

LUCAS PERACELLI

Desenvolvimento de um mapa de riscos para uma empresa de
manutenção de aeronaves

São Paulo
2018

LUCAS PERACELLI

Desenvolvimento de um mapa de riscos para uma empresa de
manutenção de aeronaves

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para a obtenção do título de Especialista
em Engenharia de Segurança do
Trabalho

São Paulo

2018

Dedico este trabalho a Deus, criador de todas as coisas, sempre presente em minha vida; a minha esposa e familiares, por todo incentivo e motivação nos estudos.

AGRADECIMENTOS

A minha esposa e todos os meus familiares por sempre terem dado suporte, motivação e incentivo na minha carreira profissional.

Aos professores e assistentes do Programa de Educação Continuada da Universidade de São Paulo, contribuidores de um país mais culto e profissional.

A todos que contribuíram de forma direta ou indireta para o desenvolvimento dessa pesquisa.

Ao Exército Brasileiro pela minha formação profissional e por todo aprendizado.

A Força Aérea Brasileira em especial ao Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos.

... onde estiver o vosso tesouro, aí estará
também o vosso coração.

(Mateus 6:21)

RESUMO

O Brasil é um país que possui um amplo território, com um tráfego aéreo civil e militar que interliga várias regiões do país. O transporte aéreo requer uma indústria de serviços de manutenção aeronáutica capaz de apoiar tal amplitude, sem prejuízo para as condições de segurança de voo e para a aeronavegabilidade continuada. A execução das atividades de uma empresa de manutenção aeronáutica expõe seus funcionários a riscos ambientais que estão presentes na atividade, sendo que a identificação e gerenciamento dos mesmos se constituem fator decisivo para a permanência em um mercado cada vez mais competitivo. O mapa de riscos é uma ferramenta que permite o gerenciamento destes riscos de maneira eficiente, mostrando claramente os riscos que o ambiente de trabalho pode apresentar. Neste trabalho foram identificados os riscos ambientais de uma empresa do setor aeronáutico que realiza manutenções em aeronaves do tipo AS 350 ESQUILO. Foram utilizados neste trabalho, para a elaboração do mapa de riscos, as diretrizes de elaboração previstas no anexo IV da Portaria nº 25 de 29 de dezembro de 1994, sendo a pesquisa realizada de forma qualitativa. Os objetivos propostos para o estudo foram atingidos, sendo identificados os cinco agentes de riscos (físicos, químicos, biológicos, de acidentes e ergonômicos) com distintas intensidades de acordo com as especificidades de cada setor da empresa. Foi constatado que, na empresa como um todo, os riscos químicos e ergonômicos são os mais frequentes, já se considerarmos os setores, os funcionários que trabalham no hangar estão sujeitos aos riscos de acidentes e físicos com as intensidades mais elevadas. Ao término do trabalho foram sugeridas ações que objetivaram mitigar os riscos e proporcionar um ambiente de trabalho mais seguro aos trabalhadores.

Palavras-chave: Mapa de Risco. Manutenção Aeronáutica. Riscos Ambientais. Equipamento de Proteção Individual. Gerenciamento de riscos.

ABSTRACT

Brazil is a country that has a large territory, with civil and military air traffic that interconnects several regions of the country. Air transport requires an aircraft maintenance service industry capable of supporting such breadth, without prejudice to flight safety conditions and continued airworthiness. The execution of the activities of an aeronautical maintenance company exposes its employees to the environmental risks that are present in the activity, and the identification and management of these are a decisive factor for the permanence in an increasingly competitive market. The risk map is a tool that allows the management of these risks in an efficient manner, clearly showing the risks that the work environment can present. In this work, the environmental risks of an aeronautical company that performs maintenance on aircraft of type AS 350 ESQUIRREL were identified. The elaboration guidelines for the elaboration of the risk map were used in this work, as set out in Annex IV of Administrative Rule No. 25 of December 29, 1994, and the research was carried out in a qualitative way. The objectives proposed for the study were reached, identifying the five risk agents (physical, chemical, biological, accident and ergonomic) with different intensities according to the specifics of each sector of the company. It was found that in the company as a whole, chemical and ergonomic risks are the most frequent, and if we consider the sectors, employees working in the hangar are subject to the risks of accidents and physicists with the highest intensities. At the end of the work, actions were suggested that aimed to mitigate risks and provide a safer working environment for workers.

Keywords: Risk map. Aeronautical Maintenance. Environmental Risks. Individual Protection Equipment. Risk management.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Modelo de manutenção aeronáutica	22
Figura 2 - Certificação por Categoria de Manutenção.....	30
Figura 3 - Exemplos de categorias de manutenção aeronáutica.....	31
Figura 4 - Grupos de riscos	43
Figura 5 - Intensidade e cores de riscos	44
Figura 6 - Visão detalhada da intensidade e cores de riscos	45
Figura 7 - Apresentação da aeronave AS 350 - ESQUILO	47
Figura 8 - Estrutura central.....	48
Figura 9 - Estrutura da capota.....	49
Figura 10 - Estrutura da barca.....	49
Figura 11 - Estrutura traseira.....	50
Figura 12 - Cone de cauda.....	51
Figura 13 - Empenagem.....	51
Figura 14 - Conjunto das portas	52
Figura 15 - Trem de pouso	53
Figura 16 - Transmissão mecânica principal.....	53
Figura 17 - Flectores da árvore de acionamento da CTT	54
Figura 18 - Vista em corte da CTP	54
Figura 19 - Vista detalhada do rotor principal.....	56
Figura 20 - Punhos das pás do rotor principal – cores diferentes	57
Figura 21 - Acionamento do rotor traseiro	57
Figura 22 - Caixa de transmissão traseira.....	58
Figura 23 - Pás do rotor de cauda.....	59
Figura 24 - Estrutura das pás do rotor de cauda.....	59
Figura 25 - Ação do piloto nas pás do rotor de cauda	60
Figura 26 - Ação dos pesos chineses no perfil.....	60
Figura 27 - Ilustração dos comandos de voo.....	61
Figura 28 - Funcionamento do sistema hidráulico.....	62
Figura 29 - Sistema de combustível.....	63
Figura 30 - Descrição do Sistema de combustível.....	64
Figura 31 - Funcionamento da luz de baixo nível de combustível.....	64

Figura 32 - Funcionamento da luz de baixa pressão de combustível.....	65
Figura 33 - Representação esquemática do sistema elétrico.....	66
Figura 34 - Grupoturbomotor.....	68
Figura 35 - Descrição do compartimento do GTM.....	70
Figura 36 - Sistema de refrigeração do motor.....	71
Figura 37 - Painel de instrumentos.....	72
Figura 38 - Macacão para manutenção aeronáutica.....	77
Figura 39 - Macacão para uso de aeronaves.....	78
Figura 40 - Mascaras para proteção individual.....	79
Figura 41 - Luvas para proteção individual.....	79
Figura 42 - Óculos de proteção individual.....	80
Figura 43 - Protetores auriculares e abafadores.....	80
Figura 44 - Chuveiro e lava olhos.....	81
Figura 45 - Mapa de riscos.....	91

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Gerência.....	82
Quadro 2 - Departamento de controle técnico de manutenção.....	83
Quadro 3 - Oficina de manutenção de componentes hidráulicos	83
Quadro 4 - Oficina de manutenção de grupomotopropulsores.....	84
Quadro 5 - Oficina de manutenção de aviônicos.....	85
Quadro 6 - Seção de pintura de aeronaves	86
Quadro 7 - Seção de reparos de pás	83
Quadro 8 - Seção de reparos extruturais	86
Quadro 9 - Seção de cóletas de óleos, fluidos e combustíveis	86
Quadro 10 - Seção de produtos e utilitários	87
Quadro 11 - Depósito	87
Quadro 12 - Ferramental.....	88
Quadro 13 - Biblioteca técnica	88
Quadro 14 - Hangar e pessoal de pista.....	89
Quadro 15 - Sala de compressores.....	90
Quadro 16 - Vestiários, sala de estar e banheiros	90

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
CBA	Código Brasileiro de Aeronáutica
CELMA	Companhia Electro - Mecânica
CENIPA	Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
COM	Certificado de Organização de Manutenção
CTA	Centro Técnico Aeroespacial
CTP	Caixa de Transmissão Principal
CTT	Caixa de Transmissão Traseira
DAC	Departamento de Aviação Civil
<i>EADS</i>	<i>European Aeronautic Defence and Space Company</i>
Embraer	Empresa Brasileira de Aeronáutica
EPI	Equipamento de Proteção Individual
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
GEIMA	Grupo Executivo da Indústria de Material Aeronáutico
GEIA	Grupo Executivo da Indústria Automobilística
GR	Gerenciamento de Risco
GTM	Grupoturbomotor
IAC	Instruções de Aviação Civil
<i>ICAO</i>	<i>International Civil Aviation Organization</i>
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
IS	Instruções Suplementares
ITA	Instituto Tecnológico de Aeronáutica
MMA	Mecânicos de Manutenção Aeronáutica

<i>MRO</i>	<i>Maintenance, Repair and Overhaul</i>
NASO	Nível Aceitável de Segurança Operacional
NBR	Norma Brasileira
<i>NIOSH</i>	<i>National Institute for Occupational Safty and Health</i>
NR	Norma Regulamentadora
<i>SLL</i>	<i>Service Life Limit</i>
OACI	Organização da Aviação Civil Internacional
<i>OTL</i>	<i>Operating Time Limits</i>
ONU	Organização das Nações Unidas
PPRA	Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
PSO-BR	Programa de Segurança Operacional do Brasil
RBAC	Regulamento Brasileiro de Aviação Civil
RBHA	Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica
<i>SARPS</i>	<i>Standards and Recommended Practices</i>
SGSO	Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional
<i>SMS</i>	<i>Safety Management System</i>
<i>TBO</i>	<i>Time Between Overhauls</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	OBJETIVO.....	15
1.2	JUSTIFICATIVA.....	16
2	REVISÃO DA LITERATURA	18
2.1	INÍCIO DA INDUSTRÍA DE MANUTENÇÃO DE AERONAVES NO BRASIL	18
2.2	CONTROLE DA SEGURANÇA NA MANUTENÇÃO AERONAUTICA.....	27
2.2.1	Extrutura das Oficinas de Manutenção	30
2.2.2	Recursos Humanos e Execução da Atividade de Manutenção	32
2.3	SISTEMA DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS...35	
2.3.1	Sistema de gerenciamento da segurança operacional	36
2.3.2	Gerenciamento de riscos na aviação	37
2.4	RISCOS OCUPACIONAIS.....	39
2.4.1	Mapa de riscos	43
2.5	PRINCIPAIS SISTEMAS DE UMA AERONAVE AS 350 - ESQUILO.....	46
2.5.1	Extruturas principais	48
2.5.2	Transmissões mecânicas principais	53
2.5.3	Comandos de voo	61
2.5.4	Sistema de combustível	63
2.5.5	Sistema elétrico	65
2.5.6	Grupo motopropulsor	68
2.5.7	Painél de instrumentos	71
3	MATERIAIS E MÉTODOS	74
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA DE MANUTENÇÃO AERONÁUTICA	75
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	77
4.1	DESCRIÇÃO DOS SETORES DA EMPRESA	77
4.1.1	Gerência	81

4.1.2 Departamento de planejamento e controle técnico de manutenção	82
4.1.3 Oficina de manutenção de componentes hidráulicos	83
4.1.4 Oficina de manutenção de grupos motopropulsores.....	84
4.1.5 Oficina de manutenção de aviônicos	84
4.1.6 Oficina de manutenção de célula.....	85
4.1.7 Depósito	87
4.1.8 Ferramental	88
4.1.9 Biblioteca Técnica	88
4.1.10 Hangar e pessoal de pista.....	89
4.1.11 Setores com funcionários terceirizados	89
4.2 ELABORAÇÃO DO MAPA DE RISCOS	90
4.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS E MELHORIAS IMPLEMENTADAS	92
5 CONCLUSÃO.....	94
REFERÊNCIAS	95

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país que possui um amplo território, com um tráfego aéreo civil e militar que interliga várias regiões do país. De fato, o mercado doméstico brasileiro de transporte aéreo é o maior mercado latino-americano e tem crescido à taxa de 10% entre 2003 e 2008, alcançando mais de 50 milhões de viagens por ano (MCKINSEY; COMPANY, 2010).

A manutenção aeronáutica pode ser dividida em duas atividades que, apesar de estarem completamente associadas, possuem especificidades que as distinguem. A primeira atividade se refere à manutenção das aeronaves como um equipamento único, e a segunda atividade se refere à manutenção dos componentes que servirão como insumos para a primeira. (CHEUNG et al., 2005).

Os sistemas de manutenção devem ser moldados de acordo com a natureza do trabalho que será gerenciado, ou seja, na indústria siderúrgica serão estabelecidos procedimentos de gerenciamento da manutenção que irão diferir daqueles utilizados na indústria aeronáutica (SHERWIN, 2000).

A Organização de Aviação Civil Internacional (OACI) definiu que, a partir de novembro de 2006, os Estados signatários deveriam estabelecer um programa de segurança operacional que os permitissem alcançar um Nível Aceitável de Segurança Operacional (NASO) em suas atividades de aviação (CENIPA, 2014).

Em 8 de janeiro de 2009, de acordo com os compromissos assumidos pelo país em acordos internacionais, foi estabelecido o Programa de Segurança Operacional do Brasil (PSO-BR), documento de alto nível, assinado pelo Comandante da Aeronáutica e pelo Diretor Presidente da ANAC, que apresenta o processo brasileiro para o gerenciamento da segurança operacional, incluindo o Programa de Segurança Operacional Específico da Agência Nacional de Aviação Civil (PSOE-ANAC) e o Programa de Segurança Operacional Específico do Comando da Aeronáutica (PSOE-COMAER) (BRASIL, 2018).

Ficou estabelecido que os Estados deveriam exigir que os provedores de serviços aéreos implantassem um Sistema de Gerenciamento de Segurança Operacional (SGSO), entendido como um conjunto de ferramentas gerenciais e métodos organizados de maneira a apoiar as decisões relativas ao risco das atividades

operacionais. Dessa forma, o PSO-BR definiu diretrizes e requisitos relacionados aos SGSO dos provedores de serviços da aviação (BRASIL, 2018).

A implantação do SGSO revelou-se bastante oportuna para a aviação helicópteros do Brasil, pois o país conta com uma frota que ultrapassou a marca de 2000 aeronaves desse tipo (BRASIL, 2018).

Dentro do contexto do SGSO o mapa de riscos pode ser entendido como uma ferramenta organizacional organizada para apoiar decisões gerenciais relativas aos riscos das atividades (CENIPA, 2014).

Mapa de Risco é uma representação gráfica de um conjunto de fatores presentes nos locais de trabalho, capazes de acarretar prejuízos à saúde dos trabalhadores (FUNDACENTRO, 2004).

A adoção do mapa de riscos traz inúmeros benefícios tanto para empregado quanto para empregador. A partir da elaboração e implementação é possível compreender a importância da conscientização quanto ao uso adequado dos Equipamentos de Proteção Individual e de proteção coletivas, além de aumentar a produtividade, competitividade e lucratividade através da melhoria do clima organizacional. Todas essas medidas facilitam a gestão de saúde e segurança no trabalho com o aumento da proteção dos colaboradores, reduzindo os gastos com acidentes e doenças, substituição de trabalhadores ou danos patrimoniais (FUNDACENTRO, 2004).

1.1 OBJETIVO

Desenvolver um mapa de riscos para uma empresa de manutenção de aeronaves AS 350 - ESQUILO.

1.2 JUSTIFICATIVA

A aviação movimenta uma indústria de grandes proporções no cenário brasileiro e mundial. A eficácia da manutenção aeronáutica esta diretamente relacionada com a segurança das operações aéreas.

Os serviços realizados pela equipe de manutenção aeronáutica em uma oficina de manutenção são primordiais para que a atividade aérea seja realizada com segurança. As atividades de manutenção expõem a equipe a diversos riscos, que podem impactar na eficiência dos trabalhos realizados.

Dessa forma espera-se que a realização deste trabalho possa contribuir com a segurança nos serviços de manutenção através do desenvolvimento de um mapa de riscos dos setores de uma empresa de manutenção de aeronaves.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 INÍCIO DA INDÚSTRIA DE MANUTENÇÃO DE AERONAVES NO BRASIL

A história da indústria aeronáutica brasileira passou por diversas fases. A evolução da indústria de aviões no Brasil desde o início do século XX, elencando que a primeira referência que vem à mente quando o assunto é o início da aviação no Brasil é o feito histórico de Santos Dumont, na Paris de 1906 onde realizou o primeiro voo com o 14 Bis, perante mais de mil espectadores, primeira aeronave mais pesada que o ar a decolar por seus próprios meios, percorrendo 60 metros em sete segundos, a dois metros do solo (EMBRAER, 2018).

A EMBRAER (2018) foi criada, em 1969 e beneficiou-se de um longo passado de realizações de muitos brasileiros que, desde o início do século XX, se lançaram à verdadeira aventura de projetar e construir aviões. Ainda que eles não tenham alcançado um grau de desenvolvimento que garantisse sua sobrevivência, tiveram o mérito de legar à Embraer esse espírito empreendedor. A partir daí, uma conjunção de diversos fatores – sociais, políticos, científicos e tecnológicos – permitiu com que a Embraer levasse adiante o sonho dos pioneiros da indústria aeronáutica brasileira, elevando-a a patamares que, provavelmente, os pioneiros chegaram a cogitar.

A EMBRAER (2018) é hoje uma das maiores empresas aeroespaciais do mundo. Em mais de 40 anos de história seu maior desafio vencido foi a privatização e reestruturação ocorrido 1994. A Embraer constituiu uma base global de clientes e importantes parceiros de renome internacional. Hoje, a empresa vem contribuindo para integrar o mundo pela aviação, para diminuir distâncias entre povos e oferecer o que existe de mais moderno em tecnologia, versatilidade e conforto em aeronaves.

Sobre o desenvolvimento aeronáutico, a EMBRAER (2018), apresenta:

O desenvolvimento do setor aeronáutico caminhou de forma diferenciada em relação ao que ocorreu no automobilístico. A partir de 1908, o norte-americano Henry Ford revolucionou a produção de veículos com seu Modelo T – chamado no Brasil de “Ford Bigode” – a partir de um sistema de produção que tornou o automóvel um bem acessível à boa parte da população mundial. Já o avião, era e é um produto só viável em larga escala, com custo elevado e processo de produção longo. Por isso, até as primeiras décadas século XX, especialmente no Brasil, apesar da incipiente aviação comercial e da existência de vários aeroclubes privados, o mercado para as primeiras fábricas de aeronaves era quase exclusivamente o

Governo, estimulado por questões de segurança, sobretudo entre as guerras mundiais.

Nesse sentido, a história da indústria brasileira de aviões teve estreito vínculo com a estruturação da Aeronáutica o que passou a demandar mais aeronaves. No âmbito do Exército, a Arma de Aviação foi criada em 1927, passando a ter evolução própria ao lado das armas tradicionais de Artilharia, Cavalaria e Infantaria. Antes disso, porém, o Exército e a Marinha já haviam iniciado a utilização de aeronaves, formando cadetes em instituições como a Escola de Aviação Militar do Campo dos Afonsos, criada em 1914. Pouco depois, a Marinha também instituiria sua Escola de Aviação Naval. Porém, até a criação do Ministério da Aeronáutica, em 1941, a Aeronáutica ficaria dividida entre o Exército e a Marinha, sem autonomia administrativa, operacional ou técnica.

Se a demanda ia sendo formada no meio militar, na esfera civil também houve conquistas importantes no início do século XX para criar um ambiente favorável ao início da fabricação de aviões. Embora o Brasil ainda fosse um país eminentemente agrícola, importando praticamente todos os bens industriais que consumia, naquele período começou a surgir uma atmosfera técnico-científica. Em 1894, por exemplo, foi fundada a Escola Politécnica de São Paulo, uma das primeiras escolas de engenharia do Brasil. A partir da Poli, cinco anos mais tarde surgiu o Gabinete de Resistência de Materiais, que daria origem ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) de São Paulo. O IPT seria de fundamental importância na pesquisa de materiais, num primeiro momento os usados na construção civil e em seguida também no campo aeronáutico, o que faria dele referência no setor por muitos anos. Na área de formação de pilotos, tanto civis como militares, iniciativa importante foi a criação, em 1911, do Aero-Club Brasileiro, que tinha Santos Dumont como presidente honorário.

A evolução da Embraer é marcada por tradições e histórias que transformaram o conhecimento e as aptidões da indústria de engenharia aeronáutica brasileira:

Em 1965, já na vigência do governo militar, enquanto surgia um novo polo de tecnologia de ponta na região de São José dos Campos, graças à presença do ITA e do CTA, foi criado o Grupo Executivo da Indústria de Material Aeronáutico (GEIMA). A iniciativa atendia às reivindicações de pessoas, instituições e empresas relacionadas ao setor que desejavam a criação de uma entidade aos moldes Grupo Executivo da Indústria Automobilística (GEIA) que, na década anterior, no governo de Juscelino Kubitschek, havia sido decisivo na implantação do parque automobilístico no País.

O GEIMA tinha por objetivo estudar e propor medidas para a formulação da política nacional da produção de material aeronáutico. Subordinado diretamente à presidência da República, vinculava-se ao Ministério da Aeronáutica e tinha mais de 18 representantes, entre órgãos de administração pública e entidades privadas, entre os quais o CTA e o ITA. O Grupo foi presidido pelo Brigadeiro Faria Lima, mas, na prática, não representou mudança significativa nas políticas adotadas para o setor.

O que faria sim toda a diferença foi o desenvolvimento, pelo IPD, de um projeto técnico e comercialmente viável para a produção seriada, o Bandeirante. No final da década de 1960, o parque industrial brasileiro estava amadurecido, o setor automobilístico impulsionava a produção doméstica de materiais e de componentes que também poderiam ser utilizados na manufatura de aeronaves.

O projeto do Bandeirante havia começado a ser desenvolvido ainda em 1960. Era um avião bimotor, turboélice, capaz de transportar cerca de 20

passageiros e operar nas condições nem sempre ideais, como era a realidade na maioria das cidades brasileiras. O primeiro voo do protótipo ocorreu em 22 de outubro de 1968, 40 meses após os estudos preliminares. Foram gastas 110 mil horas de projeto, tendo sido executados 12 mil desenhos de fabricação; 22 mil horas de cálculo estrutural e aerodinâmico e 282 mil horas de fabricação do avião e de seu ferramental. Somente do IPD/PAR trabalharam cerca de 300 pessoas durante o período, com destaque para vários engenheiros formados pelo ITA.

