2006), contudo, ainda os estudos da aplicação desta ferramenta na formação aeronáutica são insipientes.

O propósito deste trabalho é indicar uma forma de utilização da metodologia FMEA na gestão do processo de escalação dos voos curriculares da fase prática do Curso de Piloto de Aeronaves. Para tanto, apresentará uma análise do tipo e efeito de falhas que podem ocorrer durante a execução deste processo e identificará as etapas da aplicação da FMEA no processo de gestão dos voos de instrução. A presente abordagem se faz necessária, na medida visa propor uma metodologia para a redução de falhas no processo de gestão dos voos de instrução, garantindo maior economia de recursos e maior segurança à atividade aérea do CPA. Para isso será adotado como exemplo desta demonstração o processo de escalação de aeronaves para confecção do

Plano Diário de Voo do CPA, podendo ser estendido para todos os demais processos de gestão dos voos do curso.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 ANÁLISE DO TIPO E EFEITO DA FALHA (FMEA)

A ferramenta FMEA surgiu no ano de 1949 com o propósito de analisar falhas ocorridas em equipamentos do exército americano, baseando-se na eficiência de uma missão ou no êxito da defesa pessoal de cada combatente. Por volta do ano de 1960 a metodologia FMEA foi aplicada pela NASA para realizar uma análise preventiva dos potenciais erros envolvidos no projeto Apolo.

Em 1972 a ferramenta FMEA foi utilizada pela Ford na linha de produção de veículos automotores. A aplicação desta ferramenta estava inicialmente voltada para a prevenção da ocorrência de erros em desenvolvimento de produtos (equipamentos) ou projetos. No ano de 2002 esta ferramenta foi incluída como pré-requisito para na avaliação do Sistema de Gestão de Qualidade na série ISO 9000 (*International Organization for Standardization*- Organização Internacional de Normalização). Atualmente, a FMEA vem fornecendo contribuições com a aplicação da sua metodologia em processos administrativos e na execução de serviços.

Ferramentas da qualidade podem ser adotadas de modo a permitir a melhoria contínua dos padrões de qualidade. A metodologia de Análise do Tipo e Efeito de Falha, conhecida como FMEA (do inglês *Failure Mode and Effect Analysis*), é uma ferramenta que busca evitar, por meio da análise das falhas potenciais e propostas de ações de melhoria, que ocorram falhas no projeto do produto ou do processo.

De acordo com Fernandes (2005, p. 21), “o método FMEA, busca além de identificar as falhas potenciais de forma sistemática, identificar os seus efeitos e definir ações que visem reduzir ou eliminar os riscos associados a esta falha, reduzindo assim o risco do produto ou processo”. A FMEA analisa a probabilidade de ocorrência das falhas, a severidade, as causas que podem ocasionar a ocorrência das falhas, como podem ser detectadas, bem como quais são as ações de melhoria que podem ser implantadas na empresa para melhoria da qualidade no desenvolvimento de produtos e processos.

O princípio da metodologia é o mesmo independente do tipo de FMEA e a aplicação, ou seja, se é FMEA de produto, processo ou procedimento e se é aplicado para produtos/processos novos ou já em operação. A análise consiste basicamente na formação de um grupo de pessoas que identificam para o produto/processo em questão suas funções, os tipos de falhas que podem ocorrer, os efeitos e as possíveis causas desta falha. Em seguida são avaliados os riscos de cada causa de falha por meio de índices e, com base nesta avaliação, são tomadas as ações necessárias para diminuir estes riscos, aumentando a confiabilidade do produto/processo.

Toledo e Amaral (2006) classificam a FMEA em três tipos: a) FMEA do Produto – também conhecida como FMEA do Projeto, nesta vertente é analisada as falhas que podem ocorrer com produto de acordo com suas especificações; b) FMEA do Processo – onde são analisadas as falhas na execução de cada etapa do processo; c) FMEA do Processo Administrativo – não muito conhecida, realiza a aplicação da metodologia no processo administrativo.

Segundo Stamatis (2003) e Palady (1997) (*apud* FERNANDES, 2005) algumas das principais vantagens da utilização do FMEA, são as seguintes: i) melhoria da qualidade, confiabilidade e segurança de produtos e serviços; ii) melhoria da imagem competitiva frente aos seus clientes; iii) auxílio na melhoria da satisfação do cliente; iv) auxílio para identificar procedimentos de diagnósticos de falhas; v) estabelecimento de prioridade para as ações no projeto; vi) auxílio à identificação e prevenção das falhas; e vii) auxílio para definir e priorizar ações corretivas.

Ao ver de Fernandes (2005), a aplicação da metodologia da FMEA deve seguir os seguintes passos: 1) Identificar modos de falhas conhecidos e potenciais; 2) Identificar os efeitos de cada modo de falha e sua respectiva severidade; 3) Identificar as causas possíveis para cada modo de falha e a probabilidade ocorrência de falhas relacionadas a cada causa; 4) Identificar o meio de detecção no caso de ocorrência do modo de falha e sua respectiva probabilidade de detecção; 5) Avaliar o potencial de risco de cada modo de falha e definir medidas de eliminação ou redução do risco de falha.

A aplicação da FMEA será realizada através do preenchimento de um formulário durante o desenvolvimento de cada etapa. Na fase de planejamento, recomenda-se, que sejam formados grupos pequenos e multidisciplinares com representantes de cada fase do processo de execução do serviço. Deve ser claramente definido os objetivos e o processo que irá ser analisado. As reuniões

devem ser previamente planejadas e toda a documentação que irá subsidiar as discussões deve ser preparada com antecedência (TOLEDO, AMARAL, 2006).