O sucesso do protótipo, no entanto, lançou um novo desafio: promover a produção seriada e a comercialização da aeronave. Esse desafio seria vencido em 19 de agosto de 1969, quando foi criada a Embraer, inaugurando um novo capítulo na história da produção de aviões no Brasil que, desta vez, seria marcado pelo sucesso, mais de 40 anos depois (EMBRAER, 2018).

No que se refere à manutenção e fabricação de aeronaves de asas rotativas, a Helibras é a única fabricante brasileira de helicópteros. A empresa é associada ao Grupo Eurocopter, maior fornecedor mundial do setor, controlado pela *EADS - European Aeronautic Defence and Space Company* (HELIBRAS, 2018).

Com participação superior a 50% na frota brasileira de helicópteros a turbina, a Helibras está em atividade no Brasil desde 1979 e mantém instalações em Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro e Brasília. Sua fábrica, que emprega mais de 300 profissionais e tem capacidade de produção de 30 aeronaves por ano, está localizada na cidade de Itajubá (MG), onde são produzidos diversos modelos que atendem aos segmentos civil, governamental e militar. Desde sua fundação, a Helibras já entregou mais de 500 helicópteros no Brasil, sendo 70% do modelo Esquilo (HELIBRAS, 2018).

Em 1951, o Grupo Rocha Miranda fundou em Petrópolis a Companhia Electro - Mecânica (Celma) para produzir ventiladores e peças de carro. Mas, em 1955, após examinar o potencial da empresa, a *Panair* do Brasil decidiu adquirir a Celma e transformá-la em um centro de MRO (Manutenção, Reparo e Operações de motores). No espaço de cinco anos, a Celma se transformou no maior centro de MRO de motores da América do Sul, prestando serviços não somente à *Panair*, mas a outras companhias brasileiras de transporte aéreo. A chegada dos anos 1990 trouxe a privatização da Celma, que foi totalmente absorvida pela *General-Electric* e passou a ser subsidiária daquela gigante norte americana (VALDEMAR JUNIOR, 2013).

A frota de helicópteros civis no Brasil ultrapassou a marca de 2000 aeronaves, superando países como a França e Inglaterra. Conforme levantamento realizado pela Associação Brasileira de Pilotos de Helicópteros, a cidade de São Paulo, com

mais de 400 helicópteros registrados, é a metrópole com o maior número de aeronaves deste tipo em operação, superando cidades como Pequim, Londres, Tóquio e Nova York (ABRAPHE, 2013).

O aumento da frota traz uma série de benefícios para a indústria da manutenção aeronáutica, segundo Ricardo Gentil, diretor de operações da *Safran Turbomeca*, no artigo escrito por Valdemar Junior, o mercado de manutenção de turbinas segue bem ativo, com boa demanda devido às atividades offshore e às operações do setor de Segurança Pública (VALDEMAR JUNIOR, 2013).

Do segmento de asas rotativas, o *Helipark* é maior centro de serviços especializados para helicópteros da América Latina. Está localizado em Carapicuíba, na Grande São Paulo, e cresce, em média, 25% ao ano. Entre os serviços oferecidos pela empresa destacam-se a pintura e tapeçaria de aeronaves, que são alguns dos serviços que compõem uma completa infraestrutura de atendimento, que inclui ainda hangaragem e manutenção para algumas das principais marcas estrangeiras em operação no Brasil (*Augusta, Bell, Eurocopter e Robinson*), além de outros serviços altamente especializados e alguns produtos exclusivos, como o para-brisa à prova de pássaros e a blindagem aeronáutica (VALDEMAR JUNIOR, 2013).

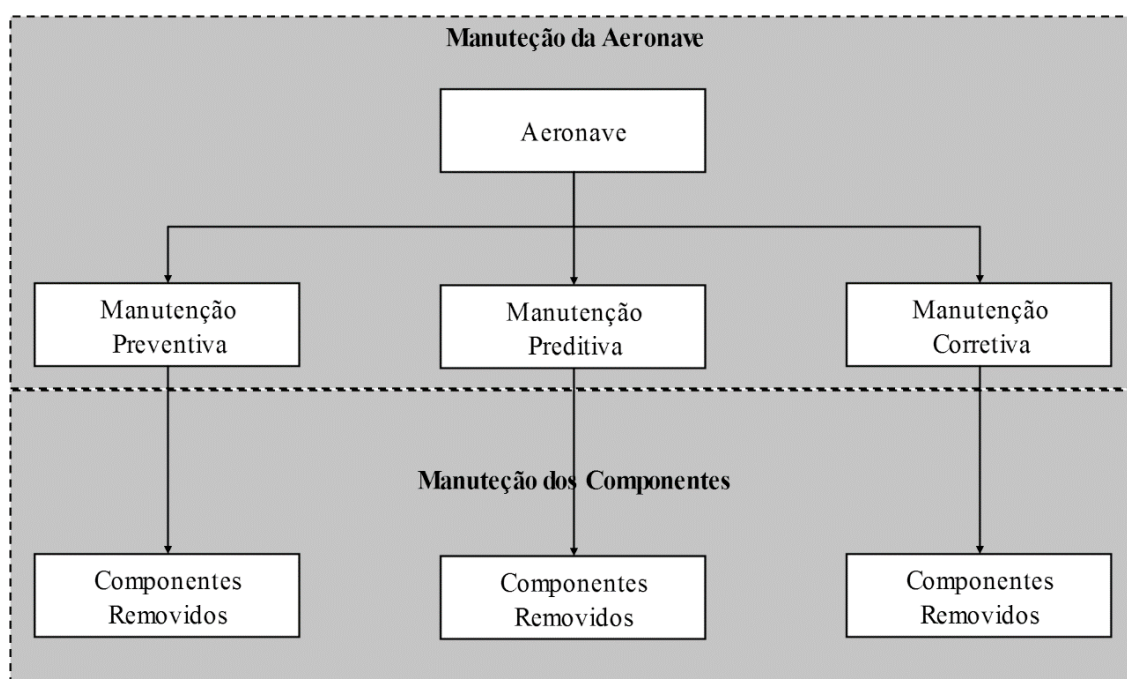
A HELIBRÁS é responsável pela manutenção de todos os helicópteros da gama *Eurocopter*, que somam 28 tipos de modelos diferentes. A empresa atende não só os aparelhos que voam no Brasil, como também nas aeronaves de países vizinhos. As intervenções maiores costumam ser realizadas na oficina de Itajubá e as manutenções de rotina ou intervenções rápidas podem ser feitas na oficina de São Paulo. No segmento governamental, o Grupamento Aéreo João Negrão da Polícia Militar de São Paulo é o maior operador de helicópteros da marca Helibras, em sua grande maioria Esquilo (VALDEMAR JUNIOR, 2013).

Outro grande centro de manutenção de asas rotativas é o Helicentro. A empresa pretende renovar seu programa de gerenciamento de manutenção de aeronaves sendo que recentemente reforçou o atendimento de motores *Turbomeca, Rolls-Royce* e *Pratt Whitney*. Localizada no Bairro do Morumbi, em São Paulo, o Helicentro é um Centro de Serviços Autorizado da *MD Helicopters* e atende os modelos *MD500E, MD530F, MD520N, MD600N* e *MD Explorer*, além da série *Augusta Westland AW109, Eurocopter/Helibras AS350 Esquilo* e *BELL 206* (VALDEMAR JUNIOR, 2013).

A manutenção aeronáutica pode ser classificada como manutenções preventivas (*hard time*), manutenções corretivas (*condition monitoring*) ou manutenções preditivas (*on condition*) (KNOTTS, 1999).

O modelo apresentado na Figura 1 é uma visão simplificada da relação entre a manutenção aeronáutica com as suas três classificações e a manutenção dos componentes (itens) aeronáuticos.

Figura 1 - Modelo de manutenção aeronáutica.



Fonte: Brasil, 2018.

a) manutenção preventiva ou “*hard time maintenance*” - é a prática de substituir componentes ou subsistemas antes que eles falhem, normalmente com frequência predeterminada (*hard time*) ou em virtude de inspeção e teste. O objetivo é manter a operação contínua do sistema, nesse caso a aeronave (KNOTTS, 1999);

Segundo MOYSÉS (2012), a manutenção preventiva é aquela realizada rotineiramente e compreende os serviços periódicos e as inspeções programadas com o intuito de preservar em condições a aeronave.

Tem o objetivo de evitar falha e perda de rendimento de componentes. Para se executar de forma correta a manutenção preventiva deve-se seguir um plano de trabalho previamente estabelecido de acordo com a quantidade de horas voadas pela aeronave e intervalos de tempo regulares (MOYSÉS, 2012).

Uma vez que esse tipo de manutenção trabalha com paradas programadas pode-se ter continuidade na operação da aeronave, pois os componentes terão sua vida útil acompanhada e controlada pela equipe de manutenção, facilitando o planejamento das missões operacionais ou a remoção de componentes com imperfeição no seu funcionamento. Essa manutenção é realizada quando atingir o tempo limitado de operação gerando necessidade de revisão geral (MOYSÉS, 2012).

- Tempo Limite de Vida – *Service Life Limit (SLL)*: Quando alcançado o tempo limite de utilização do componente (peça com limite de vida), traz a obrigatoriedade de ser removido para que a aeronave continue com a operação segura. É uma limitação de aeronavegabilidade. Este limite pode ser em horas de voo ou de funcionamento, tempo calendário, número de ciclos ou outro parâmetro de contagem. O item pode ser limitado apenas por um parâmetro ou por mais de um parâmetro, como por exemplo: limitado em horas de funcionamento e tempo calendário (MOYSÉS, 2012).

Peça com limite de vida significa qualquer peça ou parte para a qual um limite obrigatório de substituição é especificado no projeto de tipo, nas instruções de aeronavegabilidade continuada ou no manual de manutenção de acordo com o Regulamento Brasileiro de Aviação Civil nº 43, que versa sobre: manutenção, manutenção preventiva, reconstrução e alteração (BRASIL, 2018).

- Tempo Limite de Operação – *Operating Time Limits (OTL)*: O componente afetado deve ser retirado de serviço ao atingir o limite de utilização. Este limite é similar ao SLL; a diferença é que OTL não é uma limitação de aeronavegabilidade, mas ajuda a minimizar as remoções não programadas, pois limita a utilização de um componente que pode gerar uma probabilidade de falha de menor gravidade em relação ao SLL (MOYSÉS, 2012).

- Tempo entre Revisões – *Time Between Overhauls (TBO)*: Tempo entre revisões gerais que o componente sofre em oficina especializada. Após a realização da intervenção, o componente volta ao estado de confiabilidade equivalente ao anterior (MOYSÉS, 2012).

De acordo com o Regulamento Brasileiro de Aviação Civil nº 43, a manutenção preventiva é válida nos seguintes trabalhos, desde que não envolva operações complexas de montagem:

- (1) remoção, instalação e reparos de pneus;
- (2) substituição de amortecedores de trem de pouso constituídos por cordas elásticas;
- (3) colocação de ar e/ou óleo em amortecedores do trem de pouso;
- (4) limpeza e colocação de graxa nos rolamentos das rodas;
- (5) substituição de freios e cupilha defeituosas;
- (6) lubrificação que requeira apenas a desmontagem de itens não estruturais como tampas, capotas e carenagens;
- (7) execução de remendos simples em revestimento de tela que não requeiram costura em nervuras ou remoção de partes estruturais ou superfícies de controle. No caso de balões, a execução de pequenos remendos de envelopes (como definido e de acordo com as instruções do fabricante) não requerendo reparos ou substituição dos tirantes do envelope;
- (8) reabastecimento de fluido hidráulico no reservatório;
- (9) retoques na pintura decorativa da fuselagem, das cestas dos balões, asas, superfícies de cauda (excluindo superfícies de controle balanceadas), carenagens, capotas do motor, trem de pouso e interior da aeronave, desde que não seja requerida remoção ou desmontagem de nenhuma estrutura primária ou sistema de operação;
- (10) aplicação de material preservativo ou protetor a componentes quando não há necessidade de desmontar nenhuma estrutura primária ou sistema de operação e quando o uso de tal material não é proibido e não contraria boas práticas;
- (11) reparos de tapeçaria e estofamentos e do acabamento interno das aeronaves ou cesta do balão quando o reparo não envolve desmontagem de nenhuma estrutura primária ou sistema de operação, não interfere com tais sistemas e não afeta a estrutura primária da aeronave;
- (12) execução de pequenos reparos em carenagens e em tampas e capotas não estruturais e de pequenos reforços externos do revestimento da aeronave, desde que não perturbe o fluxo apropriado do ar;
- (13) substituição de janelas laterais onde o trabalho não interfere na estrutura ou em qualquer sistema de operação, como controles, sistema elétrico etc.;
- (14) substituição dos cintos de segurança;
- (15) substituição de assentos ou suas partes com peças aprovadas para a aeronave, não envolvendo desmontagem de qualquer estrutura primária ou sistema de operação;
- (16) pesquisa de pane e reparos de fiação no circuito elétrico dos faróis de pouso;
- (17) substituição de lâmpadas, refletores e lentes das luzes de navegação e faróis de pouso;
- (18) substituição de rodas e esquis quando o cálculo do peso e balanceamento não é requerido;
- (19) substituição de capota do motor quando não é necessário desmontar a hélice ou desconectar controles da aeronave;
- (20) substituição, limpeza ou ajuste de folga das velas do motor (convencional);
- (21) substituição de qualquer conexão de mangueira não utilizada em sistema hidráulico;

- (22) substituição de linhas de combustível pré-fabricadas;
- (23) limpeza ou substituição de elementos de peneira ou filtros de combustível e óleo;
- (24) substituição e serviços em baterias;
- (25) limpeza do queimador piloto e queimadores principais de um balão de acordo com as instruções do fabricante;
- (26) substituição ou ajuste de fixadores não estruturais que tenham se desgastado ou desajustado na operação normal;
- (27) troca de cestas ou queimadores entre balões do mesmo tipo, desde que as cestas ou queimadores constem como intercambiáveis nos dados de certificação de tipo do balão e tenham sido especificamente projetados para remoção e instalação rápida;
- (28) instalação, nas bocas dos tanques de combustível, de dispositivo visando evitar reabastecimento com combustível errado, desde que o dispositivo tenha sido fabricado como peça para o tipo de aeronave, o fabricante tenha fornecido instruções para instalação aprovadas e que a instalação não envolva a desmontagem do bocal do tanque;
- (29) remoção, verificação e substituição de detectores de limalhas;
- (30) [reservado];
- (31) remoção e substituição de dispositivos de comunicação e navegação montados no painel de instrumentos dianteiro, do tipo autônomo (independentes), que empregam conectores de bandeja que conectam a unidade quando ela é instalada no painel de instrumentos, (excluindo sistemas de controle automático de voo, transponders e equipamento de medida de distância (DME) por frequência de microondas). A unidade aprovada deve ser projetada para ser pronta e repetidamente removida e substituída e instruções pertinentes devem ser providas. Antes do uso da unidade, um cheque operacional deve ser executado, de acordo com as seções aplicáveis do RBHA 91, ou RBAC que venha a substituí-lo; e
- (32) atualização de base de dados de Controle de Tráfego Aéreo (ATC) de softwares de sistemas de navegação montados no painel de instrumentos dianteiro, do tipo autônomo (independentes), excluindo aqueles de sistemas de controle automático de voo, transponders, e equipamentos de medida de distância (DME) por frequência de microondas, desde que não seja requerida a desmontagem da unidade e que sejam providas instruções pertinentes. Antes do uso da unidade, um cheque operacional deve ser executado, de acordo com as seções aplicáveis do RBHA 91, ou RBAC que venha a substituí-lo (BRASIL, 2013).

b) manutenção corretiva ou “*condition monitoring maintenance* – Para MOAYED e SHELL (2009) é aquela que ocorre após a identificação e diagnóstico de um problema (condition monitoring). Durante este diagnóstico, os técnicos de manutenção têm que identificar as partes que falharam e fazer as respectivas ações de reparo;

A manutenção corretiva é aquela realizada após o acometimento de uma pane ou mau funcionamento de qualquer dos sistemas da aeronave a fim de restabelecer o funcionamento normal da aeronave (MOYSÉS, 2012).

Essa manutenção pode requerer reparo ou troca de peças, assim como troca de grandes componentes. Vale salientar que, para a volta das condições de normalidade da aeronave, é necessário possuir peças de rápida reposição.

De acordo com Moysés (2012), o componente sofre uma ação corretiva somente após a ocorrência de um defeito no seu funcionamento normal, pois os componentes em *Condition Monitoring* – Monitoramento das Condições - estão em constante monitoramento de comportamento e apenas passarão por alguma interferência quando o funcionamento não esteja satisfatório.

O critério para utilizar o Monitoramento de Condições deve sempre levar em conta a segurança de voo, pois geralmente é utilizado em componentes de sistemas que impossibilitam a previsão de falhas (MOYSÉS, 2012).

c) manutenção preditiva ou “*on Condition Maintenance*” – leva em conta o contínuo acompanhamento dos limites de operação de um dado componente ou subsistema (*on-condition*). Verificada qualquer tendência para a ocorrência de uma falha funcional do componente ou subsistema, este deve ser removido para manutenção (KNOTTS, 1999).

O componente sofre análises periódicas através de inspeções em intervalos de tempo pré-determinados. Com a inspeção visual, pode-se verificar o aspecto externo do componente e detectar a presença de desconformidades que podem causar falha e interferir no funcionamento correto do material. Além disso, com as verificações periódicas, tem-se um acompanhamento da evolução das discrepâncias já conhecidas e apontamento de novas alterações, que embasam a tomada de decisão antes da liberação para um novo período de operação do componente (MOYSÉS, 2012).

Essa manutenção é realizada preferencialmente sem a remoção do componente e os reparos serão executados de acordo com o estado em que o componente se encontra (MOYSÉS, 2012).

É de se ressaltar que, uma pequena falha que de imediato não impossibilita o componente de realizar sua função, como uma rachadura, pode ser o princípio de uma pane maior que faça com que o componente deixe de realizar corretamente aquilo que inicialmente era capaz (MOYSÉS, 2012).

O conceito de manutenção preditiva surgiu após a Segunda Guerra Mundial, com o

objetivo de reduzir os custos com manutenção. Pode ser encarrado como um conceito moderno de manutenção, pois consiste na utilização de técnicas adequadas que conduzam à identificação (predição ou previsão) do ponto ótimo para execução da manutenção, ponto preditivo. Nada mais é do que o acompanhamento de um determinado componente ou conjunto com o objetivo de identificar sintomas que indiquem a possibilidade de ocorrer uma determinada pane (VISOTO, 2013).

2.2 CONTROLE DA SEGURANÇA NA MANUTENÇÃO AERONÁUTICA

A Agência Nacional de Aviação Civil é uma agência reguladora federal cuja responsabilidade é supervisionar a atividade de aviação civil no Brasil, tanto no que toca seus aspectos econômicos quanto no que diz respeito à segurança técnica do setor (BRASIL, 2018).

A ANAC tem como missão promover a segurança e a excelência do sistema de aviação civil, de forma a contribuir para o desenvolvimento do país e o bem-estar da sociedade brasileira. Portanto, é sua atribuição estabelecer e fiscalizar o cumprimento do marco regulatório que rege as atividades das empresas de manutenção (BRASIL, 2018).

Conforme disposições do Código Brasileiro de Aeronáutica - CBA, Lei 7.565, de 19 de dezembro de 1986, o Estado deve estabelecer os padrões mínimos de segurança, no que tange à manutenção das aeronaves (grifo inserido):

Art. 66. Compete à **autoridade aeronáutica promover a segurança de voo**, devendo **estabelecer os padrões mínimos de segurança**:

(...)

II - relativos à inspeção, **manutenção em todos os níveis**, reparos e operação de aeronaves, motores, hélices e demais componentes aeronáuticos.

Ainda, as empresas devem ser certificadas segundo requisitos regulamentares para executar as atividades de manutenção (grifo inserido):

Art. 70. A autoridade aeronáutica **emitirá certificados** de homologação de empresa destinada à execução de serviços de revisão, **reparo e manutenção de aeronave**, motores, hélices e outros produtos aeronáuticos.

§ 1º Qualquer oficina de manutenção de produto aeronáutico deve possuir o certificado de que trata este artigo, obedecido o procedimento regulamentar.

Cabe a Agência Nacional de Aviação Civil, criada pela Lei 11.182, de 27 de setembro de 2005, certificar as empresas de manutenção e estabelecer os requisitos mínimos de segurança para o setor, pois a Lei Complementar 97, de 09 de junho de 1999, dispõe (grifo inserido):

Art. 18. Cabe à Aeronáutica, como atribuições subsidiárias particulares:

I - **orientar, coordenar e controlar as atividades de Aviação Civil**; (...)

IV - estabelecer, equipar e operar, diretamente ou mediante concessão, a infra-estrutura aeroespacial, aeronáutica e aeroportuária;

(...)

Parágrafo único. Pela especificidade dessas atribuições, é da competência do Comandante da Aeronáutica o trato dos assuntos dispostos neste artigo, ficando designado como "**Autoridade Aeronáutica**", para esse fim.

E mais à frente:

Art. 21. Lei criará a **Agência Nacional de Aviação Civil**, vinculada ao Ministério da Defesa, órgão regulador e fiscalizador da Aviação Civil e da infra-estrutura aeronáutica e aeroportuária, estabelecendo, entre outras matérias institucionais, quais, dentre as atividades e procedimentos referidos nos incisos **I e IV** do art. 18, serão de sua responsabilidade.

A Lei 11.182, de 27 de setembro de 2005, que cria a ANAC, estabelece dentre suas atribuições:

Art. 8º Cabe à ANAC adotar as medidas necessárias para o atendimento do interesse público e para o desenvolvimento e fomento da aviação civil, da infra-estrutura aeronáutica e aeroportuária do País, atuando com independência, legalidade, impessoalidade e publicidade, competindo-lhe:

XVI – **fiscalizar** as aeronaves civis, seus componentes, equipamentos e **serviços de manutenção**, com o objetivo de assegurar o cumprimento das normas de segurança de voo;

XXX – **expedir normas e estabelecer padrões mínimos de segurança de voo**, de desempenho e eficiência, a serem cumpridos pelas prestadoras de serviços aéreos e de infra-estrutura aeronáutica e aeroportuária, inclusive quanto a equipamentos, materiais, produtos e processos que utilizarem e serviços que prestarem.

Os requisitos mínimos de segurança são estabelecidos através dos Regulamentos Brasileiros de Homologação Aeronáutica - RBHA, conforme o Art. 66 do CBA. Segundo a resolução ANAC nº 30, de 21 de maio de 2008, o conteúdo dos RBHA estará contido nos Regulamentos Brasileiros de Aviação Civil – RBAC (BRASIL, 2018).

Entretanto, segundo o CBA, Lei 7.565 de 19 de dezembro de 1986, todas as pessoas envolvidas na manutenção são responsáveis pela prevenção de acidentes aeronáuticos (grifo inserido):

Art. 87. A prevenção de acidentes aeronáuticos é da responsabilidade de **todas as pessoas, naturais ou jurídicas**, envolvidas com a fabricação, **manutenção**, operação e circulação de aeronaves, bem assim com as atividades de apoio da infra-estrutura aeronáutica no território brasileiro.

Ainda, são identificadas multas que se aplicam ao desvio desta imposição legal (grifo inserido):

Art. 302. A multa será aplicada pela prática das seguintes infrações:

IV - **infrações imputáveis a empresas de manutenção**, reparação ou distribuição de aeronaves e seus componentes:

- a) inobservar instruções, normas ou requisitos estabelecidos pela autoridade aeronáutica;
- b) inobservar termos e condições constantes dos certificados de homologação e respectivos adendos;
- c) modificar aeronave ou componente, procedendo à alteração não prevista por órgão homologador;
- d) executar deficientemente serviço de manutenção ou de distribuição de componentes, **de modo a comprometer a segurança do voo**;
- e) deixar de cumprir os contratos de manutenção ou inobservar os prazos assumidos para execução dos serviços de manutenção e distribuição de componentes;
- f) executar serviços de manutenção ou de reparação em desacordo com os manuais da aeronave, ou em aeronave acidentada, sem liberação do órgão competente;
- g) **deixar de notificar ao órgão** competente para homologação de produtos aeronáuticos, dentro do prazo regulamentar, qualquer defeito ou mau funcionamento que tenha afetado a **segurança** de algum voo em particular e que possa repetir-se em outras aeronaves.

No RBHA 145, algumas passagens apresentam responsabilidades quanto a alguma atividade, no entanto, não é afirmada a responsabilidade quanto à Segurança (grifo inserido):

145.39 REQUISITOS PARA PESSOAL. GERAL

(a) (...) **A empresa é a responsável primária** quanto ao trabalho satisfatório de seus empregados.

145.45 SISTEMAS DE INSPEÇÃO

(f) (...) **A oficina é a responsável primária** pela verificação de que todos os supervisores e inspetores compreendem perfeitamente o manual.

(...)

RBHA 145 - Apêndice C

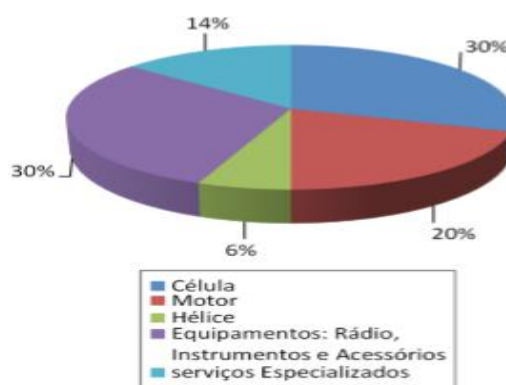
(1) Ninguém pode atuar como **Responsável pela Qualidade dos Serviços (RPQS)** em uma empresa de manutenção aeronáutica sem possuir o devido **cadastroamento junto ao Elo Executivo de Sistema** de Segurança de Vôo responsável pela supervisão dessa empresa, o qual deve ser requerido na forma e com o conteúdo estabelecido pelo DAC.

2.2.1 Estrutura das Oficinas de Manutenção Aeronáuticas

A ANAC classifica as oficinas de acordo com o tipo de serviços que elas são capazes de executar, assim, elas podem ser oficinas de manutenção de aeronaves, de células, de motores, de hélices, de rotores, de equipamentos e de partes dos referidos conjuntos (BRASIL, 2018).

As empresas de manutenção aeronáutica são certificadas pela ANAC em consonância aos critérios previstos no RBHA 145 - Empresas de manutenção de aeronaves (Figura 2 - Certificações por Categoria de Manutenção). A atividade de manutenção é regulada pelo RBHA 43 - Manutenção, manutenção preventiva, modificações e reparos (BRASIL, 2018).

Figura 2 – Certificação por Categoria de Manutenção.



Fonte: Brasil, 2018.

A ANAC também estabelece categorias, classes e limitações para a atividade de manutenção. Desta forma, qualquer empresa que deseja ser classificada como uma oficina de manutenção aeronáutica deverá apresentar uma solicitação de homologação à ANAC, especificando em qual aeronave, motor, hélice, rotor, equipamento ou parte

irá executar o serviço de manutenção (figura 3 – Exemplos de categorias de manutenção aeronáutica). Com base no Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) nº 145, são avaliadas as qualificações técnica e organizacional da empresa, que, quando confirmadas, tem como contrapartida a emissão de um Certificado de Organização de Manutenção (BRASIL, 2018).

Figura 3 – Exemplos de categorias de manutenção aeronáutica.

Categoria	Classe
Célula – Manutenção, modificações e reparos em células	<p>Classe 1 - Aeronaves fabricadas com material composto, com peso máximo de decolagem aprovado até 12500 lbf (5670 kgf) no caso de aviões ou 6018 lbf (2730 kgf) no caso de helicópteros.</p> <p>Classe 2 - Aeronaves fabricadas com material composto, com peso máximo de decolagem aprovado acima de 12500 lbf (5670 kgf) no caso de aviões ou 6018 lbf (2730 kgf) no caso de helicópteros.</p> <p>Classe 3 - Aeronaves fabricadas em estrutura metálica, com peso máximo de decolagem aprovado até 12500 lbf (5670 kgf) no caso de aviões ou 6018 lbf (2730 kgf) no caso de helicópteros.</p> <p>Classe 4 - Aeronaves fabricadas em estrutura metálica, com peso máximo de decolagem aprovado acima de 12500 lbf (5670 kgf) no caso de aviões ou 6018 lbf (2730 kgf) no caso de helicópteros.</p>
Motor – Manutenção, modificações e reparos em motores de aeronaves	<p>Classe 1 - Motores convencionais com até 400 hp (298 kW).</p> <p>Classe 2 - Motores convencionais com mais de 400 hp (298 kW).</p> <p>Classe 3 - Motores à turbina.</p>
Hélice – Manutenção, modificações e reparos em hélices e rotores de aeronaves	<p>Classe 1 - Hélices de madeira, metal ou material composto, de passo fixo ou ajustável no solo.</p> <p>Classe 2 - Outras hélices.</p>

Fonte: RBAC 145 - Brasil, 2018.

As Empresas de Manutenção Aeronáuticas certificadas são as oficinas que podem executar as tarefas de manutenção, modificações e reparos nas aeronaves e seus componentes (BRASIL, 2018).

O Código Brasileiro de Aeronáutica, lei 7.565, de 1986, dá o devido amparo legal e determina que toda oficina de manutenção aeronáutica seja certificada pela autoridade aeronáutica para que possa executar serviços de manutenção, modificações e reparos nas aeronaves certificadas. Conforme seu Artigo 70:

“A autoridade aeronáutica emitirá certificados de homologação de empresa destinada à execução de serviços de revisão, reparo e manutenção de aeronave, motores, hélices e outros produtos aeronáuticos.”

§ 1º Qualquer oficina de manutenção de produto aeronáutico deve possuir o certificado de que trata este artigo, obedecido ao procedimento regulamentar.

O Artigo 70, determina ainda, que a manutenção seja obrigatória:

“§ 2º Todo explorador ou operador de aeronave deve executar ou fazer executar a manutenção de aeronaves, motores, hélices e demais

componentes, a fim de preservar as condições de segurança do projeto aprovado.”

O CBA no seu Artigo 299 imputa como infração passível de multa, suspensão ou cassação a seguinte situação referente a manutenção aeronáutica:

“VI(a): executar ou utilizar serviços técnicos de manutenção, modificação ou reparos de aeronaves e de seus componentes, em oficina não homologada.”

2.2.2 Recursos Humanos e Execução das Atividades de Manutenção

Segundo o RBHA 43, no que se refere a recursos humanos, a manutenção é organizada de forma que a atividade seja exercida por mecânicos habilitados, ou por pessoa sob sua supervisão.

Quanto ao recurso Pessoal Técnico, dispõe o CBA (grifo inserido):

Art. 100. Os **programas de desenvolvimento de ensino** e adestramento de pessoal civil vinculado à infra-estrutura aeronáutica compreendem a formação, aperfeiçoamento e especialização de técnicos para todos os elementos indispensáveis, imediata ou mediata, à navegação aérea, inclusive à fabricação, revisão e **manutenção de produtos aeronáuticos** ou relativos à proteção ao (omissão do Diário Oficial).

Parágrafo único. **Cabe à autoridade aeronáutica expedir licença** ou certificado de controladores de tráfego aéreo e de outros profissionais **dos diversos setores de atividades vinculadas** à navegação aérea e à **infra-estrutura aeronáutica**.

Caso o objeto da manutenção seja considerado um item de inspeção obrigatória, existe a figura do inspetor, o qual deve possuir os pré-requisitos do RBHA 65, seção 101 (grifo inserido):

65.101 - INSPETOR

(a) Para efeito dos requisitos aplicáveis dos RBHA 43, 91, 121, 135, 137 e 145 deve ser entendido como inspetor o mecânico de manutenção aeronáutica que **possua 4 (quatro) anos de experiência após a emissão da Licença, que tenha concluído um curso de um produto aeronáutico ou de um sistema do mesmo**, conforme aplicável, realizado em local regularmente habilitado ou aceito pelo DAC, **e que possua uma das habilitações de grupo motopropulsor, ou de célula, ou de aviônicos**.

(b) Nas empresas homologadas segundo os RBHA 121, 135 ou 145, um mecânico de manutenção aeronáutica somente pode exercer as funções de inspetor, **se possuir vínculo empregatício com a empresa e se tiver sido designado como tal pelo Diretor de Manutenção ou pelo Chefe de Manutenção**, conforme aplicável, no caso de empresas aéreas, que são os

profissionais requeridos pelos subparágrafos 121.33(a)(3) e 135.37(a)(3) dos RBHA 121 e 135 respectivamente, **ou pelo responsável pela qualidade dos serviços**, no caso de empresas de manutenção, que é o profissional requerido pela seção 145.40 do RBHA 145.

De acordo com o RBHA 43, a execução de manutenção deve ser realizada pelos Mecânicos de Manutenção Aeronáutica – MMA. Estes profissionais possuem licença emitida pela ANAC e são periodicamente avaliados quanto à sua proficiência técnica. Para se tornar um MMA, o indivíduo deve realizar um curso certificado em escolas autorizadas, e, após a conclusão deste, realizar a uma prova. Se aprovado, pode, após três anos de experiência e sucesso na avaliação de proficiência técnica, receber um Certificado de Habilitação Técnica. À ANAC cabe o estabelecimento dos currículos, base dos cursos para a formação do MMA.

O RBHA 43 estabelece ainda que a execução de manutenção pode ser realizada por indivíduo não possuidor de licença de MMA, porém neste caso, o profissional, normalmente empregado como auxiliar, deve ser supervisionado por um MMA.

O RBHA 145, em 145.39 (d), estabelece requisitos quanto à qualificação dos empregados diretamente envolvidos com as funções de manutenção (grifo inserido):

145.39 - REQUISITOS PARA PESSOAL. GERAL

(a) O requerente de um CHE, ou de um adendo ao mesmo, **deve prover adequado pessoal, com vínculo empregatício**, para executar, supervisionar e inspecionar o trabalho para o qual a oficina pretende se homologar.

(...)

(b) O número de empregados de uma oficina pode variar com o tipo e volume de trabalho da mesma. Entretanto, o requerente deve possuir empregados qualificados pelo DAC, **em número suficiente e compatível com o volume de trabalho em andamento**, e não pode reduzir esse número abaixo do nível necessário para produzir trabalho eficiente e seguro.

(c) **Cada oficina de manutenção deve determinar a habilidade** de seus supervisores e inspetores e deve prover suficiente número de supervisores e inspetores para todas as fases de suas atividades com a finalidade de atender ao disposto em 145.59 e aos demais serviços. Entretanto, o DAC reserva-se o direito de examinar qualquer supervisor ou inspetor por testes aplicados pessoalmente e pelo exame do seu currículo presente e passado. Cada supervisor deve ter autoridade direta sobre seu grupo de trabalho, mas não precisa possuir autoridade de supervisão geral, em nível de gerência. Quando os grupos de trabalho incluem estudantes ou aprendizes de montagem, ou outras atividades que possam ser críticas para a aeronave, a oficina deve **prover pelo menos um supervisor para cada conjunto de 10 estudantes ou aprendizes**, a menos que eles estejam integrados em grupos de empregados experientes.

(d) Cada pessoa que seja diretamente responsável por funções de

manutenção em uma oficina homologada deve ser apropriadamente qualificada e possuidora de licença de mecânico, conforme requerido, expedida pelo DAC. **Adicionalmente deve possuir pelo menos 12 meses de experiência nos procedimentos, práticas, métodos de inspeção, materiais, ferramentas, máquinas e equipamentos** geralmente usados nos trabalhos para os quais a oficina é homologada. (...)

(e) Cada oficina homologada **deve possuir empregados com conhecimento detalhado das particularidades técnicas e procedimentos de manutenção para as quais a oficina foi homologada**, adquiridos em cursos promovidos pelos fabricantes, em escolas homologadas ou em larga experiência com o produto ou com as técnicas envolvidas. (...)

Os Regulamentos RBHA 43 e 145 estabelecem a necessidade do registro das atividades. Estes registros devem incluir o nome de quem as executou e de quem as aprovou para retorno ao serviço, os materiais usados e a data da atividade.

Os registros das atividades permitem o controle organizado das tarefas. Através dos registros de manutenção é possível rastrear as aeronaves em que, eventualmente, tiverem sido utilizados algum material com defeito ou aplicada alguma técnica considerada inadequada (grifo inserido):

43.9 - CONTEÚDO E FORMA DE REGISTROS DE MANUTENÇÃO, MANUTENÇÃO PREVENTIVA, RECONDICIONAMENTO, MODIFICAÇÃO E REPARO (EXCETO INSPEÇÕES REALIZADAS CONFORME O RBHA 91 E CONFORME OS PARÁGRAFOS 135.411 (a)(1) E 135.419 DO RBHA 135)

(c) Anotações no registro de manutenção. Exceto como previsto nos parágrafos (b) e (c) desta seção, **cada pessoa que mantenha, execute manutenção preventiva, recondicione, modifique ou repare** uma aeronave, célula, motor, hélice, rotor, equipamento ou parte dos mesmos **deve fazer uma anotação no registro de manutenção** desse equipamento com o seguinte conteúdo:

(1) Uma descrição (ou referência a dados aceitáveis pela autoridade competente) do trabalho executado.

(2) A data de início e término do trabalho.

(3) O nome da pessoa que executou o trabalho, se outra que não a especificada em (a) (4) desta seção.

(...)

Ao final da atividade, deve haver a aprovação para retorno ao serviço, através de uma das pessoas relacionadas no RBHA 43.7 (grifo inserido):

43.7 - PESSOAS AUTORIZADAS PARA APROVAR O RETORNO AO SERVIÇO DE AERONAVE, CÉLULA, MOTOR, HÉLICE, ROTOR E EQUIPAMENTOS APÓS SOFRER MANUTENÇÃO.

MANUTENÇÃO PREVENTIVA, RECONDICIONAMENTO, MODIFICAÇÃO OU REPARO

(a) **Exceto como previsto nesta seção, ninguém, a não ser a autoridade aeronáutica competente** pode aprovar o retorno ao serviço de uma aeronave, célula, motor, hélice, rotor, equipamento ou partes dos mesmos que tenha sofrido manutenção, manutenção preventiva, recondicionamento, modificação ou reparo.

(b) O detentor de: (1) **um certificado de habilitação técnica de mecânico de manutenção** aeronáutica designado como inspetor por uma empresa ou oficina homologada segundo os RBHA 121, 135 ou 145 pode autorizar o retorno ao serviço de célula, motor, hélice, rotor, equipamento ou componente, conforme sua habilitação.

(...)

(d) **Um fabricante** pode aprovar o retorno ao serviço de uma aeronave, célula, motor, hélice, rotor, equipamento ou parte componente dos mesmos em que ele tenha trabalhado conforme 43.3 (g). Entretanto, exceto quanto a pequenas modificações, o trabalho deve ter sido feito de acordo com dados técnicos aprovados.

(...)

(f) **Um profissional de Engenharia** dotado das atribuições específicas do Art. 3º da Resolução 218 de 23 de janeiro de 1973 do CONFEA, especificamente credenciado pelo órgão central de SEGVÓO pode aprovar o retorno ao serviço de uma aeronave, célula, hélice, rotor, equipamento ou parte componente que ele tenha submetido, numa empresa homologada segundo os RBHA 121, 135 ou 145, a grande modificação ou grande reparo não constante da documentação técnica previamente aprovada da aeronave, desde que estes serviços tenham sido feitos com dados e técnicas aprovadas pela autoridade aeronáutica.

2.3 SISTEMA DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS - SIPAER

A Organização da Aviação Civil Internacional (OACI), agência especializada da Organização das Nações Unidas, criada em consequência da convenção de Chicago de 1944, promove, através da cooperação entre os países membros, a segurança e o desenvolvimento sustentável da aviação civil mundial, por meio do estabelecimento de normas e regulamentos necessários para a segurança, eficiência e regularidade aérea, bem como para a proteção ambiental da aviação (ICAO, 2009).

Com sede em Montreal, Canadá, a OACI é a principal organização governamental de aviação civil, sendo formadas por 191 Estados-contratantes, representantes da indústria e de profissionais da aviação (ICAO, 2009).

Cabe à OACI a elaboração de padrões e práticas recomendadas, conhecidas como SARPs (do inglês Standard and Recommended Practices), os quais balizam a atuação das autoridades de aviação civil em todo o mundo. As SARPs tratam de aspectos técnicos e operacionais da aviação civil internacional, como, por exemplo, segurança, licença de pessoal, operação de aeronaves, aeródromos, serviços de tráfego aéreo, investigação de acidentes e meio ambiente (ICAO, 2009).

A partir de 2001 a OACI incluiu como *SARPS* provisões relacionadas ao chamado *SMS – Safety Management System*, e, em 2005, foi proposta a expansão destas recomendações às empresas de manutenção aeronáutica. Embora as recomendações da OACI primariamente se apliquem à aviação civil internacional, é comum que países às apliquem no setor doméstico (ICAO, 2009).

Como Membro-fundador da OACI, o Brasil tem participado ativamente nas discussões e elaboração das normativas e recomendações técnicas emitidas pelo Organismo. Eleito sucessivamente como Membro do Grupo I do Conselho, o Brasil dispõe de uma Delegação Permanente junto ao Conselho da OACI, subordinada ao Ministério das Relações Exteriores e assessorada tecnicamente pela ANAC e pelo Comando da Aeronáutica (CENIPA, 2014).

Através das normas e regulamentos necessários para a segurança propostos pela OACI, o Brasil mantém o Sistema de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER) que acompanha e detém a competência legal para a prevenção e investigação de acidentes com o objetivo único de evitar a recorrência. O órgão central do SIPAER é o Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA, 2014).

2.3.1 Sistema de gerenciamento da segurança operacional

Segurança operacional é o estado em que o risco de lesões às pessoas ou de danos aos bens se reduz e se mantém em um Nível Aceitável de Segurança Operacional, ou abaixo deste, por meio de um processo contínuo de identificação de perigos e gerenciamento de riscos (BRASIL, 2018).

O Sistema de Gerenciamento de Segurança Operacional (SGSO) consiste de um conjunto de ferramentas gerenciais e métodos organizados que servem de base para as decisões relativas ao risco das atividades operacionais (SANTOS, 2014).

A estrutura de um SGSO contempla quatro itens, quais sejam: Política e objetivos de segurança operacional; Gerenciamento dos riscos à segurança operacional; Garantia da segurança operacional e Promoção da segurança operacional (CENIPA, 2014).

O Conceito de SGSO torna-se importante na prática cotidiana operacional das organizações, na medida em que estabelece a Gestão da Segurança Operacional de forma sistêmica, ou seja, integrada aos diversos sistemas que estruturam e determinam o funcionamento das atividades operacionais no âmbito da organização. (CENIPA, 2014).

2.3.2 Gerenciamento de riscos na aviação

Segundo Bahr, 1997, o Gerenciamento de Riscos é um processo importante, não somente para reguladores (governo), mas também, e em maior escala, para as companhias, para as quais, efetivamente, o Gerenciamento dos Riscos é o que faz sistemas de segurança viáveis economicamente e lucrativos.

Para Bahr, 1997, a Identificação de Riscos é parte crucial para o processo do Sistema de Segurança, sendo impossível proteger um sistema ou controlar o risco sem inicialmente identificar os riscos a ele associados. Segundo Bahr, o processo de Identificação de Riscos é uma espécie de “Brainstorm de Segurança” de onde deve sair uma Lista Preliminar de Perigos. Outras fontes indicadas são: entrevistas, visitas aos ambientes onde as operações são desempenhadas, reuniões entre especialistas, revisão de reportes antigos, revisão de reportes de incidentes e acidentes, e qualquer outra fonte que possa evidenciar perigos.

Segundo Vincoli, 1993, a identificação de Perigos pode ocorrer através de vários meios ou instrumentos, como checklists, matrizes de perigo, lições aprendidas, descrições dos equipamentos, reportes de acidentes e incidentes, história operacional em atividade similar e outros dados históricos.

As metodologias para Gerenciamento de Risco (GR) possibilitam identificar perigos que possam comprometer os resultados das operações, causar danos materiais ou afetar a saúde e a segurança dos indivíduos. (BRASIL, 2013).

Por meio do Gerenciamento do Risco são realizadas as ações que efetivamente irão aperfeiçoar a Segurança Operacional. Considera-se que alguns riscos são intrínsecos à aviação, ou seja, inerentes à natureza da atividade, de modo que não é possível eliminá-los. Neste caso, o Gerenciamento do Risco utiliza ferramentas para identificar os perigos e avaliar e mitigar os riscos advindos desses perigos, de modo que seja alcançado um Nível Aceitável de Segurança Operacional (SANTOS, 2014).

O Gerenciamento do Risco é um processo dinâmico que requer atualizações constantes, por diversos motivos, como: substituição de equipamentos, modificações de processos, alteração na equipe de trabalho, alternância de sede, entre outros. A descrição do ambiente operacional, considerando suas diversas características, principalmente a identificação dos perigos existentes, torna-se indispensável para que o GR possa efetivamente contribuir para o alcance de um melhor nível de Segurança Operacional (ICAO, 2013).

O Gerenciamento do Risco deve ser entendido como uma ferramenta gerencial, que possibilita abordagem sistematizada e padronizada das decisões relativas à segurança operacional (BRASIL, 2013).