A análise das falhas potenciais permitirá o preenchimento do formulário nos quesitos relacionados com a função e características do processo, tipos de falhas, efeitos, causas e os controles atuais para regularização do processo. Já com a avaliação dos riscos serão atribuídos índices de severidade, ocorrência e detecção para cada causa, posteriormente será definido o risco, obtido pela multiplicação dos outros índices. O valor atribuído ao risco pode variar de 1 a 1.000, para valores de riscos altos, a equipe deve concentrar esforços a fim de reduzir o risco calculado através de ações corretivas. Por fim, serão discutidas as ações de melhoria que serão implantadas no processo para redução da ocorrência das falhas. Este processo de aplicação da FMEA deve ser revisado sempre que houver alteração de um dos fatores que compõem quaisquer fases na execução do serviço.

Quadro 1– Índices de severidade, ocorrências e detecção.

Índice	Severidade	Ocorrência	Detecção
1	Mínima - a falha não gera dano à realização satisfatória do voo de instrução. Todos os objetivos atingidos.	Remota - Difícilmente ocorre a causa que leva a falha	Muito Grande - Certamente será detectado
2	Pequena - ligeira deterioração do voo de instrução. Uma pequena parte dos objetivos não atingidos. Possível aproveitar o próximo voo para atingir os objetivos não atingidos.	Pequena - ocorre a causa da falha em pequena escala	Grande - Possivelmente será detectado
3	Moderada - deterioração significativa do voo. Maior parte dos objetivos não atingidos. Necessário outro voo para atingir os objetivos ou ocorrência de leve risco a segurança.	Moderada - às vezes ocorre a causa que leva a falha.	Moderado - Provavelmente será detectado.
4	Alta - Voo não realizado ou cancelado. Objetivos não atingidos ou ocorrência de moderado risco a segurança.	Alta - ocorre a causa da falha com certa frequência	Pequena - Provavelmente não será detectada
5	Muito Alta - Voo não realizado ou ocorrência de grave risco a segurança	Muito Alta - ocorre a causa da falha em vários momentos	Muito Pequena - Certamente não será detectada
6			
7			
8			
9			
10			

Fonte: Adaptado de Toledo e Amaral (2006)

O formulário da FMEA, mostrado na tabela constante do Anexo 1, deve ser preenchido seguindo as seguintes premissas: o grupo de pessoas responsáveis pela utilização da ferramenta deve conhecer todo o processo de desenvolvimento para que as informações inseridas sejam realmente confiáveis; um maior nível de detalhamento possibilita um maior controle no acompanhamento e na realização do serviço; quando o grupo estiver avaliando um índice, os demais não podem ser levados em conta, a avaliação de cada índice é independente; e ao preencher os itens de severidade, ocorrência e detecção deve ser observado qual o índice mais adequado para cada falha e sua causa, tal qual mostrado na Quadro 1.

2.2 A FORMAÇÃO DO PILOTO DO EXÉRCITO E A GESTÃO DOS VOOS DE INSTRUÇÃO

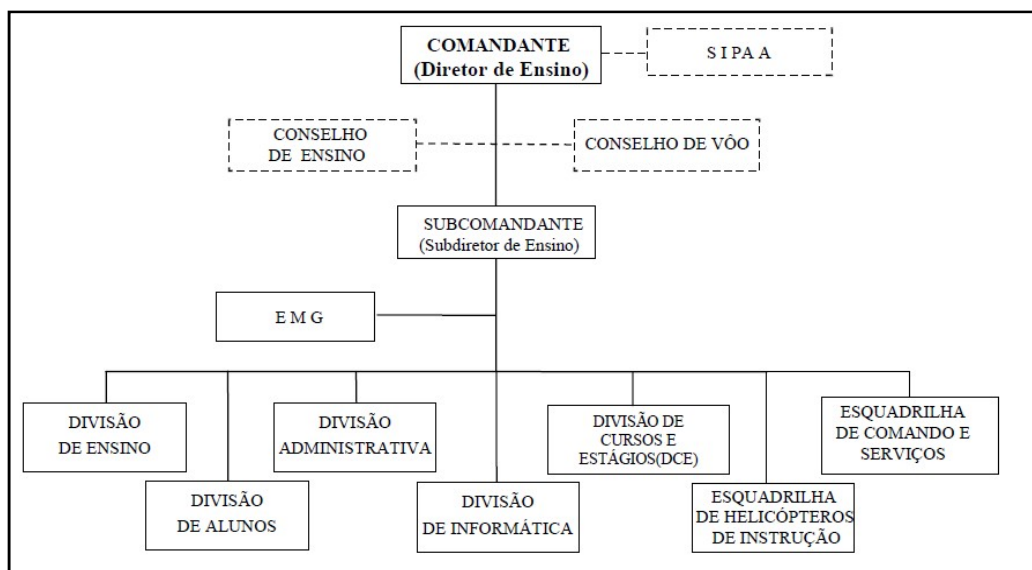
Com a recriação da Aviação do Exército em 1986, o Exército Brasileiro teve a necessidade de dispor de especialistas na área de aviação, pilotos e mecânicos de helicópteros militares até então inexistentes na Força Terrestre. Como o Exército não dispunha de estrutura de ensino de aviação, os primeiros aviadores tiveram que ser formados na Marinha do Brasil e na Força Aérea Brasileira.

Conforme Rodrigues(2006, p. 22) a criação do Núcleo do Centro de Instrução de Aviação do Exército (NuCIAvEx) em 1991 dotou Força Terrestre novamente de uma escola capaz de formar os primeiros especialistas de aviação. Contudo, somente em 1994 os pilotos passaram a ser formados, integralmente, no então denominado Centro de Instrução de Aviação do Exército(CIAvEx).

A partir de 2015, o Comando de Aviação do Exército(CAvEx), seguindo exemplos bem sucedidos de outros Exércitos, determinou que ao CIAvEx que reformulasse o CPA para atender novas necessidades operacionais da formação dos pilotos. Tal reformulação consistiu em adicionar novas fases ao curso, agregando maior complexidade a gestão e maiores custos e riscos.

O CIAvEx é a escola formadora dos especialistas da Aviação do Exército Brasileiro e para que possa realizar a formação integral dos profissionais, incluindo os pilotos está estruturado conforme o organograma abaixo.

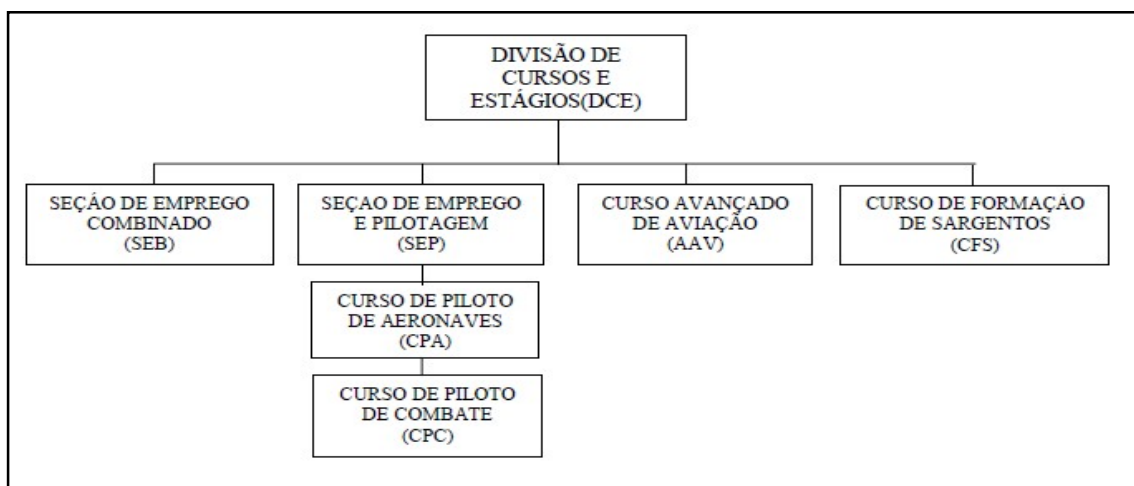
Figura 1 - Organograma do CIAvEx



Fonte: Adaptado do Regulamento do Centro de Instrução de Aviação do Exército.

A Divisão de Cursos e Estágios(DCE) tem a responsabilidade de coordenar todos os Cursos do CIAvEx. Nos cursos que envolvem pilotagem de aeronaves a DCE dispõe como responsável direta a Seção de Emprego e Pilotagem (SEP) cujo principal incumbência é o planejamento e execução dos cursos de voo da escola, inclusive do Curso de Piloto de Aeronaves como mostra o quadro abaixo.

Figura 2 - Organograma do CIAvEx



Fonte: Adaptado do Regulamento do Centro de Instrução de Aviação do Exército

O Estado Maior do Exército estabelece as condições de funcionamento do Curso de Piloto de Aeronaves conforme os seguintes critérios:

II - funcione no Centro de Instrução de Aviação do Exército (CIAvEx);
III - tenha a duração máxima de 63 (sessenta e três) semanas;
IV - tenha a periodicidade de 1 (um) curso por ano;
V - possibilite a matrícula de, no máximo, 20 (vinte) alunos por curso, não incluídos os militares de outras Forças Armadas, de Forças Auxiliares e de Forças Armadas de nações amigas; (BRASIL, 2017, p.1.).

Cada concludente do Curso de Pilotos de Aeronaves deve estar apto a ocupar os cargos e desempenhar as funções de piloto de aeronaves da Aviação do Exército (Av Ex), com habilitação nas aeronaves HA-1, no cumprimento de missões envolvendo a realização de voos básicos (diurno e noturno), tático, com óculos de visão noturna(OVN), do tiro com armamento aéreo e da qualificação ao voo por instrumentos.(BRASIL, 2017, p.2.).

Conforme estabelece o Calendário Geral de Atividades na Ordem de Instrução Nr 17 – DCE/SEP de 2018, o EPPBa duração total de 16 (dezesesseis) semanas de Instrução(SI) divididos em 3(três) fases, a saber: Manobras Elementares e de Emergências, com 36 voos curriculares por aluno; Manobras de Emprego Geral com 9voos curriculares por aluno e Manobras de Navegação Aérea com 2 voos curriculares por aluno, perfazendo um total, de 47 voos de instrução por aluno.

A instrução aérea é bastante peculiar, pois além das habilidades cognitivas visa desenvolver habilidades psicomotoras no aluno as quais só podem ser alcançadas de maneira prática e individualizada. Ou seja, cada sessão ou aula só pode ser realizada tendo um instrutor, um aluno e uma aeronave. Essa configuração didática favorece correção das dificuldades do aluno e seu treinamento integral, contudo exige muito mais recursos, pois para cada seção de instrução faz-se necessário: 1(um) instrutor, 1(uma) aeronave, 1(uma) área de voo.

Cada voo tem duração aproximada de uma hora e quinze minutos e é dividido didaticamente em manobras que serão apresentadas ao aluno que terá a oportunidade de praticar individualmente. Dentro do programa de voos, as manobras serão apresentadas numa ordem crescente de dificuldade e cada aluno terá um número limitado de voos para ser capaz de executá-las sem a interferência do instrutor. Sendo assim, cada voo constitui-se uma avaliação de desempenho do aluno.

A fase básica de pilotagem constitui-se de 36voos de instrução, comumente chamados de missões; conforme esta ilustrado no Anexo B .

As Normas para Avaliação da Instrução de Voo (NAIV) regulam a forma como será realizada a avaliação do aluno, retificação da aprendizagem e os desligamentos por insuficiência de desempenho.