Considerando que os recursos financeiros, materiais e humanos de uma organização são limitados, o GR revela-se importante também por contribuir para uma adequada priorização do que deverá ser ajustado primeiramente e o que poderá ser abordado num segundo momento, considerando exatamente os diferentes níveis dos riscos avaliados (BRASIL, 2018).

É importante destacar que o profissional ou a equipe responsável pela etapa inicial do GR, devem ter conhecimento sobre a operação, equipamentos, condições ambientais e demais fatores a serem analisados, de modo que os perigos possam ser identificados com o maior grau de especificidade possível. Equipes multidisciplinares e compostas também por integrantes externos à organização podem agregar valor ao produto final elaborado (BRASIL, 2018).

Como característica fundamental de um processo de GR está a proatividade, que pode ser efetivada por meio de uma abordagem que enfatiza a identificação dos

perigos e o controle ou mitigação dos riscos, antes que ocorram eventos que afetem a segurança operacional. Na medida em que ocorrem incidentes e acidentes, ensinamentos poderão ser adquiridos, como resultado das respectivas investigações, mas é fundamental que o GR promova ações proativas, independentemente da ocorrência de eventos de segurança (ICAO, 2013).

Devido a algumas especificidades no âmbito das práticas de prevenção, as organizações coordenam alguns programas específicos, relativos ao Gerenciamento de Riscos, tais como Corporate Resource Management (CRM), Transporte de cargas perigosas em aeronaves, Conservação da Audição, Prevenção de FOD (Foreign Object Damage), entre outros (BRASIL, 2013).

2.4 RISCOS OCUPACIONAIS

A principal fonte normativa referente a saúde e segurança do trabalhador no Brasil é a Consolidação das Leis de Trabalho (CLT). O capítulo V estabelece competência legal ao Ministério do Trabalho e Emprego para regulamentar e complementar o texto (BRASIL, 1977).

O Ministério do Trabalho editou as normas regulamentadoras (NRs) detalhadas inicialmente pela Portaria 3214/78. Atualmente existem 36 normas regulamentadoras (BRASIL, 1978).

De acordo com o art. 157 da CLT, a empresa tem o dever de cumprir e fazer cumprir as normas de segurança e medicina do trabalho. O mesmo artigo também orienta a empresa a instruir os empregados quanto às precauções no sentido de evitar acidentes ou doenças ocupacionais

A existência de probabilidade de um trabalhador sofrer algum dano, resultante de suas atividades profissionais, é denominada de risco ocupacional, ou seja, são acidentes ou doenças possíveis a que estão expostos os trabalhadores no exercício do seu trabalho ou por motivo da ocupação que exercem (FUNDACENTRO, 2004).

Levantamento de perigos e riscos é um procedimento com a qual a empresa identifica os perigos e riscos associados às suas atividades, e com isso, consegue estabelecer medidas de controle que diminuam a probabilidade de ocorrências dos

eventos adversos que trazem prejuízos e danos para funcionários e empresa (FUNDACENTRO, 2004).

Ao se conhecer os perigos e riscos, a empresa consegue se planejar e buscar esforços para controlá-los de forma preventiva, evitando assim, que eventos adversos se concretizem. Pode-se se dizer que o levantamento de Perigos e Riscos tem importância estratégica, pois permite que a empresa tenha uma visão real de todos os pontos críticos de suas atividades que possam impactar negativamente seus funcionários, processos e negócios (FUNDACENTRO, 2004).

A NR nº 09 estabelece a obrigatoriedade da elaboração e implementação, por parte de todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados, do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA, visando à preservação da saúde e da integridade dos trabalhadores, através da antecipação, reconhecimento, avaliação e consequente controle da ocorrência de riscos ambientais existentes ou que venham a existir no ambiente de trabalho, tendo em consideração a proteção do meio ambiente e dos recursos naturais (BRASIL, 2018).

A Norma da Occupational health and Safety Assessment Services (OHSAS) 18001:2007 em seu item 4.3.1 - Identificação de perigos, avaliação de riscos e determinação de controles, afirma que: a organização deve estabelecer, implementar e manter procedimento (s) para identificação contínua de perigos, a avaliação de riscos e determinação dos controles necessários, como também manter atualizados os resultados da identificação de perigos, da avaliação de riscos e dos controles necessários.

A OHSAS 18001:2007 propõe que para se fazer o levantamento dos perigos e riscos, deve-se identificar quais são os tipos de atividades existentes em seu empreendimento. Dessa maneira, os procedimentos para identificação de perigos e avaliação de riscos, devem considerar:

- Atividades rotineiras e não rotineiras;

- Atividades de todas as pessoas que tenham acesso ao local de trabalho (incluindo contratados e visitantes);

- Comportamento humano, capacidades e outros fatores humanos;

- Perigos identificados originados externamente ao ambiente de trabalho capazes de afetar adversamente a saúde e segurança das pessoas que estejam sob o controle da organização dentro do local de trabalho;
- Perigos originados na vizinhança do local de trabalho por atividades relacionadas ao trabalho sob o controle da organização;
- Infraestrutura, equipamentos e materiais no ambiente de trabalho, sejam estes fornecidos pela organização ou por terceiros;
- Mudanças ou propostas de mudanças na organização, suas atividades ou materiais;
- Modificações no sistema de gestão em SST, incluindo mudanças temporárias e seus impactos nas operações, processos e atividades;
- Obrigações legais aplicadas à avaliação de risco e implementação dos controles necessários;
- Projeto de áreas de trabalho, processos, instalações, maquinário, equipamentos, procedimentos operacionais e organização do trabalho, incluindo adaptação às capacidades humanas.

Segundo a norma OHSAS 18001:2007, pode-se definir perigo como a fonte, situação ou ato com potencial para dano em termos de prejuízo humano ou doença, ou a combinação destes, sendo que para o perigo se materializar é necessária a exposição à condição perigosa. Risco deve ser considerado como a combinação entre a probabilidade de ocorrência de um evento ou exposição perigosa e a gravidade da lesão ou doença que pode ser causada pelo evento ou exposição.

Doenças ocupacionais interferem diretamente nos resultados da empresa e acidentes de trabalho podem prejudicar a equipe de colaboradores, trazendo uma sensação de insegurança no ambiente de trabalho e, conseqüentemente, lesar a produtividade de todos (FUNDACENTRO, 2004).

Geralmente, os riscos ocupacionais estão relacionados ao ambiente em que o trabalhador fica sujeito a ruídos, vibrações, gases, vapores, iluminação inadequada,

entre outras inúmeras situações que podem gerar danos à saúde ou à integridade física do profissional (FUNDACENTRO, 2004).

Agentes ambientais ou riscos ambientais são elementos ou substâncias presentes em diversos ambientes, que acima dos limites de tolerância podem ocasionar danos à saúde das pessoas. Existem cinco riscos ambientais que são representados através de cores, como apresentado na figura – Grupos de riscos. (INBEP, 2018).

- Riscos Físicos (Grupo 1 – Verde): São diversas formas de energia a que possam estar expostos os trabalhadores, tais como: ruído, vibrações, pressões anormais, temperaturas extremas, radiações ionizantes, radiações não ionizantes (FUNDACENTRO, 2004);
- Riscos Químicos (Grupo 2 – Vermelho): São as substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar no organismo pela via respiratória, nas formas de poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases ou vapores, ou que, pela natureza da atividade de exposição, possam ter contato ou ser absorvidos pelo organismo através da pele ou por ingestão (FUNDACENTRO, 2004);
- Riscos Biológicos (Grupo 3 – Marron): São as bactérias, fungos, bacilos, parasitas, protozoários, vírus, entre outros; Riscos Biológicos – São riscos oferecidos por diversos tipos de micro-organismos que possam infectar o indivíduo por vias respiratórias, contato com a pele ou ingestão (INBEP, 2018);
- Riscos Ergonômicos (Grupo 4 – Amarelo) – Esforço físico intenso, Levantamento e transporte manual de peso, Exigência de postura inadequada, Controle rígido de produtividade, Imposição de ritmos excessivos, Trabalho em turno e noturno, Jornadas de trabalho prolongadas, Monotonia e repetitividade, Outras situações causadoras de stress físico e/ou psíquico (INBEP, 2018); e
- Riscos Acidentes (Grupo 5 – Azul) – Arranjo físico inadequado, Máquinas e equipamentos sem proteção, Ferramentas inadequadas ou defeituosas, Iluminação inadequada, eletricidade, probabilidade de incêndio ou explosão, armazenamento inadequado, animais peçonhentos, outras situações de risco que poderão contribuir para a ocorrência de acidentes (INBEP, 2018).

Figura 4 - Grupos de riscos

GRUPO 1 VERDE	GRUPO 2 VERMELHO	GRUPO 3 MARROM	GRUPO 4 AMARELO	GRUPO 5 AZUL
Riscos Físicos	Riscos Químicos	Riscos Biológicos	Riscos Ergonômicos	Riscos Acidentes
Ruídos	Poeiras	Vírus	Esforço físico intenso	Arranjo físico inadequado
Vibrações	Fumos	Bactérias	Levantamento e transporte manual de peso	Máquinas e equipamentos sem proteção
Radiações ionizantes	Névoas	Protozoários	Exigência de postura inadequada	Ferramentas inadequadas ou defeituosas
Radiações não ionizantes	Neblinas	Fungos	Controle rígido de produtividade	Iluminação inadequada
Frio	Gases	Parasitas	Imposição de ritmos excessivos	Eletricidade
Calor	Vapores	Bacilos	Trabalho em turno e noturno	Probabilidade de incêndio ou explosão
Pressões anormais	Substâncias, compostas ou produtos químicos em geral		Jornadas de trabalho prolongadas	Armazenamento inadequado
Umidade			Monotonia e repetitividade	Animais peçonhentos
			Outras situações causadoras de stress físico e/ou psíquico	Outras situações de risco que poderão contribuir para a ocorrência de acidentes

Fonte: BRASIL, 1994.

2.4.1 Mapa de riscos

O mapa de Risco é elaborado pela Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA) com a orientação do Serviço Especializado em Engenharia e Segurança e Medicina do Trabalho (SESMT) da empresa. Ambos tomam conhecimento da planta do estabelecimento e obtêm dados estatísticos para definir as prioridades (BRASIL, 1994).

A elaboração de Mapas de Riscos está mencionada na alínea “a”, do item 5.16 da NR 05, com redação dada pela Portaria nº 25 de 29/12/1994:

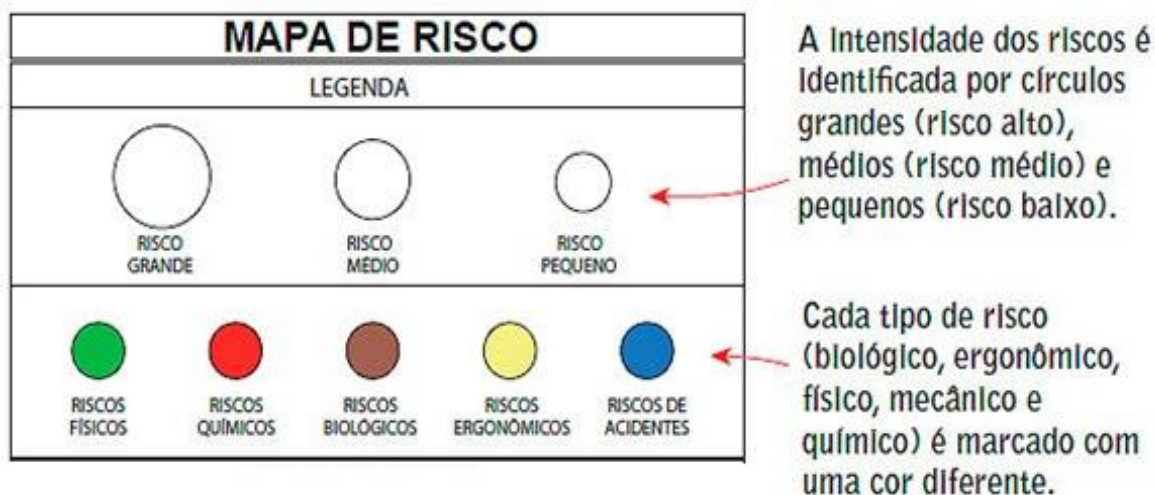
“identificar os riscos do processo de trabalho, e elaborar o mapa de riscos, com a participação do maior numero de servidores, com assessoria do SESMT, onde houver”.

O gráfico deve ser afixado em local visível e de fácil acesso de todos os funcionários. Além de informar, o gráfico faz com que a equipe se torne mais cautelosa e mais preparada para lidar com as ocorrências laborais. Quando pronto, ele serve de indicador do nível dos riscos e pode ser único para toda a empresa ou individualizado por setor. Ele também serve de estímulo para a busca de soluções e utilização de novos métodos de prevenção de acidentes prioridades (BRASIL, 1994).

Conforme a Portaria nº 05, de 17 de agosto de 1992, do Ministério do Trabalho e Emprego, a elaboração do Mapa de Riscos é obrigatória para empresas com grau de risco e número de empregados que exijam a constituição de uma Comissão Interna de Prevenção de Acidentes.

No Mapa de Riscos, figuras 5 e 6, os círculos de tamanhos diferentes (pequeno, médio e grande) mostram os locais e os fatores que podem gerar situações de perigo em função da presença de agentes físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e de acidentes representados por cores diferentes (BRASIL, 1994).

Figura 5 – Intensidade e cores de riscos.



Fonte: INBEP, 2018.

Figura 6 – Visão detalhada da intensidade e cores de riscos.

Simbologia das Cores No mapa de risco, os riscos são representados e indicados por círculos coloridos de três tamanhos diferentes, a saber:			Risco Químico Leve		Risco Mecânico Leve
			Risco Químico Médio		Risco Mecânico Médio
			Risco Químico Elevado		Risco Mecânico Elevado
	Risco Biológico Leve		Risco Ergonômico Leve		Risco Físico Leve
	Risco Biológico Médio		Risco Ergonômico Médio		Risco Físico Médio
	Risco Biológico Elevado		Risco Ergonômico Elevado		Risco Físico Elevado

Fonte: INBEP, 2018.

É considerada indispensável a colaboração das pessoas expostas ao risco. Dentre os objetivos do Mapa de Riscos estão (BRASIL, 1994):

- a) reunir informações suficientes para o estabelecimento de um diagnóstico da situação de segurança e saúde no trabalho do estabelecimento;
- b) possibilitar a troca e divulgação de informações entre os servidores, bem como estimular sua participação nas atividades de prevenção.

O Anexo IV da Norma Regulamentadora nº 5, Portaria nº 25 de 29/12/1994, demonstra as etapas para a elaboração do Mapa de Riscos, que são:

- a) conhecer o processo de trabalho no local analisado:
 - Os servidores: número, sexo, idade, treinamentos profissionais e de segurança e saúde, jornada de trabalho;
 - Os instrumentos e materiais de trabalho;
 - As atividades exercidas;
 - O ambiente.

b) identificar os riscos existentes no local analisado;

c) identificar as medidas preventivas existentes e sua eficácia:

- Medidas de proteção coletiva;
- Medidas de organização do trabalho;
- Medidas de proteção individual;
- Medidas de higiene e conforto: banheiro, lavatórios, vestiários, armários, bebedouro, refeitório, área de lazer, etc.

d) identificar os indicadores de saúde:

- Queixas mais freqüentes e comuns entre os servidores expostos aos mesmos riscos;
- Acidentes de trabalho ocorridos;
- Doenças profissionais diagnosticadas;
- causas mais frequentes de ausência ao trabalho.

e) Conhecer os levantamentos ambientais já realizados no local;

f) Elaborar o Mapa de Riscos, sobre o layout do órgão, indicando através de círculos:

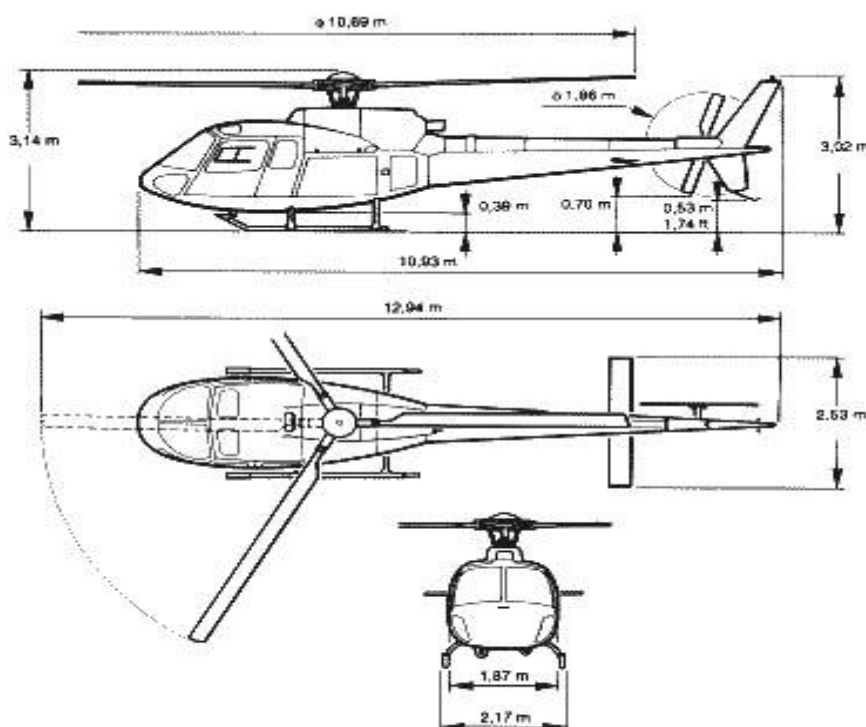
- O grupo a que pertence o risco, de acordo com a cor padronizada;
- O número de trabalhadores expostos ao risco;
- A especificação do agente (por exemplo: químico – sílica, hexano, ácido clorídrico; ou ergonômico – repetitividade, ritmo excessivo);
- A intensidade do risco, de acordo com a percepção dos dos trabalhadores, que deve ser representada por tamanhos proporcionalmente diferentes dos círculos.

2.5 PRINCIPAIS SISTEMAS DE UMA AERONAVE AS 350 - ESQUILO

O Eurocopter Ecureuil ou Esquilo, apresentado na figura 7, de denominação AS 350 monoturbuina, é um helicóptero leve desenvolvido pela Aérospatiale, hoje

Eurocopter. É montado no Brasil pela Helicópteros do Brasil S.A. Segundo a Helibras, a nacionalização é de 43% (HELIBRAS, 1992).

Figura 7 – Apresentação aeronave AS 350 - ESQUILO.



Fonte: Helibras, 1992.

Segundo a HELIBRAS (1992), este tipo de Aeronave é equipado com instalações apropriadas e pode realizar as seguintes missões:

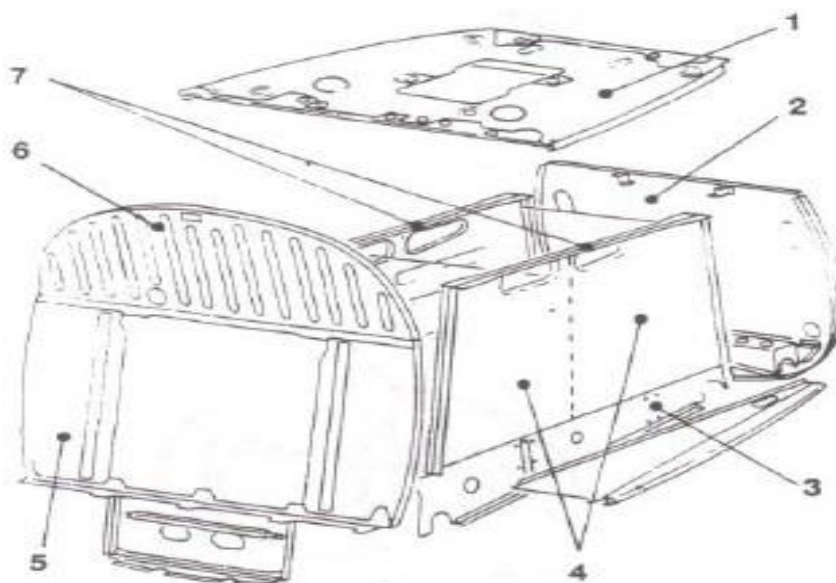
- Transporte de passageiros (6 passageiros, incluindo a tripulação);
- Transporte V. I. P. (3 passageiros);
- Transporte misto (3 passageiros+carga);
- Transporte de carga interna;
- Transporte de carga externa;
- Instalação aeromédica;
- Policiamento;
- Treinamento;

- Turismo.

2.5.1 Estruturas principais

A estrutura do AS 350 é fabricada com materiais compostos derivados do plástico e ligas metálicas. A estrutura central, figura 8, é a parte mais resistente da estrutura, é ela que suporta diretamente os esforços em vôo, e quem recebe a concentração de esforços durante o pouso. A estrutura central constitui-se essencialmente de um hexaedro rígido. Suporta o conjunto mecânico principal (CTP e rotor), o trem de pouso, o piso da cabine e a estrutura traseira e também contém o tanque de combustível (HELIBRAS, 1992).

Figura 8 – Estrutura central.



Fonte: HELIBRAS, 1992.

De acordo com o manual de instrução para mecânicos da HELIBRAS (1992), a estrutura da capota, figura 9, é fabricada em policarbonato reforçado por fibra de vidro moldadas a quente, são montadas por colagem e pontos de solda ultrassônica. A capota está fixada por parafuso no piso da cabine e na estrutura central. Os elementos da estrutura da capota são:

- (1) Teto;
- (2) Montantes;
- (3) Nariz.

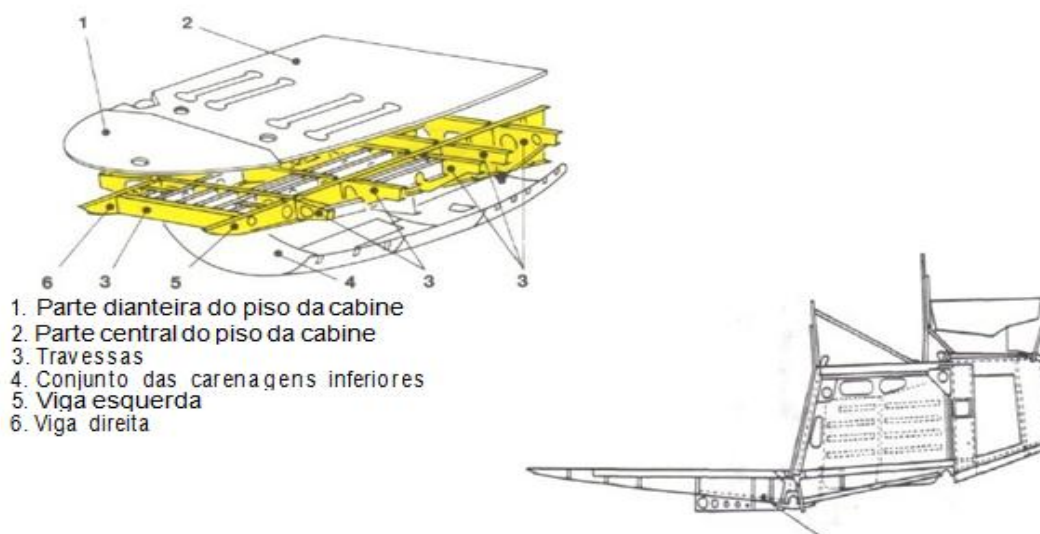
Figura 9 – Estrutura da capota.