Os discentes do CPA, CPC e SVN-2, para fins de avaliação do desempenho, serão avaliados em 4 (quatro) níveis de aprendizagem, cada qual com suas prescrições e particularidades, definidas nestas Normas, os quais deverão ser indicados nas FRVI com a sigla correspondente:

- I – Familiarização (F);
- II – Treinamento (T);
- III – Suficiência (S); e
- IV – Proficiência (P) (BRASIL2016,p 15).

No que concerne à gestão, ao relator do curso e sua equipe cabe administrar os recursos necessários e disponíveis, tais como: alunos, tempo, instrutores, aeronaves, áreas de instrução, padronizações e etc. necessários à realização do voo de instrução. Além dessas atribuições, cabe ao relator acompanhar a evolução dos discentes com vistas a facilitar o processo de ensino-aprendizagem e o controle dos padrões mínimos de desempenho em voo atingidos pelos alunos.

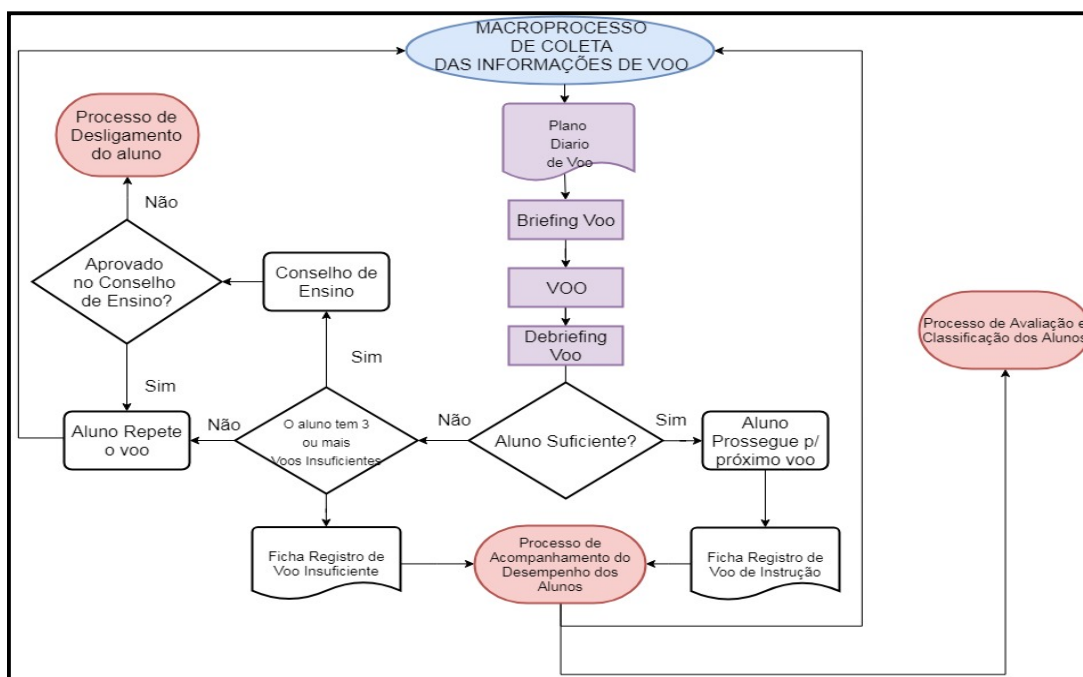
Anualmente, cada Estágio Prático de Pilotagem Básica (EPPB) exige um mínimo de 720 voos para que todos os 20 alunos concluam com aproveitamento a fase básica dos voos. Isso representa nas 16 semanas de curso, uma média de 10 voos diários. Média que aumenta se for considerada a média histórica de 2 voos extra para cada aluno fruto de recuperação de aprendizagem de voos considerados insuficientes.

A frota de helicópteros do CIAvEx destinada à instrução aérea e gerida pela Esquadrilha de Helicópteros Instrução dispõe de 8 helicópteros, contudo considerando as manutenções preventivas e as inspeções calendárias que as aeronaves estão sujeitas, a média diária, conforme o Sistema de Manutenção da Aviação do Exército, para voo é de 5 helicópteros disponíveis.

Uma das fases mais importantes do macroprocesso de gestão da atividade da aérea consiste na escalação diária dos voos de instrução. A disponibilização tempestiva e correta das informações é essencial para que se a relatoria do curso possa gerir os recursos humanos e aéreos disponíveis com o máximo de aproveitamento e consolida-los no Plano Diário de Voo (PDV). Erros na disponibilização dos dados acerca dos meios disponíveis ou no processamento das informações durante a confecção da escalação poderá resultar em desperdício de tempo, recursos e ou riscos a realização dos voos.

O Fluxograma a seguir representa o macroprocesso de gestão dos voos de instrução do CPA.

Figura 3 - Fluxograma de Processo de Gestão dos voos do CPA



Fonte: Desenvolvido pelo autor (2018)

3 MATERIAL E MÉTODO

Com o objetivo de atingir o propósito desta pesquisa, foi desenvolvida uma pesquisa descritiva em duas etapas. A primeira foi desenvolvida por meio de levantamento bibliográfico e documental, na qual se buscou atualizar os conhecimentos atinentes ao objeto da pesquisa. Na segunda etapa buscou-se levantar a ocorrência de falhas no processo de gestão dos voos de instrução do CPA, que causem cancelamento de voos, analisado os efeitos da falha em potencial por meio da ferramenta FMEA, sugerindo assim, um modelo FMEA à gestão dos voos do curso.

A escolha desse tema se deu devido ao índice elevado de falhas que levam a cancelamento de voos, voos incompletos e voos insuficientes gerando custos e riscos ao processo de formação de pilotos.