Fonte: HELIBRAS, 1992.

A estrutura da barca, figura 10, suporta a cabine e esta em balanço no prolongamento da estrutura central. Duas vigas transversalmente enrijecidas pelas travessas são rebitadas nas vigas laterais da estrutura central (HELIBRAS, 1992).

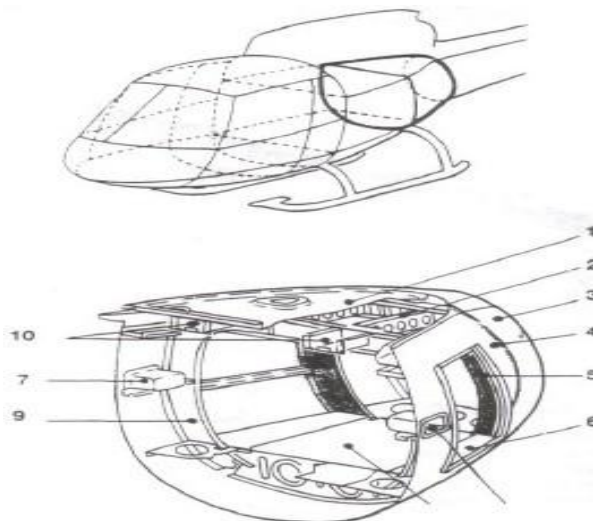
Figura 10 – Estrutura da barca.



Fonte: HELIBRAS, 1992.

A estrutura traseira, figura 11, é constituída por três cavernas ligadas por vigas, com adaptação para um bagageiro (HELIBRAS, 1992).

Figura 11 – Estrutura traseira.

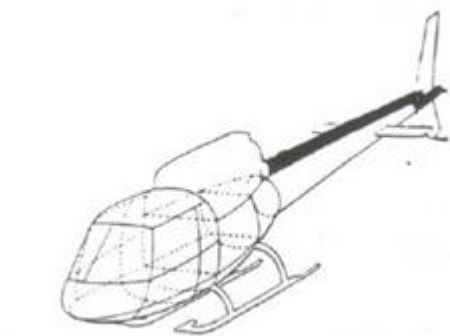


Fonte: HELIBRAS, 1992.

- (1) Piso do grupo motopropulsor;
- (2) Viga sob o piso do grupomotopropulsor;
- (3) Caverna de junção;
- (4) Revestimento;
- (5) Caverna traseira;
- (6) Acesso ao bagageiro traseiro;
- (7) Degrau embutido de acesso ao piso mecânico;
- (8) Piso do bagageiro (acesso às caixas elétricas);
- (9) Caverna dianteira;
- (10) Vigas suportes do grupomotopropulsor.

O cone de cauda, figura 12, é formado por cavernas circulares envolvidas por um revestimento (HELIBRÁS, 1992).

Figura 12 – Conde de cauda.

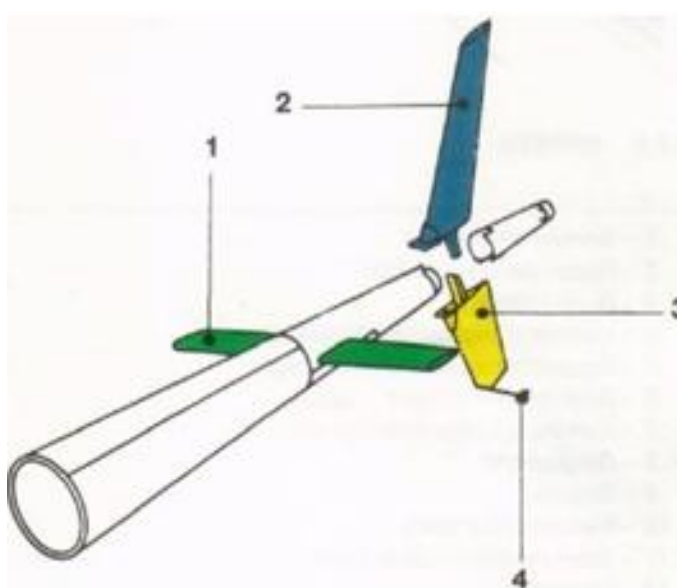


Fonte: HELIBRÁS, 1992.

A empenagem, figura 13, é constituída por:

- (1) Um estabilizador horizontal;
- (2) Uma deriva superior;
- (3) Uma deriva inferior;
- (4) Bequilha.

Figura 13 – Empenagem.



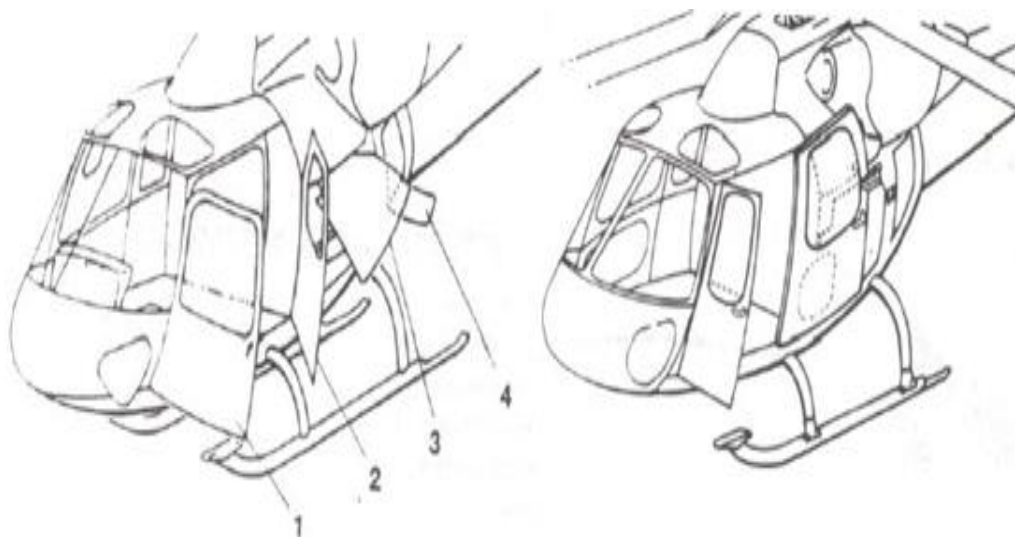
Fonte: HELIBRÁS, 1992.

O conjunto das portas, figura 14, compreende (HELIBRAS, 1992):

- Duas portas da cabine (1), uma direita e outra esquerda, que dão acesso aos assentos dos "pilotos".
- Duas portas traseiras (2), uma direita e outra esquerda, que dão acesso à parte traseira da cabine.
- Uma porta do bagageiro esquerdo (3) e uma porta do bagageiro direito
- Uma porta do bagageiro traseiro (4).

Todas as portas estão munidas de uma trava de segurança com chave. Na versão padrão, as portas da cabine são alijáveis (HELIBRAS, 1992).

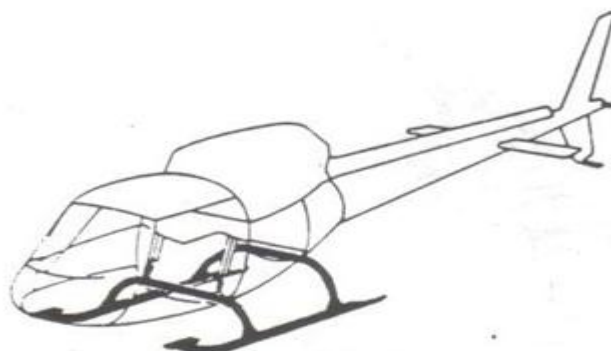
Figura 14 – Conjunto das portas.



Fonte: HELIBRAS, 1992.

Para algumas missões (guinchamento - transporte aeromédico) que exigem maior facilidade de acesso à parte traseiras da cabine, porta e portinhola esquerda da versão padrão são substituídas por uma porta menor do piloto e por uma porta deslizante sobre trilhos. A porta deslizante pode ser aberta em voo e mantida travada nesta posição, nessa situação há uma restrição na velocidade da aeronave. O trem de pouso, figura 15, suporta a aeronave, protege a estrutura das aterrissagens e amortece as vibrações quando a aeronave se encontra no solo com o rotor girando (HELIBRAS, 1992).

Figura 15 – Trem de pouso.

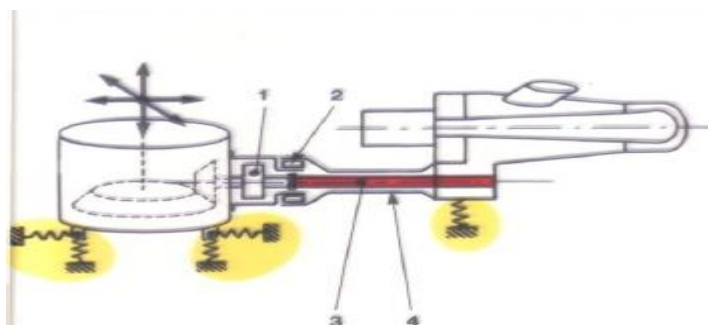


Fonte: HELIBRAS, 1992.

2.5.2 Transmissões mecânicas principais

A transmissão mecânica principal, figura 16, aciona a partir do motor, o rotor principal e a transmissão mecânica traseira. O sistema de transmissão de movimento ao rotor principal é constituído por uma ligação entre o grupomotopropulsor e caixa de transmissão principal. A árvore de transmissão de potência (3) transmite torque do motor para a CTP através do pinhão de entrada (1) equipado com uma roda livre e um anel cardan (2) liga a trompa (4) à CTP (HELISUL, 2008).

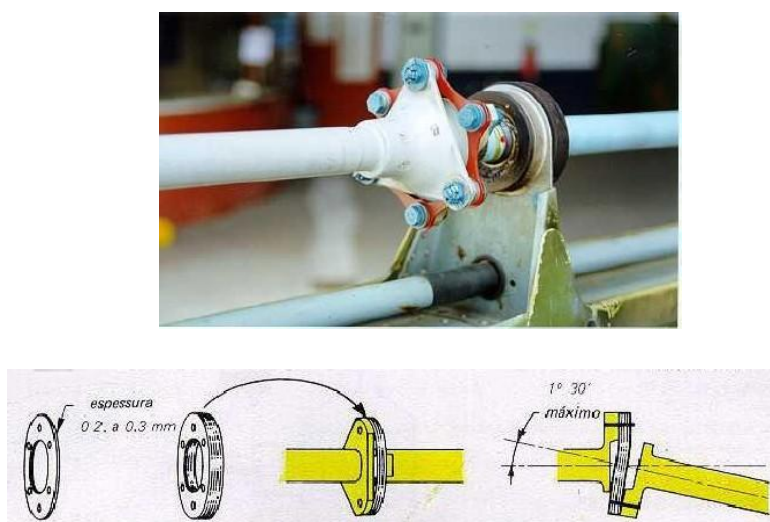
Figura 16 – Transmissão mecânica principal.



Fonte: HELISUL, 2008.

A CTP é montada numa suspensão flexível que oscila em vôo com deslocamentos de pequena amplitude e assim a função da trompa-cardan é manter constante a distância entre a CTP e o GTM; assegurar o alinhamento da árvore de transmissão com o pinhão de entrada e opor-se ao torque de reação do motor. Os acoplamentos flexíveis (tipo flector) absorvem por sua deformação os pequenos desalinhamentos entre a tomada de ar do motor e o pinhão de entrada da CTP. Os flectores, figura 17, são pontos de encontro de esforços importantes. Por um lado eles transmitem o torque do motor, e por eles se deformam em caso de desalinhamento (HELISUL, 2008).

Figura 17 – Flectores da árvore de acionamento da CTT.



Fonte: HELISUL, 2008.

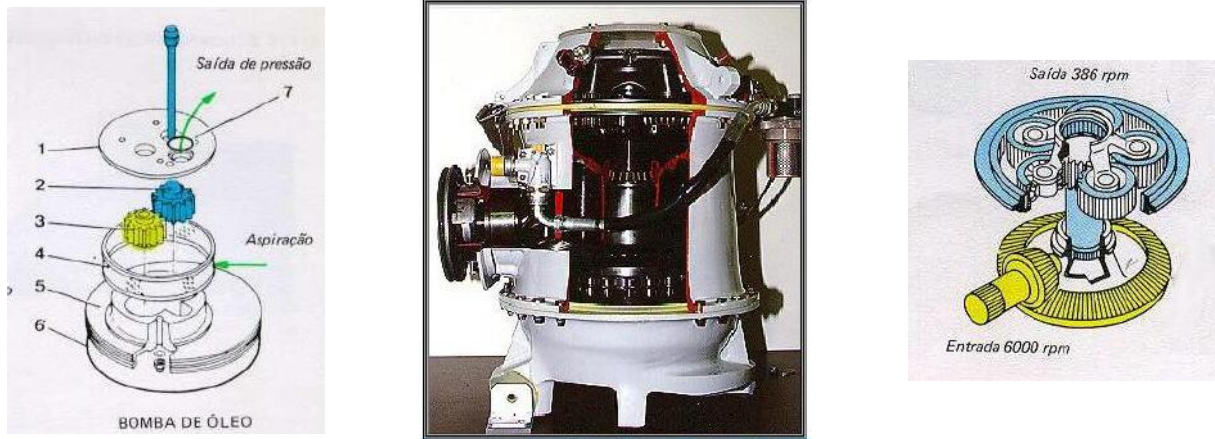
A CTP transmite a potência dos motores aos rotores reduzindo a velocidade de rotação. Através de seu cárter ela transmite à estrutura a torque de reação do rotor principal que ela recebe do mastro. A CTP aciona da mesma forma, a bomba de lubrificação assim como 2 bombas hidráulicas (HELISUL, 2008).

De acordo com a apostila do curso de familiarização a aeronave esquilo da HELISUL (2008), a CTP, figura 18, é uma caixa de engrenagem que transmite o torque do GTM ao rotor principal, fazendo a redução da velocidade de rotação de 6000 rpm para aproximadamente 386 rpm. A CTP é composta de 3 módulos:

- um redutor epicicloidial;
- um redutor cônico; e

- uma bomba de lubrificação.

Figura 18 – Vista em corte da CTP.



Fonte: HELISUL, 2008.

O Sistema de Lubrificação da CTP garante a lubrificação e refrigeração das engrenagens e rolamentos da CTP e do mastro do rotor, através do óleo sob pressão, que circula pelo radiador durante todo o funcionamento (HELISUL, 2008).

O óleo, que fica alojado na parte mais baixa da CTP, é aspirado por uma bomba mecânica de engrenagens e enviado para o radiador; em seguida passa por um filtro e finalmente entra na CTP e no cárter do mastro. Após lubrificar os componentes, o óleo cai por gravidade de volta ao tanque (HELISUL, 2008).

Limites do sistema:

- Luz de baixa pressão se acende no painel de alarme se a pressão for menor que 1 bar.
- Luz de temperature se acende no painel de alarme se a temperatura do óleo ultrapassar 115° C

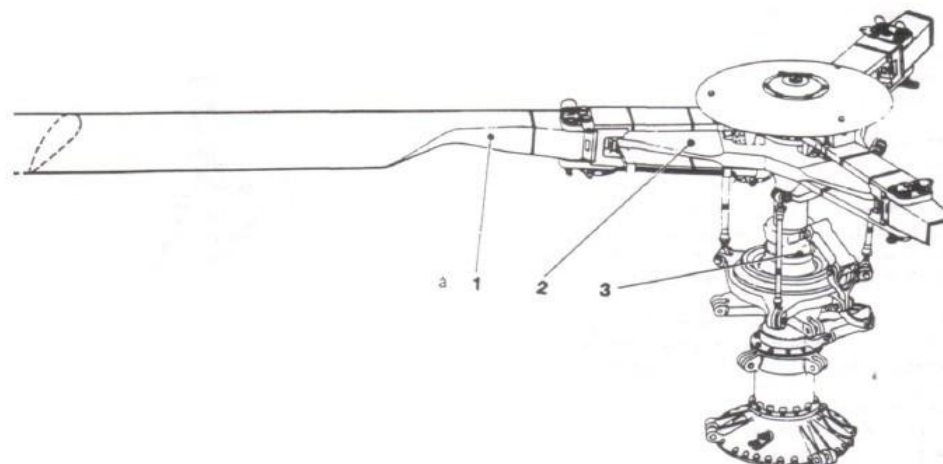
Segundo HELISUL (2008), o rotor principal, figura 19, assegura a sustentação e a translação do helicóptero, é constituído por:

(1) Pás;

(2) Cabeça do rotor;

(3) Mastro.

Figura 19 – Vista detalhada do rotor principal.



Fonte: HELISUL, 2008.

As funções do rotor são a sustentação, deslocamento e manobrabilidade. O mastro, fixado na CTP, aciona a cabeça e transmite à estrutura a sustentação do rotor. A cabeça do rotor principal, fixada no mastro, suporta as pás. As pás transformam a energia mecânica do GTM em forças aerodinâmicas (sustentação) (HELIBRAS, 1992).

De acordo com HELIBRAS (1992), os punhos das pás são equilibrados para compensar o peso das tesouras rotativas. Por outro lado, punhos e pás são ajustados funcionalmente por meio de regulagem de suas hastes de comando do passo. A fim de evitar desregulagem decorrentes das operações de remoção e instalação desses elementos:

- Só existe uma posição de montagem possível da cabeça no mastro.
- Pás, punhos e hastes de comando de passo, figura 20, são marcados com cores diferentes (amarelo, azul e vermelho).

Figura 20 – Punhos das pás do rotor principal – cores diferentes.

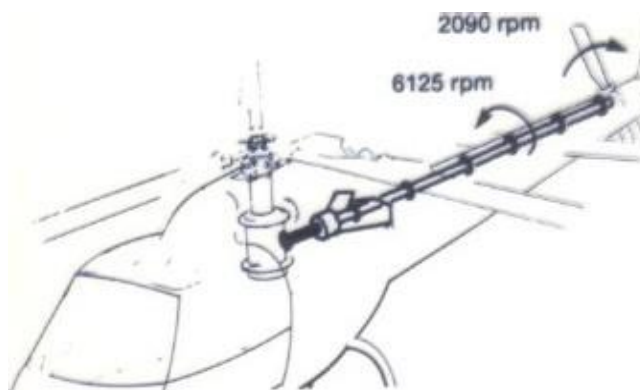


Fonte: HELIBRAS, 1992.

Segundo a HELIBRAS (1992), a partir da CTP, figura 21, o rotor traseiro é acionado por:

- Árvore de ligação CTP – CTT;
- Caixa de transmissão traseira (CTT).

Figura 21 – Acionamento do rotor traseiro.



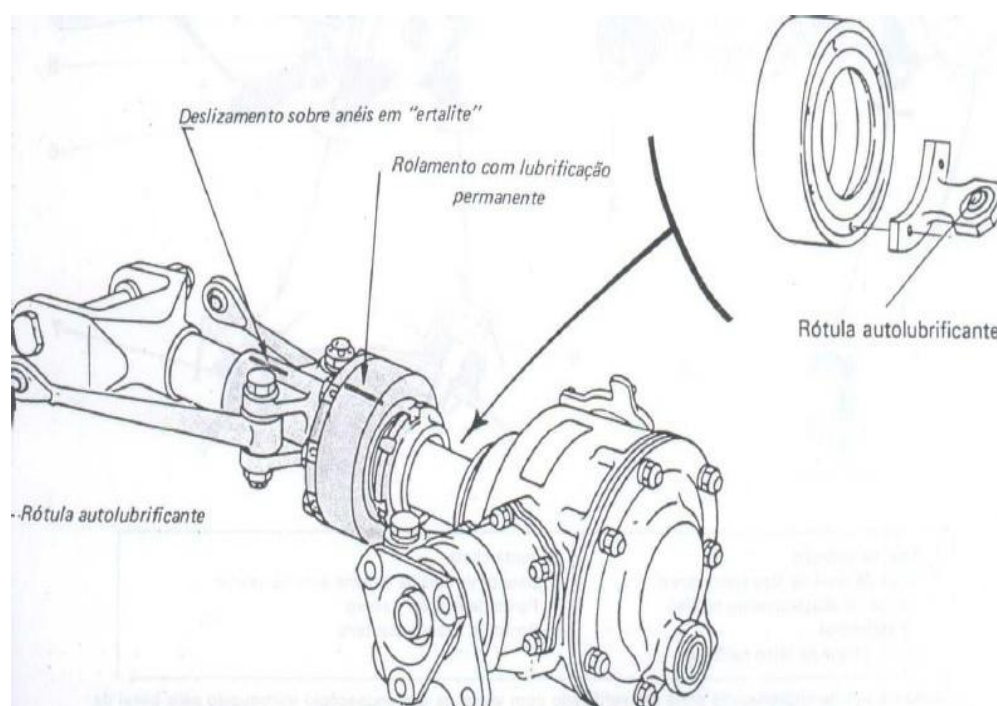
Fonte: HELIBRAS, 1992.

A CTT, como pode ser observado na figura 22, é uma caixa simples de 90° de redução suportada e protegida por um cárter de liga leve. As árvores do par cônico giram sobre rolamentos com roletes cônicos que suportam os esforços radiais e os

empuxos axiais. A lubrificação do par cônico e das engrenagens é assegurada por salpico (HELISUL, 2008).

O calor produzido pelo funcionamento da caixa é inteiramente liberado por irradiação do cárter. A manutenção do conjunto de comando é reduzida ao mínimo. Além das habituais inspeções visuais não existe intervenção de manutenção corrente (HELISUL, 2008).

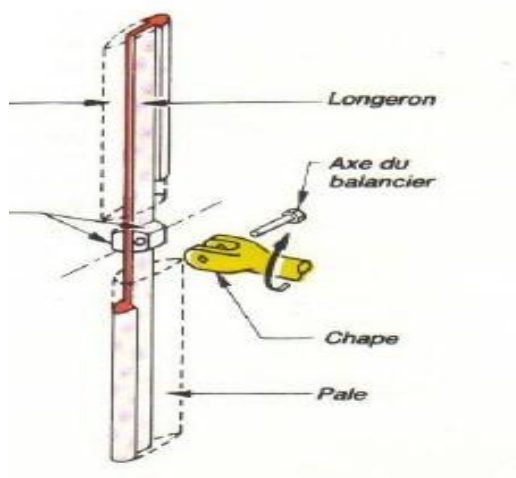
Figura 22 – Caixa de transmissão traseira.



Fonte: HELISUL, 2008.

O rotor traseiro permite controlar a aeronave em relação ao eixo de guinada. As forças envolvidas são o torque de reação do rotor principal e o empuxo do rotor traseiro. O elemento básico do rotor é uma longarina em mecha (roving) de fibra de vidro-resina na qual são moldadas duas pás. A longarina é encaixada entre duas semi-conchas uma das quais dotada de um furo que permite a montagem em gangorra do conjunto das pás no garfo da cabeça do eixo do rotor (HELIBRAS, 1992).

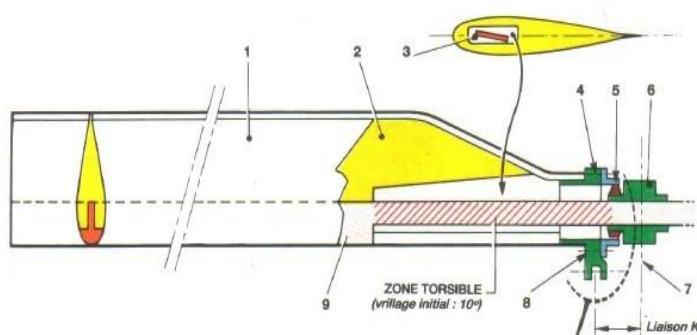
Figura 23 – Pás do rotor de cauda.



Fonte: HELIBRAS, 1992.

A figura 24, apresenta que o revestimento da pá (1) em fibra de vidro acompanha o bordo de ataque da longarina (9) na região principal não sujeita a torção. O enchimento (2) entre a longarina e o revestimento é feito com espuma de isocianato alquídic (moltoprene). Na raiz da pá o revestimento é reforçado por um punho em liga leve (4), que suporta a alavanca de passo (8), onde se fixa a haste de comando de passo do conjunto mecânico traseiro e duas grandes saliências (10) (pesos chineses). Na região do eixo da gangorra a longarina é encaixada em duas semi-conchas metálicas (6). Entre as duas semi-conchas e o punho são colocados dois semi-mancais laminados (5) (borracha natural/metal) deformáveis em torção e cisalhamento. Na Zona sujeita a torção existe uma cavidade (3) na espuma de enchimento para facilitar a deformação da lâmina da longarina (HELIBRAS, 1992).

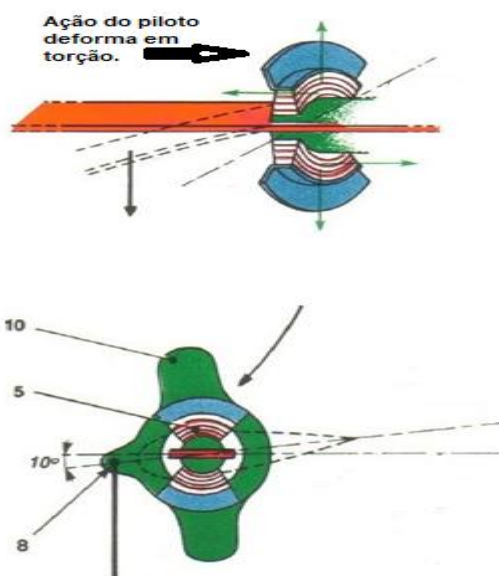
Figura 24 – Estrutura das pás do rotor de cauda.



Fonte: HELIBRAS, 1992.

A alavanca de passo (8), acionada pelo comando do piloto, gira o punho da pá em torno dos semi-mancais laminados que se deformam em torção, figura 25. A partir do punho o esforço de variação do passo é transmitido à região principal, não sujeita a torção da pá, e assim a zona sujeita a torção da longarina se torce no sentido do aumento ou diminuição do passo (HELIBRAS, 1992).

Figura 25 – Ação do piloto nas pás do rotor de cauda.



Fonte: HELIBRAS, 1992.

Os pesos chineses são pesos posicionados perpendicularmente ao perfil. Eles têm por objetivo criar um momento oposto ao momento de retorno à posição plana, de modo a estabilizar o perfil para todos os valores do passo (HELIBRAS, 1992).

Figura 26 – Ação dos pesos chineses no perfil.



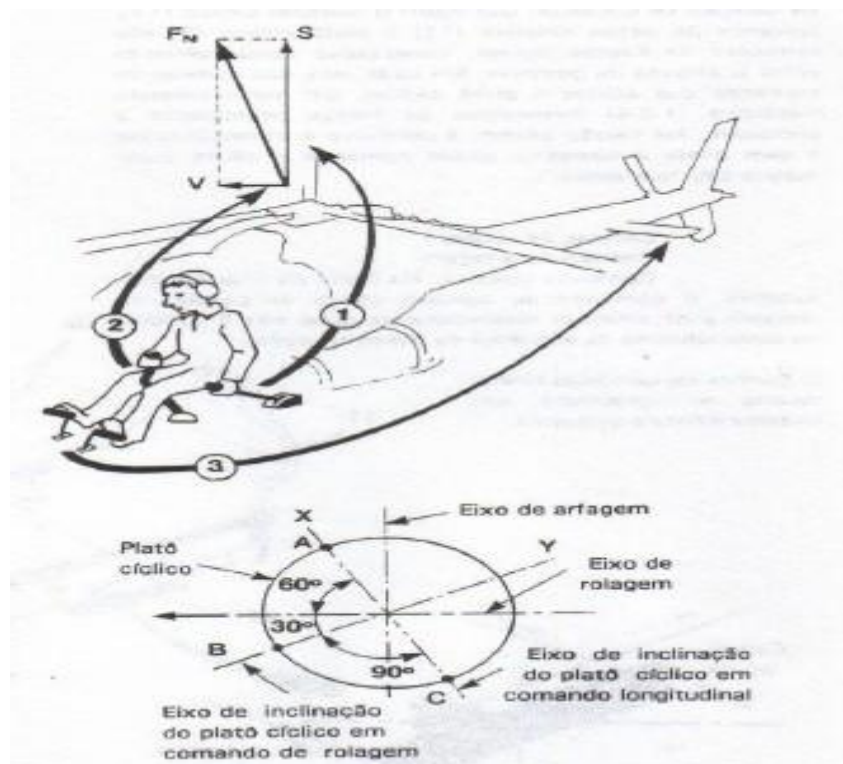
Fonte: HELIBRAS, 1992.

2.5.3 Comandos de voo

Os comandos de vôo, figura 26, atuam sobre o ângulo de passo do rotor principal e do rotor traseiro e permitem ao piloto controlar o vôo da aeronave: variação de altitude, de velocidade e de direção (HELISUL, 2008).

- A alavanca de passo coletivo (1) controla a sustentação do rotor principal (variação coletiva do passo).
- O vetor velocidade, cujo sentido e intensidade são controlados pelo manche cíclico (2) comanda a inclinação do disco do rotor (variação cíclica do passo).
- A "unidade dos pedais" (3) controla o empuxo do rotor traseiro, isto é a direção da aeronave.

Figura 27 – Ilustração dos comandos de voo.



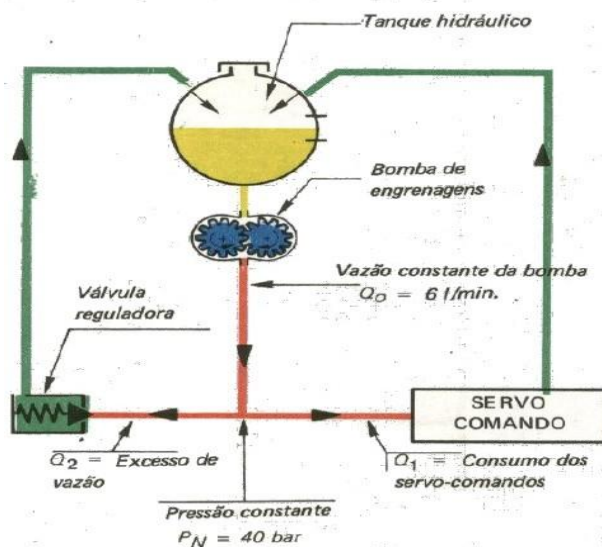
Fonte: HELISUL, 2008.

O manual de instrução para mecânicos da HELIBRAS (1992) apresenta que os esforços de comando (forças necessárias para deslocar os platôs cíclicos do rotor

principal e o platô de comando do rotor de cauda) são da ordem de 10 daN para o rotor e de alguns Newtons para o rotor de cauda. Os servocomandos, inseridos em cada sistema de comando do rotor principal e no sistema de comando do rotor de cauda, eliminam esses esforços de pilotagem, substituindo a energia muscular do piloto pela energia hidráulica. O circuito hidráulico fornece a potência hidráulica aos servocomandos. Uma bomba com engrenagens, acionada pela CTP com velocidade constante produz uma vazão constante (6 l/min). Uma válvula reguladora mantém a pressão no valor nominal ($P_N = 40$ bar).

A vazão da bomba, componente do sistema hidráulico da figura 27, é calculada para satisfazer, em todos os casos, a demanda dos servocomandos, o que significa que essa vazão é excessiva em condições normais de voo, o excesso de vazão é desviado para o tanque hidráulico pela válvula reguladora de pressão que se abre quando a pressão ultrapassa 40 bar (HELIBRAS, 1992).

Figura 28 – Funcionamento do sistema hidráulico.



Fonte: HELIBRAS, 1992.

Os servocomandos principais são de corpo duplo, sendo o corpo superior alimentado pela geração hidráulica esquerda e o corpo inferior pela direita. Assim, em caso de perda de uma das gerações hidráulicas, o corpo que permanece sob pressão é suficiente para manobrar o platô cíclico em todas as situações de voo. O rotor traseiro é pilotável sem pressão hidráulica. Por esta razão, o servocomando

traseiro, de corpo simples, é alimentado pelo sistema hidráulico traseiro (HELIBRAS, 1992).

Em vôos a grande velocidade, as fortes manobras (com pequeno raio) introduzem grandes esforços na estrutura. Há o risco de danos se os fatores de carga autorizados forem ultrapassados. Os esforços ao nível do rotor principal aumentam com o fator e se dirigem, em parte, para as cadeias de comando, particularmente para a cadeia de rolagem direita que é a mais solicitada (HELISUL, 2008).

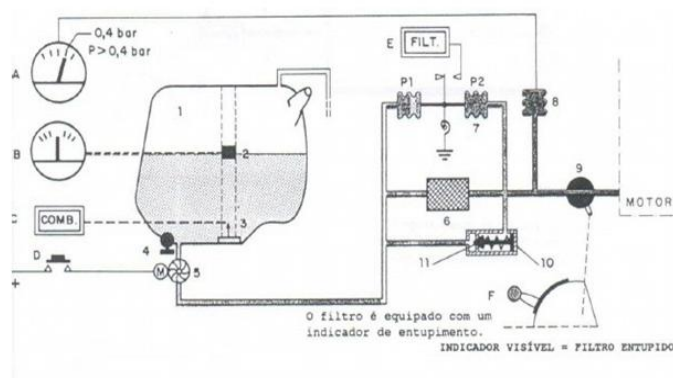
Para prevenir o piloto que esta no limite de manobras, um detector de esforços é instalado no servocomando de rolagem direto. Quando o esforço sobre o servocomando atinge o limite autorizado, uma luz âmbar "LIMITE" se acende e o piloto saberá que ele deve reduzir o passo ou suavizar a sua manobra (HELISUL, 2008).

2.5.4 Sistema de combustível

O motor possui uma bomba de pressão que alimenta a camara de combustão por meio de um regulador de vazão. O sistema de combustível, figuras 28 e 29, da aeronave tem por objetivo (HELIBRAS, 1992):

- Levar até a bomba de pressão do motor o combustível, sob pressão, contido no tanque situado em baixo; e
- Garantir a perfeita limpeza do combustível fornecido ao motor.

Figura 29 – Sistema de Combustível.



Fonte: HELIBRAS, 1992.

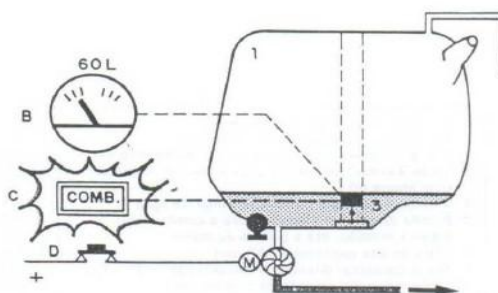
Figura 30 – Descrição do sistema de combustível.

1. Tanque, capacidade máxima 540 L.	9. Válvula de corte de combustível.
2. Transmissor do liquidômetro com bóia.	10. Indicador mecânico de entupimento
3. Contator "baixo nível" provoca o acendimento da luz de alarme "COMB" quando o nível do combustível atinge 60 L.	11. Válvula by-pass: filtro entupido ela se abre.
4. Válvula de dreno e válvula de purga de água.	A. Indicador de pressão de combustível.
5. Bomba de reforço elétrica. Leva combustível a baixa pressão até a bomba do motor.	B. Liquidômetro.
6. Filtro de alta capacidade.	C. Luz de alarme "baixo nível".
7. Mano-contactador diferencial.	D. Botão "comando da bomba de reforço".
8. Transmissor de pressão de combustível.	E. Luz de alarme pré-entupimento.
	F. Comando da válvula de corte de combustível.

Fonte: HELIBRAS 1992.

O botões (D) são pressionados: a bomba de reforço (5), alimentada, bombeia o combustível. A vazão da bomba é em função da demanda do motor (vazão nominal: 180 l/h). A pressão de bombeamento é inversamente proporcional a vazão, mas, em todos os casos, é superior a 0,4 bar (o ponteiro da pressão fora da faixa amarela). O filtro (6) está limpo: o by-pass (7) fechado. O motor está alimentado normalmente. A figura 30 ilustra que quando o nível de combustível no tanque atinge 60 L, acende-se a luz de alarme "COMB" ativada pelo contator (3), informando ao piloto que dispõe de aproximadamente 20 a 25 minutos de voo (depende da versão da aeronave) (HELIBRAS, 1992).

Figura 31 – Funcionamento da luz de baixo nível de combustível.



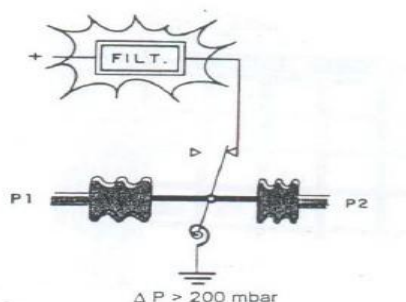
Fonte: HELIBRAS, 1992.

Em caso de pane da bomba de reforço, a bomba do motor é capaz de succionar o combustível do tanque e, assim, manter o motor alimentado. O piloto é informado da pane pelo indicador de pressão (ponteiro em 0), portanto o piloto não deverá voar a

grande altitude, principalmente se a temperatura ambiente for elevada, devido ao risco de bolha de vapor (vapor-lock) no tanque. O fenómeno provoca falhas de alimentação e, em caso extremo, pode desescorvar o circuito. Se o combustível estiver poluído, as impurezas se depositam no cartucho filtrante e a vazão através do filtro diminui progressivamente (HELISUL, 2008).

Quando esta diferença denominada “P” atingir 200 mb, ilustrado na figura 31, um mano contactor regulado para este valor, estabelece a alimentação da luz amarela “FILTRO” no painel de alarme. A partir do acendimento dessa luz o piloto sabe que o risco de abertura da by-pass esta mais ou menos próximo (HELISUL, 2008).

Figura 32 – Funcionamento da luz de baixa pressão de combustível.



Fonte: HELISUL, 2008.

A medida que ocorre o entupimento do filtro aumenta a pressão de entrada. Quando a diferença $P1 - P2$ atinge $350 \text{ mb} \pm 50$, torna-se superior a tensão da mola da by-pass: a válvula by-pass se abre. O motor continua a ser alimentado, porém com combustível poluído (HELISUL, 2008).

2.5.5 Sistema elétrico

A rede elétrica, de acordo com HELIBRAS (1992), figura 32, pode ser alimentada a partir de 3 fontes de corrente contínua:

- Um arranque-gerador (28,5 V - 4,8 Kw);
- Uma bateria (24 V - 16 Ah); ou
- Uma fonte externa (28,5 V).

Ambas as fontes (bateria, gerador e a fonte externa) são comandadas controladas e protegidas pelos seguintes equipamentos (HELIBRAS, 1992):

- “K4”, “K5”, “K6” são os reles que efetuam a conjunção de cada uma das gerações na barra de distribuição. “K3” é o rele de partida;
- “SB1”, “SB2” e “SB4” são os botões de comando. SB1 usado como comando de emergencia, provoca a disjunção simultanea do gerador e da bateria. SB2 comanda a alimentação por fonte externa ou por bateria. “SB4” comanda a conjunção do gerador;
- “VENT” e “PART” são os botões que comandam a ventilação e a partida do GTM.
- “K1” é um rele de segurança que impede a excitação e a conjunção do gerador durante a partida e a ventilação do GTM. K2 é um rele de segurança que impede a dijunção da bateria e do gerador enquanto a fonte externa estiver ligada.
- “TB2” regula a tensão do gerador em $28,5 \text{ V} \pm 0,25 \text{ V}$. Z1 é um cartão de circuito impresso cujos componentes eletrônicos comandam a conjunção e a desconexão do gerador e fornecem a T02 a tensão de referência.
- MCR é uma sonda amperimétrica que detecta a corrente de retorno para o gerador.
- “V” é um voltímetro. “A” é um amperímetro.
- “GER” e “BAT” são luzes de sinalização cujo acendimento indica a desconexão da fonte geradora correspondente.
- “T BAT” é uma luz que se acende quando a temperatura interna da bateria ultrapassa 71°C .
- “Z2” é um cartão de circuito impresso com um rele biestavel e um detector de sobretensão que tira o gerador da barra quando o mesmo atinge $31,5 \text{ V}$ e serve também para colocar o gerador na barra em caso de rearmar o gerador. SB6 é um botão para rearme do gerador.

A aeronave possui um circuito de detecção de fogo que alerta o piloto através do alarme "FOGO" (acende no painel de alarmes da aeronave), de qualquer aumento

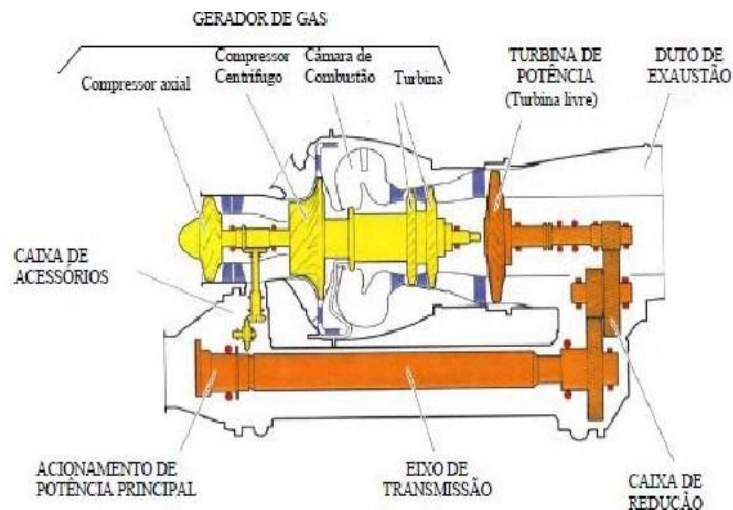
anormal de temperatura na em zonas críticas do motor onde são colocados detectores de fogo (HELIBRAS, 1992).

2.5.6 Grupo motopropulsor

A aeronave é equipada com um motor arriel, ilustrado na figura 33, fabricado pela Eurocopter. O grupo turbomotor possui turbina livre: o eixo da geradora de gases e o eixo da turbina livre são independentes. O controlador numérico de regulação mantém constante a velocidade da turbina livre seja qual for o valor do passo coletivo. A velocidade da turbina livre é constante, a potência transmitida aos rotores só depende do torque do motor (HELISUL, 2008).

Pode ser observado na figura 33, que o Motor é de concepção modular: é possível inspecionar, substituir as peças principais e evitar o retorno do motor completo à fábrica. O grupo turbomotor (GTM) transforma a energia do ar e do combustível em energia mecânica no eixo de potência (HELISUL, 2008).

Figura 34 – Grupo turbomotor – concepção modular.



Fonte: HELISUL, 2008.