Para efeito dessa pesquisa, estudou-se de gestão da instrução aérea do CPA detalhando os processos que envolvem a escalação voo. A escolha deste assunto se deu em virtude na necessidade de avaliar processo de instrução aérea face aos altos custos e altos riscos associados ao tema.

4 UMA PROPOSTA DE APLICAÇÃO DA FMEA NA GESTÃO DA INSTRUÇÃO AÉREA DO CPA

Para se atender ao proposto no trabalho, apresenta-se a seguir uma proposta de aplicação do método FMEA na gestão da instrução aérea do Curso de Pilotos de Aeronaves do Exército. A implantação do FMEA como método de prevenção de falhas proporcionará um aumento da qualidade da formação, aumento do controle das variáveis e a consequente redução de riscos do processo.

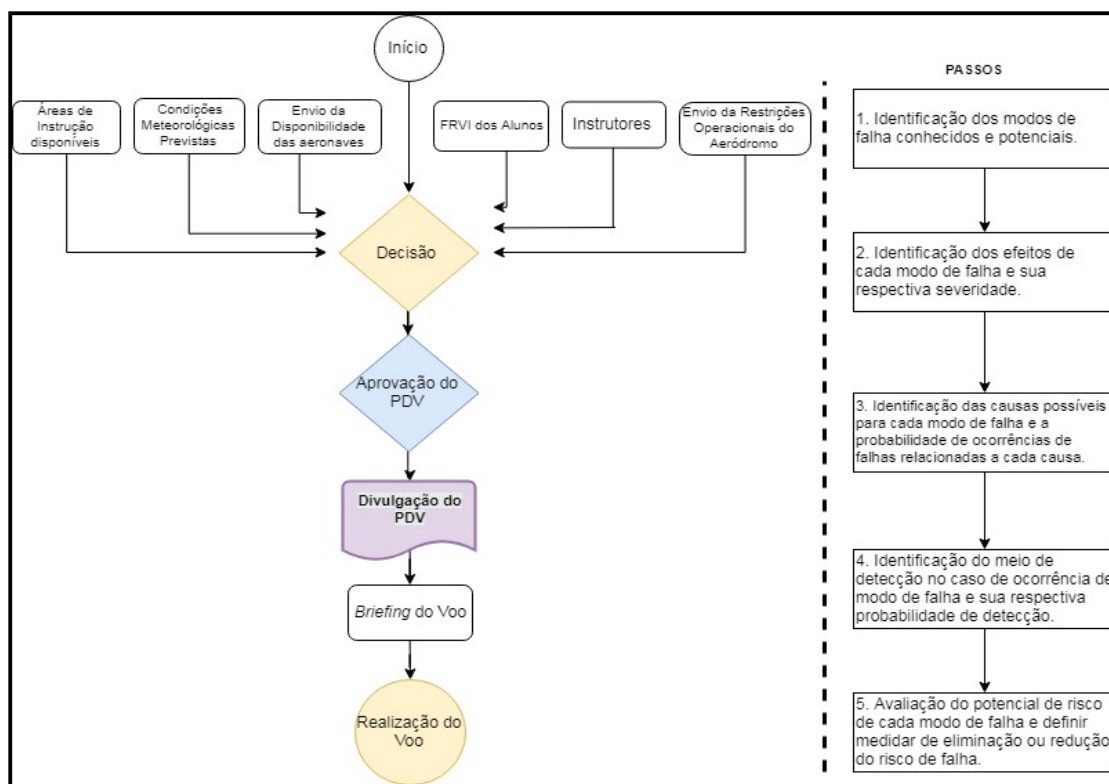
A primeira etapa da aplicação do FMEA na gestão dos voos do CPA seria o planejamento. Nesta fase os componentes do grupo seriam definidos. Grupos com poucos integrantes, que conheçam bem os processos a serem desenvolvidos são mais indicados. O objeto escolhido para esta análise baseou-se no fluxo de processo diário dos voos de instrução do CPA. Sendo assim, recomenda-se um grupo composto da seguinte forma: relator e sub-relator do curso, Oficial de Operações do CIAvEx e Comandante da Esquadrilha de Helicópteros de Instrução. Nesta fase, seriam definidos os objetivos, reunida a documentação pertinente e estabelecido um cronograma de reuniões do grupo.

Na fase seguinte, conforme Fernandes(2005) recomenda, deve ser elaborado pelo grupo o Fluxo de Processo de Serviço (FPS). No Quadro 1 verificam-se os passos a serem seguidos para elaboração do FPS do processo de realização dos voos de instrução do CPA.

Após a construção do FPS do processo de realização do voo de instrução, conforme os passos indicados, deve ser confeccionado o preenchimento do formulário respeitando cada etapa da aplicação do método de acordo com o Quadro 2.

De acordo com os dados preenchidos no formulário FMEA(Quadro 2), uma das falhas potenciais na gestão diária dos voos de instrução seria a falta de helicópteros em número suficiente para atender a demanda diária dos voos de instrução. O efeito dessa falha seria o cancelamento prévio de voos curriculares, a perda das janelas diárias de voo, o atraso na formação e desperdício de recursos. Tão importante quanto analisar a falha e seus efeitos é detectar os fatores que possibilitaram a sua ocorrência.

Figura 4 - FPS do Processo de escalação do voo e funcionamento do FMEA.



Fonte: Desenvolvido pelo autor (2018)

No caso em questão, alguns fatores podem aumentar a probabilidade da falha ocorrer, tais como: a) Deficiente de planejamento da relatoria quanto à necessidade de helicópteros; b) Adoção de diferentes prioridades na alocação das aeronaves disponíveis; c) Falta de recursos financeiros, gerando falta de suprimentos de manutenção da frota de helicópteros; d) Deficiente quantidade de recursos humanos para a manutenção das aeronaves; e) Deficiente planejamento da manutenção, não adaptado às necessidades dos calendários dos cursos de pilotagem.