Descrição dos principais componentes funcionais GTM, conforme HELISUL (2008):

- Gerador de gás: no conjunto gerador de gás ocorre a compressão de ar no compressor axial e centrífugo. O ar comprimido adentra a câmara de

combustão anular onde passa por outro processo de compressão e é misturado com combustível. Em seguida ocorre a combustão da mistura ar/combustível e expansão de gases. A expansão dos gases na turbina do gerador de gases permite o acionamento dos compressores e acessórios do motor. O conjunto gerador de gás é composto por:

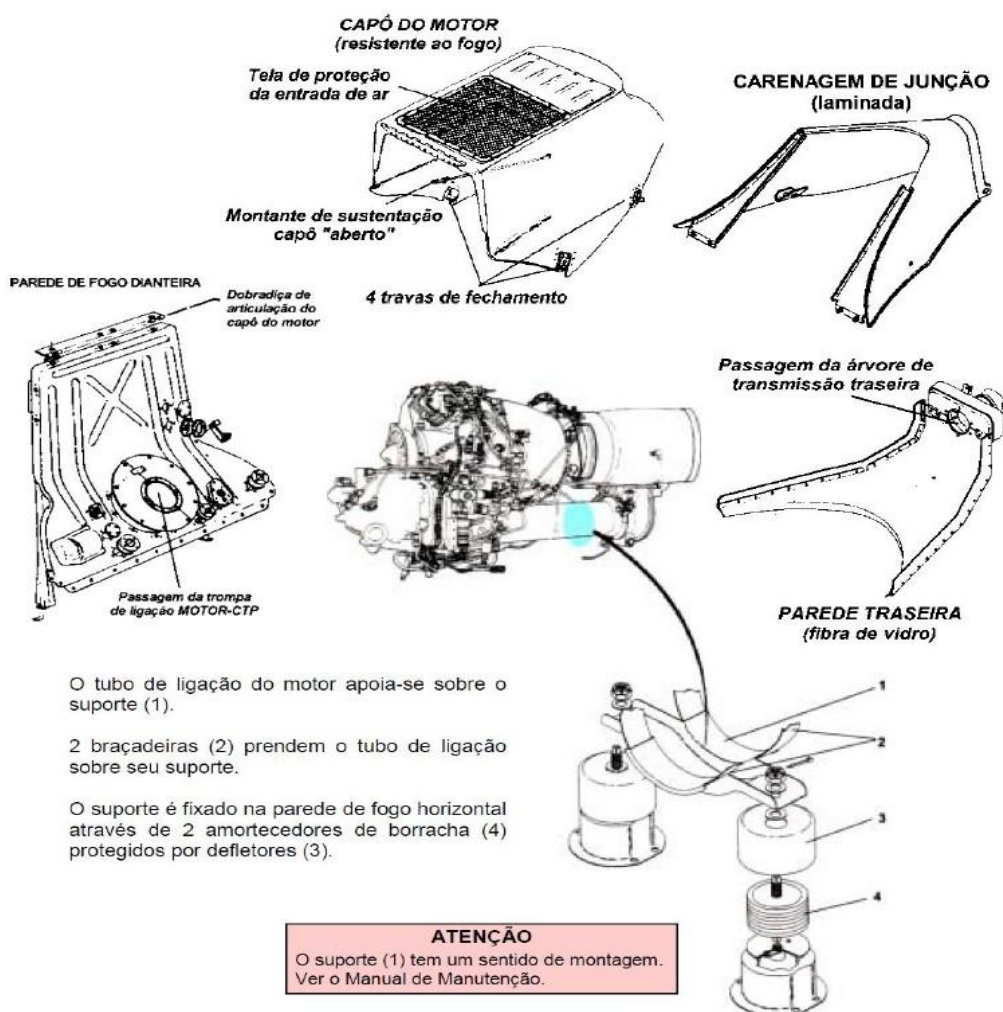
- Compressor axial de um estágio;
 - Compressor centrífugo;
 - Câmara de combustão anular (circular) com injeção centrífuga de combustível;
 - Turbina axial com dois estágios.
-
- Turbina livre: responsável pela expansão dos gases oriundos do conjunto gerador de gases. Fornece movimento para caixa de redução, e potência no eixo de saída.
 - Turbina axial de um estágio;
 - Duto;
 - Duto de forma elíptica com escapamento axial;
-
- Redutor: é responsável pela redução da velocidade da turbina livre e envio da potência para a parte dianteira no eixo de potência. É composto por:
 - Uma caixa de redução compreendendo três pinhões com engrenagens helicoidais.
-
- Eixo de Transmissão: é responsável pela transmissão de potência da caixa de redução para o eixo de saída de movimento. É composto por:
 - Eixo externo localizado dentro de um tubo de proteção o qual está conectado à caixa de redução e à caixa de acessórios.
-
- Caixa de acessórios: ocorre a saída principal de potência para acionamento

da caixa de transmissão principal do helicóptero.

- Compreende o trem de acionamento dos acessórios e o acionamento de potência principal.
- Escapamento
 - Descarga de gases para a área externa.

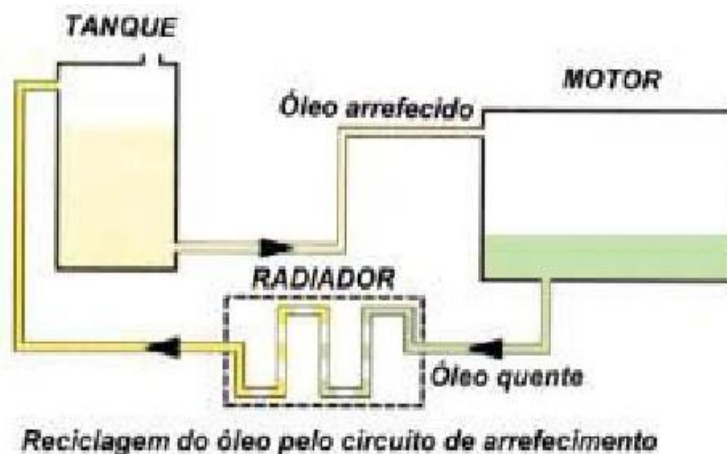
O GTM é instalado em um compartimento à prova de fogo, mostrado na figura 34. Na parte dianteira está solidário com a CTP por uma trompa de ligação. Sua própria fixação no piso da estrutura traseira é realizada por dois amortecedores de borracha (HELISUL, 2008).

Figura 35 – Descrição do compartimento do GTM.



Os rolamentos e engrenagens do motor são lubrificadas e refrigeradas pela circulação de óleo sob pressão. Após lubrificar o motor, o óleo está muito quente, e assim, é necessário baixar sua temperatura a fim de conservar todas as suas qualidades lubrificantes. Desta forma o óleo irá passar por um radiador antes de retornar ao tanque de óleo, como mostrado na figura 35 (HELIBRAS, 1992).

Figura 36 – Sistema de refrigeração do motor.



Fonte: HELIBRAS, 1992.

Uma mistura de ar quente, sangrado dos motores na saída do compressor centrífugo, e de ar ambiente, aspirado por dois tubos de ventura, sob o piso da cabine, é espalhado dentro da cabine. Os fluxos de ar quente provenientes dos compressores são regulados por válvulas instaladas ao lado do banco do piloto.

2.5.7 Painél de instrumentos

O painel de instrumentos, figura 36, fornece aos pilotos e demais tripulantes informações sobre os diversos sistemas de funcionamento da aeronave. Através de sensores, transmissores e detectores os instrumentos captam os sinais e demonstram a indicação (HELIBRAS, 1992).

Os instrumentos possuem alta sensibilidade e fragilidade, sendo por vezes necessário a sua instalação sobre amortecedores. Devem ser isentos de umidade, poeira, variação de pressão e hermeticamente fechados (HELIBRAS, 1992).

Figura 37 – Painel de instrumentos.



Fonte: HELIBRAS, 1992.

- Instrumentos de Vôo e Sistema Anemobarométrico indicam:
 - A altitude do helicóptero: Altímetro;
 - A velocidade relativa do helicóptero em relação ao ar: Velocímetro;
 - A velocidade vertical do helicóptero: indicador de razão de subida/descida ou Climb.

- Instrumentos do motor:
 - Indicador de Pressão do óleo do GTM;
 - Indicador de Temperatura do óleo do GTM;
 - Tacômetro do Gerador de Gases - Indicador de NG (número de rotações da turbina geradora de gases);
 - Tacômetro do Rotor - Indicador de NR (número de rotações rotor principal);
 - Indicador de T4 (temperatura no 4º estágio do motor); e
 - Torquímetro.

- Sistema de Combustível
 - Liquidômetro (variação da quantidade de combustível no tanque);
 - Indicador de pressão de combustível;
 - Luz de indicação de baixo nível de combustível no painel de alarmes;
 - Luz de Indicação de baixo fluxo de combustível no painel de alarmes.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a efetivação deste trabalho, foram feitas coleta de dados e observações de uma empresa de manutenção aeronáutica. Esta empresa realiza inspeções periódicas, corretivas e preditivas de aeronaves do tipo AS 350 – ESQUILO.

Essas aeronaves são enviadas para manutenção por empresas de táxi-aéreo por empresas de instrução para pilotos e por proprietários de aeronaves. Atualmente conta com 68 funcionários diretos e 10 funcionários indiretos, que atuam das 07:30h as 17:00h.

A gerência desta oficina de manutenção, quando a demanda de manutenção é grande ou quando existe a necessidade de liberação de uma aeronave em tempo menor, de acordo com solicitações de clientes cria horários extras, turnos noturnos ou desloca seus profissionais até a localidade onde está a aeronave.

Para a elaboração do trabalho foram chamados 5 (cinco) profissionais: um engenheiro aeronáutico que é o responsável pela segurança de voo e no trabalho da empresa, o técnico de segurança no trabalho da empresa; três inspetores de manutenção aeronáutica, sendo um especialista em célula, um especialista em grupomotopropulsor e outro especialista em aviônica.

Foi definido que o engenheiro e o técnico de segurança seriam responsáveis em apresentar os setores da empresa e os inspetores de manutenção iriam abordar os trabalhos executados.

Na abordagem de cada setor foi pedido aos técnicos daquela repartição que detalhassem todas as atividades desenvolvidas naquele ambiente específico.

O trabalho de apresentação dos setores e detalhamento foi realizado em três manhãs consecutivas, iniciando em 4 e terminando em 6 de junho de 2018.

A gradação dos riscos foi realizada através de entrevistas com os funcionários de cada setor. Para a gradação foi verificada a frequência das atividades realizadas e as possíveis gravidades de cada uma delas de forma qualitativa.

Para facilitar a confecção do mapa de riscos, foi elaborada uma planilha preliminar para cada setor da oficina. Nesta planilha foi descrito os cargos os quantitativos, sexo e os riscos.

O grupo de trabalho foi a campo utilizando pranchetas, lápis e papel para coleta de dados e anotações. Os levantamentos foram realizados baseando-se em observações do ambiente de trabalho e em entrevistas realizadas com os funcionários de cada setor.

No término dos trabalhos, no dia 6 de junho, foi marcada uma reunião com a equipe de trabalho para o dia 7 de junho para que fosse feita uma discussão de todos os dados coletados e elaborar o mapa de riscos.

Foi definido nesta reunião, levando-se em conta uma melhor facilidade de acesso e consulta que o mapa de riscos seria fixado em dois pontos da oficina; uma via na entrada do hangar, junto ao quadro de avisos semais, e outra, no quadro de avisos da sala de estar do hangar.

A escolha destes lugares levou-se em consideração o fato de já haver no ambiente de trabalho da oficina o costume de todos acompanharem as atividades expostas nestes quadros.

Para a elaboração da metodologia utilizada foram observadas as diretrizes de elaboração de Mapas de Riscos definida no anexo IV da Portaria nº 25 de 29/12/1994.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA OFICINA AERONÁUTICA

A empresa objeto deste estudo será denominada aqui como Empresa de Serviços Aeronáuticos LTDA, de modo que sua real identificação seja preservada. É especializada em serviços de manutenção da aeronave AS 350 – ESQUILO. Está localizada no Estado de São Paulo. A mesma é composta por dez setores voltados a atividade de manutenção aeronáutica e dois setores que possuem funcionários terceirizados. A empresa é dividida da seguinte forma:

- 1) Gerência;
- 2) Departamento de Planejamento e Controle Técnico de Manutenção;
- 3) Oficina de Manutenção de Componentes Hidráulicos;
- 4) Oficina de Manutenção de Grupos Motopropulsores;

- 5) Oficina de Manutenção de Aviônicos;
- 6) Oficina de Manutenção de Célula;
 - a. Seção de pintura;
 - b. Seção de reparos de pás;
 - c. Seção de reparos extruturais;
 - d. Seção de análise de óleos, fluidos e combustíveis;
 - e. Seção de Produtos e Utilitários.
- 7) Depósito;
- 8) Ferramentaria;
- 9) Biblioteca Técnica; e
- 10) Hangar e pessoal de pista
- 11) Setores com funcionários terceirizados:
 - a) Sala de Compressores; e
 - b) Vestiários, sala de estar e banheiros.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 DESCRIÇÃO DOS SETORES DA OFICINA

A empresa de manutenção aeronáutica aqui estudada possui suas instalações em um hangar. Na lateral esquerda e direita do hangar existem salas onde estão os setores e seções de manutenção. A parte central do hangar é o local onde as aeronaves ficam hangaradas durante a noite ou permanecem para troca de algum componente que, de acordo com o manual de manutenção, exija que o serviço seja feito em local coberto.

Todas as salas possuem ar condicionado. A parte aberta do hangar possui um sistema de refrigeração separado das demais salas.

Os integrantes de cada setor utilizam EPIs específicos, próprios para o trabalho a ser executado em cada setor.

É fornecido macacão, figura 37, para os funcionários que trabalham diretamente com a manutenção.

Figura 38 – Macacão para manutenção aeronáutica.



Fonte: Arquivo pessoal.

Para os funcionários que participam de giros de aeronaves e que acompanham os voos de manutenção é fornecido um macacão e uma luva especial para voo, figura 38.

Figura 39 – Macacão e luvas para uso de aeronavegantes.



Fonte: Arquivo pessoal.

O Macacão e as luvas utilizados pelos aeronavegantes são confeccionados com tecido resistente a chamas composto de fibras aramidas com proteção ultravioleta.

A tecnologia utilizada neste tipo de material protege contra o calor extremo, especialmente quando há arco de explosão súbita. Este material é composto por uma mistura de fibras que ajudam a ter mais resistência térmica, além de oferecer leveza e conforto ao usuário, oferecendo extrema durabilidade.

O nível de proteção elevado da fibra de aramida está na sua estrutura molecular e, portanto, não requer nenhum tratamento químico, isto significa que a resistência das roupas de proteção feitas com essa fibra é inerente e permanente, não sendo removidos com lavagens, uso ou armazenamento.

No processo de fabricação da fibra é feita a tintura, denominada “tinto em massa”, onde é definida a cor e dada à proteção ultravioleta, cujo objetivo é evitar que o tecido desbote e mantenha a cor por muito tempo. Os fios tintos em massa

apresentam maior uniformidade de cor, melhor solidez à luz, sublimação e lavagem, assim o tinto em massa elimina o processo de tingimento posterior.

Pode-se dizer que este tipo de tecido não possui prazo de validade, ou seja, suas propriedades antichama não se degradam com o tempo ou uso, desde que não haja exposição ao calor extremo.

A seção de produtos e utilitários armazena e disponibiliza para os técnicos os equipamentos individuais que serão utilizados nos serviços do dia a dia. São disponibilizados, principalmente:

- Máscaras, conforme figura 39:

Figura 40 – Máscaras para proteção individual.



Fonte: Arquivo pessoal.

- Luvas, conforme figura 40:

Figura 41 – luvas para proteção individual.



Fonte: Arquivo pessoal.

- Óculos de proteção individual, conforme figura 41:

Figura 42 – Óculos de proteção individual.



Fonte: Arquivo pessoal.

- Protetores auriculares e abafadores, conforme figura 42:

Figura 43 – Protetores auriculares e abafadores.



Fonte: Arquivo pessoal.

Na empresa os protetores e abafadores são de uso obrigatório de acordo com os limites de exposição previstos na Norma Regulamentadora nº 15. São estabelecidos ainda, de acordo com a Norma Regulamentadora nº 7, diretrizes e parâmetros mínimos para a avaliação e o acompanhamento da audição dos trabalhadores, através da realização de exames audiológicos de referência e sequências.

No hangar existem extintores de incêndios em locais definidos de acordo com o plano de combate a incêndio e o plano de prevenção de acidentes aeronáuticos da empresa.

Na lateral esquerda e direita são disponibilizados dois chuveiros e lava olhos para o caso de acidente com produto químico, figura 43.

Figura 44 – Chuveiro e lava olhos.



Fonte: Arquivo pessoal.

É adotada a obrigatoriedade de todos os funcionários para a utilização de protetor auricular quando uma aeronave esta taxiando ou girando na pista.

Todos os funcionários realizaram exames admissionais e os técnicos em manutenção também realizam, periodicamente, o exame de aeronavegantes de acordo com obrigatoriedade de legislação específica da ANAC.

A seguir está a descrição de cada um dos setores da oficina estudada e as respectivas tabelas que foram confeccionadas para auxiliar na confecção do mapa de riscos da empresa.

4.1.1 Gerência

A gerência (Quadro 1), é o setor responsável pela administração do pessoal interno da oficina de manutenção e externo, junto aos órgãos governamentais.

Na análise dos riscos deste local, verificou-se que a gerência é uma sala espaçosa

com divisão para um ambiente de reuniões e outra divisão para a recepção. No ambiente de reuniões existe uma mesa para reuniões e aparelhos eletrônicos para auxiliar nas explicações das reuniões. Na parte central da gerência ficam as estações de trabalho de cada funcionário. Na recepção há uma estação de trabalho para a recepcionista.

Quadro 1 – Gerência.

GERÊNCIA		
CARGO/FUNÇÃO	QUANTITATIVO/SEXO	RISCOS ERGONÔMICOS
Chefe	1/M	Possibilidade de postura inadequada; Repetitividade.
Administrador	1/M	Possibilidade de postura inadequada; Repetitividade.
Comunicação Social	1/F	Possibilidade de postura inadequada; Repetitividade.
Auxiliar Administrativo	4/F - 2/M	Possibilidade de postura inadequada; Repetitividade.
Recepção	1/F	Possibilidade de postura inadequada; Repetitividade.
LEGENDA: F: FEMININO - M: MASCULINO		RISCO ERGONÔMICO PEQUENO

Fonte: arquivo pessoal.

4.1.2 Departamento de planejamento e controle técnico de manutenção

O departamento de planejamento e controle técnico de manutenção (Quadro 2), é o cérebro da manutenção, é o lugar onde são feitos todos os planejamentos e controles de manutenção. O chefe deste setor é um engenheiro aeronáutico que também é responsável pelo gerenciamento da segurança operacional da Oficina de Manutenção. Neste setor são feitos os lançamentos nas cadernetas das aeronaves de toda a manutenção realizada na oficina.

O setor de planejamento e controle é uma sala espaçosa com estações de trabalho individualizadas para cada funcionário. Em seu interior existem dois armários onde são guardados os documentos diversos das aeronaves que estão encontrando em manutenção na empresa.

Quadro 2 – Departamento de planejamento e controle técnico de manutenção.

Departamento de Planejamento e Controle Técnico de Manutenção		
CARGO/FUNÇÃO	QUANTITATIVO/SEXO	RISCOS ERGONÔMICOS
Engenheiro Aeronáutico	1/M	Possibilidade de postura inadequada; Repetitividade; Jornadas de trabalho prolongadas.
Técnico Segurança Trabalho	1/M	Possibilidade de postura inadequada; Repetitividade; Jornadas de trabalho prolongadas.
Técnico Manutenção Aeronáutica	2/F - 2/M	Possibilidade de postura inadequada; Repetitividade; Jornadas de trabalho prolongadas.
LEGENDA: F: FEMININO - M: MASCULINO		RISCO ERGONÔMICO PEQUENO

Fonte: arquivo pessoal.

4.1.3 Oficina de manutenção de componentes hidráulicos

A oficina de Manutenção de Componentes hidráulicos (Quadro 3) desta empresa é um setor chefiado por um inspetor de manutenção aeronáutica com experiência em componentes hidráulicos de aeronaves. Possui quatro mecânicos com especialização em mecanismos hidráulicos. Este setor é composto por uma sala com bancadas hidráulicas para testes e ferramentas de manutenção para equipamentos hidráulicos. São realizadas montagem e desmontagem de equipamentos hidráulicos para cheques e manutenções previstas no manual de manutenção da aeronave.

Quadro 3 – Oficina de manutenção de componentes hidráulicos.

Oficina de Manutenção de Componentes Hidráulicos				
CARGO/FUNÇÃO	QUANTITATIVO/SEXO	RISCOS ERGONÔMICOS	RISCOS QUÍMICOS	RISCOS ACIDENTES
Inspetor de Manutenção Aeronáutica	1/M	Possibilidade de postura inadequada; Repetitividade; Jornadas de trabalho prolongadas;	Contato com fluidos hidráulicos, lubrificantes, selantes desengraxantes e graxas; Contato com gases.	Contato com eletricidade; Probabilidade de incêndio ou explosão
Técnico Manutenção Aeronáutica com especialização em sistemas hidráulicos	4/M	Possibilidade de postura inadequada; Repetitividade; Jornadas de trabalho prolongadas; Levantamentos e transportes manuais de pesos.	Contato com fluidos hidráulicos, lubrificantes, selantes desengraxantes e graxas; Contato com gases.	Contato com eletricidade; Probabilidade de incêndio ou explosão
LEGENDA: F: FEMININO - M: MASCULINO		RISCO ERGONÔMICO MÉDIO	RISCO QUÍMICO MÉDIO	RISCO ACIDENTE PEQUENO

Fonte: arquivo pessoal.

4.1.4 Oficina de manutenção de grupos motopropulsores

A oficina de manutenção de grupos moto propulsores (Quadro 4) é um setor de manutenção da empresa chefiado por um inspetor de manutenção de grupos motopropulsores com larga experiência em motores e seis mecânicos com especialização em grupo motopropulsor. Este setor é composto por uma sala ampla com bancadas distribuídas por toda sua extensão. Nestas bancadas são feitos desmodulamentos de motores, manutenção e cheques de seus componentes.

Quadro 4 – Oficina de manutenção de grupomotopropulsores.

Oficina de Manutenção de Grupos Motopropulsores				
CARGO/FUNÇÃO	QUANTITATIVO/SEXO	RISCOS ERGONÔMICOS	RISCOS QUÍMICOS	RISCOS ACIDENTES
Inspetor de Manutenção Aeronáutica	1/M	Possibilidade de postura inadequada; Repetitividade; Jornadas de trabalho prolongadas;	Contato com óleos, lubrificantes, selantes desengraxantes e graxas; Contato com gases.	Contato com eletricidade; Probabilidade de incêndio ou explosão
Técnico Manutenção Aeronáutica com especialização em grupomotopropulsor	6/M	Possibilidade de postura inadequada; Repetitividade; Jornadas de trabalho prolongadas; Levantamentos e transportes manuais de pesos.	Contato com óleos, lubrificantes, selantes desengraxantes e graxas; Contato com gases.	Contato com eletricidade; Probabilidade de incêndio ou explosão
LEGENDA: F: FEMININO - M: MASCULINO		RISCO ERGONÔMICO MÉDIO	RISCO QUÍMICO MÉDIO	RISCO ACIDENTE PEQUENO

Fonte: arquivo pessoal.

4.1.5 Oficina de manutenção de aviônicos

A oficina de manutenção de aviônicos (Quadro 5) é um setor composto por uma sala ampla com diversas bancadas para manutenção e teste de equipamentos elétricos. Neste setor trabalham um inspetor de manutenção aeronáutica com especialização em aviônica e cinco técnicos de manutenção em aviônica. Neste setor são mantidos todos os equipamentos eletrônicos e os instrumentos de bordo.

Quadro 5 – Oficina de manutenção de aviônicos.

Oficina de Manutenção de Aviônicos			
CARGO/FUNÇÃO	QUANTITATIVO/SEXO	RISCOS ERGONÔMICOS	RISCOS ACIDENTES
Inspetor de Manutenção Aeronáutica	1/M	Possibilidade de postura inadequada; Repetitividade; Transportes manuais de pesos.	Contato com eletricidade; Probabilidade de incêndio.
Técnico de Manutenção Aeronáutica com especialização em aviônica	2M - 3F	Possibilidade de postura inadequada; Repetitividade; Transportes manuais de pesos.	Contato com eletricidade; Probabilidade de incêndio.
LEGENDA: F: FEMININO - M: MASCULINO		RISCO ERGONÔMICO PEQUENO	RISCO ACIDENTE MÉDIO

Fonte: arquivo pessoal.

4.1.6 Oficina de manutenção de célula

A oficina de manutenção de célula é dividida nas seções apresentadas abaixo:

a) Seção de pintura (Quadro 6): nesta seção é realizada a pintura de componentes estruturais ou da aeronave como um todo. Esta seção possui um sistema de exaustão para troca do ar interno.