A próxima etapa da análise seria a atribuição de índices para os itens severidade (S), ocorrência (O), detecção (D) para cada causa elencada. Dessa maneira, pode ser encontrado o coeficiente de risco (R) para cada atividade da gestão do voo de instrução do CPA. No caso da falha levantada (falta de helicópteros suficientes para atender a demanda diária de voos do CPA), foi avaliada a severidade e o grau de importância para o processo, sendo atribuído para severidade o índice 7 (alto), pois a falta de helicópteros impacta significativamente na realização dos voos, gerando atrasos e deficiência na formação dos pilotos que muitas vezes necessitarão de voos extras para compensar a falta de regularidade dos voos, acarretando maiores custos.

QUADRO 2 - Representação do Formulário FMEA

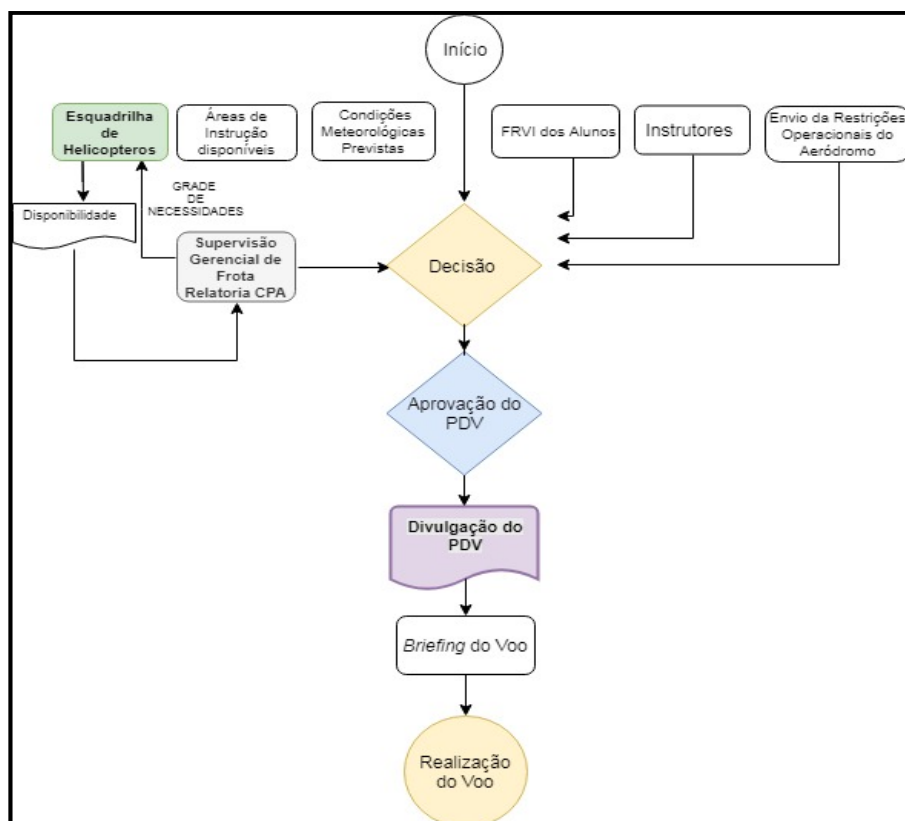
Análise do Tipo e Efeito da Falha																	
CodProcesso :001 Nome do Serviço: Realização de Voo de Instrução do CPA Data: 3 Nov 2018 Folha Nr001										<input checked="" type="checkbox"/> FMEA do Processo <input type="checkbox"/> FMEA do Produto							
2	3	4	5	6	7	8				9	10	11	12	13	14	15	
Descrição do Processo	Funções do Processo	Tipo da Falha Potencial	Efeito da Falha Potencial	Causa da Falha em Potencial	Controles Atuais	ÍNDICES				AÇÕES DE MELHORIAS				Índices Atuais			
						S	O	D	R	Ações Recomendadas	Responsável/ Prazo	Melhorias Implantadas	S	O	D	R	
Gestão do Voo de Instrução do CPA	Realização dos voos previstos na grade curricular do EPPB do CPA	Falta de helicópteros em número suficiente para atender a demanda dos voos do CPA	Cancelamento de voos do CPA , perda da janela diária de voo, atraso na formação e desperdício de recursos	-Comunicação deficiente entre a equipe de gerentes de manutenção da frota e a relatoria do CPA.	Não existem controles atuais do processo	7	4	3	84	Supervisionar o processo de disponibilização de helicópteros para o voo do CPA.	Relator do CPA Prazo: 2 meses	Estabelecido um procedimento diário de publicação na rede interna até às 15:00h do dia anterior das aeronaves que estarão disponíveis para voo no dia seguinte. - Criado uma grade de previsão necessidades de aeronaves	7	2	2	28	

Fonte: Adaptado de Toledo e Amaral (2006).

No que tange a probabilidade de ocorrência da falha foi atribuído o índice 4 (moderado) com base na série histórica de ocorrências e a dinâmica do processo de manutenção aeronáutica. Por outro lado, à detecção foi atribuído o índice 3, visto que as chances da falha ser detectada antes da ocorrência são grandes, pois durante o curso do CPA toda estrutura da CIAvEx volta-se para sua realização aumentando-se os controles internos. Dessa forma, com a multiplicação desses índices o coeficiente de risco foi de 84 para o processo de verificado.

A fase seguinte refere-se às ações práticas de melhoria com a finalidade de reduzir a probabilidade de ocorrência de falhas. Conforme apresentado, recomenda-se que novos procedimentos sejam implantados. Conforme exemplificado, a adoção de um processo de supervisão gerencial da disponibilidade da frota dentro da relatoria do CPA permitiria antever potenciais faltas de aeronaves, ajustando antecipadamente a grade de voos dos alunos. Além disso, propôs-se o estabelecimento de um procedimento interno de difusão de disponibilidades e criação de uma grade de previsão de necessidades de helicópteros para cada fase.

Figura 5 - FPS do Processo de realização do Voo após a aplicação do FMEA.



Fonte: Desenvolvido pelo autor (2018)

Diante do apresentado sugere-se a nova FPS, conforme na figura acima.

Depois de realizada a aplicação da metodologia FMEA no FPS no processo de gestão da disponibilidade das aeronaves do CPA, com a aplicação de novos procedimentos de controle, deve ser realizada nova atribuição de valores para os itens avaliados, severidade, ocorrência e detecção com vistas a atribuir o risco remanescente. O Quadro 4 ilustra como ficará o risco remanescente.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Curso de Piloto de Aeronaves do Exército é um curso que exige inúmeros recursos de alto custo, de difícil reposição e que, ultimamente, tem crescido em complexidade com a implementação de novos módulos didáticos. Particularmente em 2017, observou-se muitos voos curriculares cancelados que prejudicaram o andamento da fase prática do curso em face da dificuldade em gerir o processo de escalção e acompanhamento dos voos. Com a adoção da metodologia, percebeu-se que a FMEA é capaz de gerar um alto detalhamento do processo de escalção, um maior controle e uma melhor identificação dos riscos por parte dos gestores do processo. Verificou-se também, que a aplicação sistematizada da FMEA no processo de gerenciamento da escalção dos voos do CPA, tal como aponta Fernandes (2005), permite a detecção de falhas, reais e potenciais, que poderiam ocorrer durante o processo, minimizando seus efeitos e melhorando os controles atuais. Portanto, com a utilização desta técnica, a solução de problemas se tornou mais clara, permitindo a alteração no fluxo do processo de serviço para um mais adequado, contribuindo para um melhor resultado. Por meio da adaptação da utilização da ferramenta FMEA, foi possível oferecer uma ferramenta que gere resultados de trabalho com maior grau de segurança, confiabilidade e qualidade para todos os envolvidos, incrementando ainda mais a formação dos pilotos e reduzindo custos. Por fim, vislumbra-se que a metodologia FMEA permita melhoria na gestão de outras áreas correlatas da atividade aérea tal como a gestão de frota e dos recursos aeroportuários, que poderiam ser tema para futuras pesquisas.

APPLYING FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) TO THE MANAGEMENT OF AIRCRAFT PILOT COURSE FLIGHTS IN ARMY AVIATION

ABSTRACT

This work deals with the application of the FMEA tool to the process of managing the instruction flights of the Aircraft Pilot Course (CPA) of the Brazilian Army. Such an approach is necessary because of the high costs of resources used and risks in the practical training of helicopter pilots.

The purpose of this work is to indicate a way of using the FMEA methodology in the management of the flight scheduling process of the practical phase of the Aircraft Pilot Course. This attempt will be achieved through a bibliographical, descriptive and documentary review in which an analysis is presented of the type and effect of failures that may arise during the escalation process as well as in the subsequent stages of the application of this tool. In this study it can be concluded that the FMEA application, in addition to being able to point out faults in the management of the scale, indicates which improvement actions should be implemented to minimize potential risks and future failures, providing greater reliability of the process. reduced costs of canceled flights and delays and deficiencies in the training of new pilots.

Keywords: Aviation. Helicopter. Army. Management.FMEA.

REFERÊNCIAS

ALVES, Marta Duarte; COSTA, Jorge Moreira da. **Estratégia de gestão de obras de arte baseada numa análise de risco segundo a FMEA**. 2004. Disponível em:<http://www.fe.up.pt/si_uk/publs_pesquisa.FormView?P_ID=12633>. Acesso em: 20 jul. 2008.

BARROS, A. J. S.; LEHFELD, N. A. S. **Fundamentos da Metodologia Científica**. São Paulo: Pearson, 2000.

CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC – Controle da Qualidade Total (no estilojaponês)**. 8. Ed. Minas Gerais: INDgTecnologia e Serviços LTDA, 2004.

BRASIL Exército. **Departamento de Ensino e Cultura do Exército - Boletim Interno Nº 90**, 2017, p.2.

_____. Exército. Estado-Maior do Exército. **O Curso de Piloto de Aeronaves**. Portaria nº 102 – EME, de 29 de junho de 2012.

_____. Exército Brasileiro. **Comando de Aviação do Exército – Histórico**. Disponível em <www.cavex.eb.mil.br>. Acesso em 28/10/2018b.

_____. Exército Brasileiro. **Comando de Aviação do Exército – Organização**. Disponível em <www.cavex.eb.mil.br>. Acesso em 28/06/2017c.

_____. Exército Brasileiro. , **Ordem de Instrução Nº 17 – DCE/SEP - CIAvEx, 2018, p.3**.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Departamento de Ensino e Cultura do Exército. **Boletim Interno Nº 90**. Brasília, 2017, p.2.

_____. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Comando de Aviação do Exército. **Histórico**. 2018b. Disponível em: <www.cavex.eb.mil.br>. Acesso em 28 out. 2018.

FERNANDES, José Márcio Ramos. **Proposição de abordagem integrada de métodos da**

qualidade baseada no FMEA. . Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e (Sistemas) – Pontifca Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2005.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo. Atlas, 2007.

GOMES, Celso Augusto dos Santos. **Metodologia da Pesquisa.** Varginha, 2015. 106p. Guia de Estudos UNIS. Revisão: 2017.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica.** São Paulo: Atlas, 2001.

MORETTI, Diego de Carvalho; BIGATTO, Bruno Valente. **Aplicação do FMEA: estudo de caso em uma empresa do setor de transporte de cargas.** Disponível em: <<http://www.nortegubisian.com.br/artigos/fmea.pdf>>. Acesso em: 02. ago. 2008

RODRIGUES, Luís Azambuja Contreiras. **História Oral da Aviação do Exército, de 1985 a 1994.** Taubaté, 2006. 246f.

ROTONDARO, Roberto Gilioli. **SFMEA: análise do efeito e modo da falha em serviços – aplicando técnicas de prevenção na melhoria de serviços.** 2002. Disponível em: Acesso em: 04 ago. 2008.

SILVEIRA, Denise Tolfo CÓRDOVA, Fernanda Peixoto. A pesquisa científica. In: GERHARDT, Tatiana Engel (Org.); SILVEIRA, D. T. (Org.). **Métodos de Pesquisa.** 2009. Disponível em <<http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>>. Acesso em 18/10/2017.

TOLEDO, José Carlos de; AMARAL, Daniel Capaldo. **FMEA: Análise do Tipo e Efeito de Falha.** Disponível em: < http://www.gepeq.dep.ufscar.br/arquivos/FMEA_APOSTILA.pdf>. Acesso em: 28 jul. 2008.

Anexo A - Representação do Formulário FMEA

Análise do Tipo e Efeito da Falha																
CodPeç: Nome da Peça: Data: Folha Nr 1 1											<input type="checkbox"/> FMEA do Processo <input type="checkbox"/> FMEA do Produto					
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
Descrição do Produto /Processo	Função (ões) do Produto	Tipo da Falha Potencial	Efeito da Falha Potencial	Causa da Falha em Potencial	Controles Atuais	ÍNDICES				AÇÕES DE MELHORIAS						
						S	O	D	R	Ações Recomendadas	Responsável/ Prazo	Melhorias Implantadas	Índices Atuais			
												S	O	D	R	
Processo ou produto objetivo da análise.	Função e/ou características que devem ser atendidas pelo processo/ produto.	Forma e modo como as características ou funções podem deixar de serem atendidas.	Efeitos consequências do tipo da falha sobre o sistema e sobre o cliente.	Causas e condições que podem ser responsáveis pelo tipo de falha em potencial.	Medidas preventivas de detecção que já tenham sido tomadas e/ou são regularmente utilizadas nos processos/pr odu tos da empresa.	Indicação de um índice para avaliar a gravidade do efeito da falha	Indicação de um índice probabilidade da falha ocorrer	Indicação de um índice para avaliar se a falha é visível para o cliente	Resultado da multiplicação dos índices(SxOxD) para possibilitar priorizar o modo de falha que tem maior impacto no processo/produ to	Ações recomendadas para a diminuição dos riscos	Identificação do responsável e o prazo para implementação das ações	Listas quais as melhorias que foram recomendadas e implementadas	S E V E R I D A D E	O C O R R Ê N C I A	D E T E C T I O	R I S C O S

Fonte: Adaptado de Toledo e Amaral (2006).

Anexo B - Quadro de Manobras Elementares

QUADRO DE MANOBRAS ELEMENTARES																																							
MISSÃO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36			
01 INSPECÇÕES E CHECKS	F	T	T	T	S	P																															P		
02 PARTIDA	F	T	T	T	T	S	P																														P		
03 CORTE DO MOTOR	F	T	T	T	T	S	P																														P		
04 VOO NIVELADO	F	T	T	T	T	T	S	P																															
05 CURVAS NIVELADAS	F	T	T	T	T	T	S	P																															
06 VARIAÇÃO DE ALTITUDE				F	T	T	T	T	S	P																													
07 VARIAÇÃO DE POTÊNCIA				F	T	T	T	T	S	P																													
08 VOO PAIRADO D.E.S.	F	F	F	F	F	T	T	T	T	T	T	T	T	T	S	P																					P		
09 DECOLAGEM NORMAL							F	T	T	T	T	T	T	T	S	P																					P		
10 CIRCUITO DE TRÁFEGO							F	T	T	T	T	T	T	T	S	P																					P		
11 APROXIMAÇÃO NORMAL							F	T	T	T	T	T	T	T	T	S	P																				P		
12 GIROS DE 360°											F	T	T	T	T	S	P																			P			
13 QUADRADO DE PROA CONSTANTE											F	T	T	T	T	S	P																				P		
14 QUADRADO DE PROA VARIÁVEL											F	T	T	T	T	S	P																				P		
15 TAXI															F	T	T	T	S	P																	P		
16 DECOLAGEM VERTICAL															F	T	T	T	T	S	P																P		
17 POUSO VERTICAL															F	T	T	T	T	S	P																P		
18 ESTUDO E APLICAÇÃO DO P.A. / MODOS																F	T	S	P																				
19 DESACELERAÇÃO SEM AFUNDAMENTO																F	T	T	T	T	S	P																	
20 DESACELERAÇÃO COM AFUNDAMENTO																F	T	T	T	T	S	P																	
21 VOO EM AUTORROTAÇÃO																	F	T	T	S	P																P		
22 AUTORROTAÇÃO NA RETA																	F	T	T	T	S	P															P		
23 AUTORROTAÇÃO A 90°																		F	T	T	T	S	P														P		
24 AUTORROTAÇÃO A 180°																			F	T	T	T	S	P													P		
25 PANE HIDRÁULICA																					F	T	T	S	P											P			
26 POUSO COERIDO																						F	T	T	S	P										P			
27 POUSO SEM PEDAL																							F	T	S	P										P			
28 PERDADO MOTOR NO PAIRADO D.E.S.																																					P		
TOTAL PREVISTO (HV)																																					04	15	04
																1,3 POR VOO DE INSTRUÇÃO																							

Observação: os voos de instrução CPA 35 e 36 poderão ser realizados ao final do Curso, a critério do Diretor de Ensino ou do Cmt AvEx.

Fonte: Anexo E a Ordem de Instrução nr 17.013 - DCE/SEP de 20 de Março de 2017.