Quadro 6 – Seção de pintura de aeronaves.

Seção de Pintura de Aeronaves					
CARGO/FUNÇÃO	QUANTITATIVO/SEXO	RISCOS ERGONÔMICOS	RISCOS QUÍMICOS	RISCOS ACIDENTES	RISCOS FÍSICOS
Técnico Manutenção Aeronáutica de célula com experiência em pintura aeronáutica	1/M - 3/F	Possibilidade de postura inadequada; Repetitividade; Levantamentos e transportes manuais de pesos.	Contato com produtos químicos utilizados em pinturas; Contato com gases	Contato com eletricidade; Probabilidade de incêndio ou explosão	Ruídos e vibrações
LEGENDA: F: FEMININO - M: MASCULINO		RISCO ERGONÔMICO PEQUENO	RISCO QUÍMICO MÉDIO	RISCO ACIDENTE MÉDIO	RISCO FÍSICO PEQUENO

Fonte: arquivo pessoal.

b) Seção de reparos de pás (Quadro 7): são realizadas manutenções das pás do rotor principal e rotor de cauda da aeronave.

Quadro 7 – Seção de reparos de pás.

Seção de Reparos em Pás			
CARGO/FUNÇÃO	QUANTITATIVO/SEXO	RISCOS ERGONÔMICOS	RISCOS QUÍMICOS
Inspetor de Manutenção Aeronáutica	1/M	Possibilidade de postura inadequada; Repetitividade; Levantamentos e transportes manuais de pesos.	Contato com colas e resinas diversas; Contato com gases.
Técnico Manutenção Aeronáutica de célula com experiência em reparos de pás	3/M	Possibilidade de postura inadequada; Repetitividade; Levantamentos e transportes manuais de pesos.	Contato com colas e resinas diversas; Contato com gases.
LEGENDA: F: FEMININO - M: MASCULINO		RISCO ERGONÔMICO PEQUENO	RISCO QUÍMICO MÉDIO

Fonte: arquivo pessoal.

c) Seção de reparos extruturais (Quadro 8): são feitos reparos extruturais em toda a estrutura da aeronave.

Quadro 8 – Seção de reparos extruturais.

Seção de Reparos Extruturais			
CARGO/FUNÇÃO	QUANTITATIVO/SEXO	RISCOS ERGONÔMICOS	RISCOS QUÍMICOS
Técnico Manutenção Aeronáutica de célula com experiência em reparos extruturais de aeronave	3/M	Possibilidade de postura inadequada; Repetitividade; Levantamentos e transportes manuais de pesos.	Contato com colas e resinas diversas; Contato com gases.
LEGENDA: F: FEMININO - M: MASCULINO		RISCO ERGONÔMICO PEQUENO	RISCO QUÍMICO MÉDIO

Fonte: arquivo pessoal.

d) Seção de coleta de fluidos (Quadro 9): local onde existe pessoal qualificado para realizar coleta, armazenagem e envio de óleos, fluidos hidráulicos e combustíveis para análises espectrofotométricas diversas.

Quadro 9 – Seção de coleta de óleos, fluidos e combustíveis.

Seção de Coleta de óleos, fluidos hidráulicos e combustíveis			
CARGO/FUNÇÃO	QUANTITATIVO/SEXO	RISCOS ERGONÔMICOS	RISCOS QUÍMICOS
Técnico Manutenção Aeronáutica de célula com experiência em coleta de óleos, fluidos e combustíveis	1/F	Possibilidade de postura inadequada; Repetitividade.	Contato com óleos, fluidos hidráulicos e combustíveis.
LEGENDA: F: FEMININO - M: MASCULINO		RISCO ERGONÔMICO PEQUENO	RISCO QUÍMICO MÉDIO

Fonte: arquivo pessoal.

e) Seção de Produtos e Utilitários (Quadro 10): nesta seção são armazenados os produtos químicos utilizados na manutenção aeronáutica, os equipamentos de proteção individual. É também o setor responsável pelo armazenamento e descarte dos produtos químicos, fluidos, óleos e combustíveis da empresa.

Quadro 10 – Seção de produtos e utilitários.

Seção de Produtos e Utilitários			
CARGO/FUNÇÃO	QUANTITATIVO/SEXO	RISCOS ERGONÔMICOS	RISCOS QUÍMICOS
Auxiliar de Pista	1/M	Possibilidade de postura inadequada; Repetitividade; Jornadas de trabalho prolongadas; Transportes manuais de pesos.	Contato com produtos químicos diversos utilizados em manutenção aeronáutica; contato com gases.
LEGENDA: F: FEMININO - M: MASCULINO		RISCO ERGONÔMICO PEQUENO	RISCO QUÍMICO PEQUENO

Fonte: arquivo pessoal.

4.1.7 Depósito

O depósito (Quadro 11) é o setor onde são armazenados equipamentos, componentes ou peças que podem ser novas ou foram ou retiradas das aeronaves em manutenção. Este local possui diversas prateleiras para armazenamento de materiais. Utiliza-se uma empilhadeira para o auxílio das atividades de transporte e empilhagem de materiais.

Quadro 11 – Depósito.

Depósito		
CARGO/FUNÇÃO	QUANTITATIVO/SEXO	RISCOS ERGONÔMICOS
Técnico em Manutenção Aeronáutica	1/M	Possibilidade de postura inadequada; Repetitividade; Jornadas de trabalho prolongadas; Transportes manuais de pesos.
Auxiliar	4/M	Possibilidade de postura inadequada; Repetitividade; Jornadas de trabalho prolongadas; Transportes manuais de pesos.
LEGENDA: F: FEMININO - M: MASCULINO		RISCO ERGONÔMICO MÉDIO

Fonte: arquivo pessoal.

4.1.8 Ferramental

O ferramental (Quadro 12) é o setor onde é armazenado todo ferramental utilizado pelos técnicos de manutenção, a sala é disposta através de diversos armários e prateleiras.

Quadro 12 – Ferramental.

Ferramentaria		
CARGO/FUNÇÃO	QUANTITATIVO/SEXO	RISCOS ERGONÔMICOS
Auxiliar de Pista	2/M	Possibilidade de postura inadequada; Repetitividade; Jornadas de trabalho prolongadas; Transportes manuais de pesos.
LEGENDA: F: FEMININO - M: MASCULINO		RISCO ERGONÔMICO MÉDIO

Fonte: arquivo pessoal.

4.1.9 Biblioteca Técnica

A biblioteca técnica (Quadro 13) é o setor onde são armazenados todos os manuais técnicos utilizados na manutenção. O pessoal deste setor tem a responsabilidade de realizar as atualizações dos manuais e disponibilizá-los para as equipes de manutenção em mídia ou impressos.

Quadro 13 – Biblioteca Técnica.

BIBLIOTECA TÉCNICA		
CARGO/FUNÇÃO	QUANTITATIVO/SEXO	RISCOS ERGONÔMICOS
Técnico de Manutenção Aeronáutica	2/F	Possibilidade de postura inadequada; Repetitividade; Jornada de trabalho prolongada;
LEGENDA: F: FEMININO - M: MASCULINO		RISCO ERGONÔMICO PEQUENO

Fonte: arquivo pessoal.

4.1.10 Hangar e pessoal de pista

O pessoal de pista (Quadro 14) é definido aqui como o pessoal que realiza manutenções na parte central do hangar, são os responsáveis pelos serviços iniciais de manutenção, este pessoal executa as atividades previstas quando a aeronave chega à oficina ou quando a mesma sai de alguma manutenção e esta pronta para iniciar os cheques através de giro no sólo ou voo de manutenção. As atividades desenvolvidas por esse pessoal são realizadas em local balizado no interior do hangar ou na pista do aeródromo. Foi constatado que este pessoal esta sujeito aos maiores riscos da empresa, pois são os responsáveis em fazer os cheques operacionais na aeronave após as manutenções.

Quadro 14 – Hangar e pessoal de pista.

HANGAR					
CARGO/FUNÇÃO	QUANTITATIVO/SEXO	RISCOS ERGONÔMICOS	RISCOS ACIDENTES	RISCOS FÍSICOS	RISCOS QUÍMICOS
Piloto de Manutenção Aeronáutica	4/M	Possibilidade de postura inadequada; Repetitividade; Jornadas prolongadas.	Contato com eletricidade; Probabilidade incêndio ou explosão	Ruídos; Vibrações; Calor	Contato com gases.
Inspetor de Manutenção Aeronáutica	1/M	Possibilidade de postura inadequada; Repetitividade; Jornadas prolongadas.	Contato com eletricidade; Probabilidade incêndio ou explosão	Ruídos; Vibrações; Calor	Contato com produtos químicos diversos utilizados em manutenção aeronáutica; contato com gases.
Técnico de Manutenção Aeronáutica	4/M	Possibilidade de postura inadequada; Repetitividade; Jornadas prolongadas; Transportes manuais de pesos.	Contato com eletricidade; Probabilidade incêndio ou explosão	Ruídos; Vibrações; Calor	Contato com produtos químicos diversos utilizados em manutenção aeronáutica; contato com gases.
Auxiliar de Pista	6/M	Possibilidade de postura inadequada; Repetitividade; Jornadas prolongadas; Transportes manuais de pesos.	Contato com eletricidade; Probabilidade incêndio ou explosão	Ruídos; Vibrações; Calor	Contato com produtos químicos diversos utilizados em manutenção aeronáutica; contato com gases.
LEGENDA: F: FEMININO - M: MASCULINO		RISCO ERGONÔMICO MÉDIO	RISCO ACIDENTE ELEVADO	RISCO FÍSICO ELEVADO	RISCO QUÍMICO MÉDIO

Fonte: arquivo pessoal.

4.1.11 Setores com funcionários terceirizados

a) Sala de Compressores (Quadro 15):

Esta sala possui dois compressores. A manutenção dos mesmos é feito por um funcionário terceirizado.

Quadro 15 – Sala de compressores.

Sala de Compressores				
CARGO/FUNÇÃO	QUANTITATIVO/SEXO	RISCOS ERGONÔMICOS	RISCOS ACIDENTES	RISCOS FÍSICOS
Técnico em Manutenção de Compressores terceirizado	1/M	Possibilidade de postura inadequada; Repetitividade; Transportes manuais de pesos.	Contato com eletricidade; Probabilidade de explosão	Ruídos
LEGENDA: F: FEMININO - M: MASCULINO		RISCO ERGONÔMICO PEQUENO	RISCO ACIDENTE MÉDIO	RISCO FÍSICO PEQUENO

Fonte: arquivo pessoal.

b) Vestiários, Sala de Estar e Banheiros - (Quadro 16):

Esses ambientes são mantidos por funcionários terceirizados. Os funcionários ficam na oficina diariamente com o objetivo de manter esses locais sempre em condições de higiene apropriada para o uso.

Quadro 16 – Vestiários, sala de estar e banheiros.

Vestiários, Sala de Estar e Banheiros			
CARGO/FUNÇÃO	QUANTITATIVO/SEXO	RISCOS ERGONÔMICOS	RISCOS BIOLÓGICOS
Pessoal de limpeza terceirizado	5/F	Possibilidade de postura inadequada; Repetitividade; Transportes manuais de pesos.	Possibilidade de contato com vírus, bactérias, protozoários, fungos, parasitas e bacilos.
LEGENDA: F: FEMININO - M: MASCULINO		RISCO ERGONÔMICO PEQUENO	RISCO BIOLÓGICO PEQUENO

Fonte: arquivo pessoal.

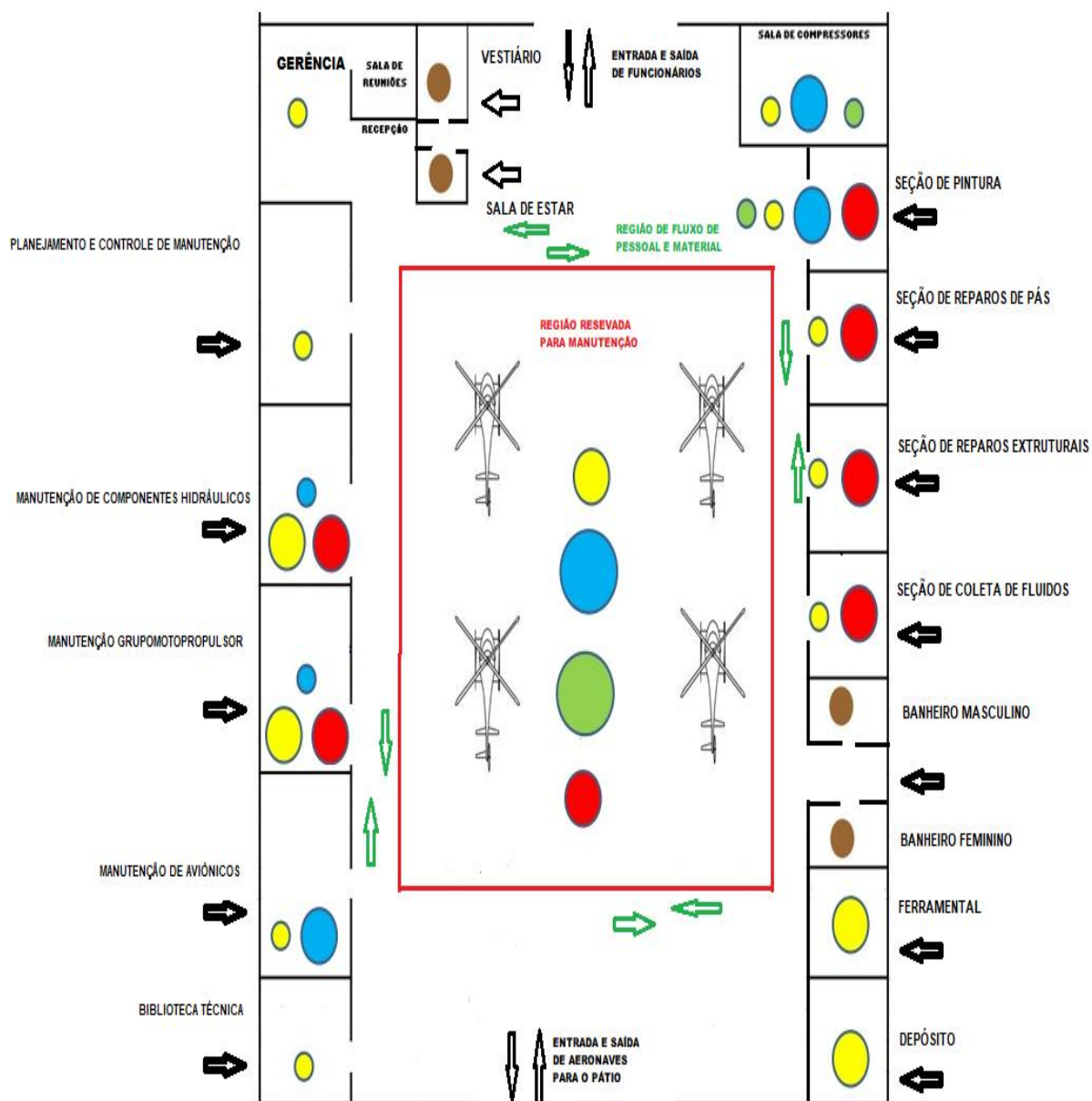
4.2 MAPA DE RISCOS

Após a análise detalhada de todos os setores e ambientes de trabalho da oficina, entrevistas e reunião foi elaborado o mapa de riscos da oficina. O mapa de riscos foi elaborado a partir de uma planta baixa da empresa.

Com o objetivo de apresentar os riscos de cada setor de forma mais concisa, no mapa de riscos, foram desprezadas as medidas e informações sobre a disposição de móveis e utilitários dentro dos setores. A figura 44 apresenta o mapa de riscos. A região central do mapa, balizada pela cor vermelha, é o local onde são hangaradas as aeronaves ou feito algum serviço de manutenção, nesse local é permitido o

acesso somente dos funcionários que ali estão realizando algum trabalho. Ao redor da região delimitada com a cor vermelha é o local permitido para passagem de funcionários ou materiais diversos, representado com as setas verdes.

Figura 45 – Mapa de riscos.



Legenda:

- | | | |
|-----------------|--------------------|-------------------|
| ○ Risco Pequeno | ● Risco biológico | ● Risco químico |
| ○ Risco Médio | ● Risco ergonômico | ● Risco acidentes |
| ○ Risco Grande | ● Risco físico | |

Fonte: arquivo pessoal.

4.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS E MELHORIAS APRESENTADAS

No decorrer do acompanhamento das atividades, para a confecção do mapa de riscos, pôde-se observar a variedade de riscos aos quais os funcionários da oficina, de acordo com o local de trabalho, estão expostos. A utilização dos EPIs adequados e requeridos é de suma importância para a execução das atividades de manutenção em cada setor da empresa, pois cada setor tem características peculiares.

O mapa de riscos, previsto na NR 5, é uma ferramenta preventiva contra riscos e doenças ocupacionais proporcionando a antecipação das ocorrências.

A ANAC propõe que os provedores de serviços aéreos implantem um Sistema de Gerenciamento de Segurança Operacional (SGSO), entendido como um conjunto de ferramentas gerenciais e métodos organizados de maneira a apoiar as decisões relativas ao risco das atividades operacionais.

O CENIPA propõe que os provedores de serviços aéreos implantem um sistema de GR que seja efetivado através da proatividade e que possa ser efetivado por meio de uma abordagem que enfatize a identificação dos perigos e o controle ou mitigação dos riscos, antes que ocorram eventos que afetem a segurança operacional.

A partir das proposições da ANAC, que é a agência reguladora brasileira para os serviços de manutenção aeronáuticos e do CENIPA que é o órgão central do sistema de prevenção de acidentes aeronáuticos do Brasil, pode-se concluir que o mapa de gerenciamento de riscos atinge, também, os objetivos para a segurança propostos por esses órgãos.

Para a efetividade do gerenciamento de riscos e da manutenção da segurança operacional na atividade de manutenção aeronáutica o mapa de riscos deve ser revisto, de acordo com as necessidades e o surgimento ou identificação de novos riscos aos trabalhadores.

No trabalho foi possível identificar que, na empresa como um todo, os riscos ergonômicos e químicos ocorrem com maior frequência nas intensidades médio e pequeno.

Já se considerarmos os setores em sua individualidade, o pessoal de pista que

trabalha no interior do hangar, que são os responsáveis pelos giros de manutenção e voos de cheques após as manutenções, são os que estão expostos as maiores intensidades de riscos (risco de acidente grande, risco físico grande, risco químico médio e risco ergonômico médio).

De acordo com esse cenário foi discutido a execução e implementação das seguintes medidas:

Quando houver necessidade de horas turnos extras será escalado somente o pessoal necessário para a execução das atividades, permitindo assim que haja maior rotatividade do efetivo e maior descanso de todos.

Programar palestras sobre riscos ambientais, possibilitando maior conhecimento de todos sobre o tema.

Programar palestras sobre conscientização e utilização dos equipamentos de proteção individual e coletivos, permitindo que os funcionários tenham maior conhecimento dos malefícios causados pela não utilização dos mesmos.

Realizar uma reunião individual com todos os setores da empresa com o objetivo de melhorar o layout do ambiente de trabalho e fornecer condições ergonômicas mais favoráveis à execução da demanda de cada setor.

Incentivar a capacitação e a melhoria contínua do funcionário através da execução de um plano anual de capacitação, onde os funcionários, dentro da especificidade de cada setor serão matriculados em cursos de segurança de voo e segurança operacional que são oferecidos anualmente pela ANAC E CENIPA.

5 CONCLUSÃO

O objetivo da pesquisa foi plenamente atingido com a elaboração de um mapa de riscos para uma empresa que realiza serviços de manutenção aeronáutica em aeronaves do tipo AS 350 - ESQUILO.

A análise realizada permitiu identificar a variedade e a gravidade dos riscos aos quais os funcionários desta empresa estão expostos, permitindo ainda a sugestão de melhorias a serem implementadas para a mitigação dos riscos encontrados.

REFERÊNCIAS

ABRAPHE. Associação Brasileira de Pilotos de Helicóptero. **Estudo da ABRAPHE**. São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://www.abraphe.org.br/noticias/estudo-da-abrapheconfirma-sao-paulo-como-capital-mundial-do-helicoptero>>. Acesso em: 15/04/2018.

BAHR, N. J. **System Safety Engineering and Risk Assessment: A Practical Approach**. Ed. Taylor & Francys. Londres, 1997.

BRASIL. Lei 6.514 de 22 de dezembro de 1977, Altera o Capítulo V do Título II da Consolidação das Leis do Trabalho, relativo a segurança e medicina do trabalho e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 22 de dezembro de 1977.

BRASIL. Lei n. 7565, de 19 de dezembro de 1986. Dispõe sobre o Código Brasileiro de Aeronáutica. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7565.htm. Acesso em: 01/12/2017.

BRASIL. Portaria GM n.º 3.214, de 08 de junho de 1978. Aprova as Normas Regulamentadoras - NR - do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho. Publicado no DOU de 06/07/1978.

BRASIL. 1994. Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). “Portaria nº 25, de 29 de dezembro de 1994”.

BRASIL. Lei de Criação da Agência Nacional de Aviação Civil. Lei 11.182 de 27 de setembro de 2005.

BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). Promoção da Segurança

Operacional. Brasília, 2018.

BRASIL. Agência Nacional da Aviação Civil (ANAC). Dados e Estatísticas. Brasília, 2018.

BRASIL. Agência Nacional da Aviação Civil (ANAC). Empresas de manutenção aeronáutica certificadas. Brasília, 2018.

_____. IAC 145-1001 (Instrução de Aviação Civil). Brasília, DF. 2005. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/portal/media/IAC145-1001.pdf>>. Acesso em: 01/12/2017.

_____. IS 145.109-001 Revisão A. (Instrução Suplementar). Brasília, DF. 2009. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/biblioteca/IS/2013/IS145.109-001A.pdf>>. Acesso em: 01/12/2017.

_____. RBAC 43 (Regulamento Brasileiro de Aviação Civil). Brasília, DF. 2017. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/biblioteca/rbac/RBAC43.pdf>>. Acesso em: 01/12/2017.

_____. RBAC 145 (Regulamento Brasileiro de Aviação Civil). Brasília, DF. 2017. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/biblioteca/rbac/RBAC145.pdf>>. Acesso em: 04 jan. 2018.

_____. RBHA 43 (Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica). Brasília, DF. 2017. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/biblioteca/rbha/rbha043.pdf>>. Acesso em: 01/12/2017.

_____. RBHA 47 (Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica). Brasília, DF. 2017. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/biblioteca/rbha/rbha047.pdf>>. Acesso em: 01/12/2017.

_____. RBHA 65 (Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica). Brasília, DF. 2017. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/biblioteca/rbha/rbha065.pdf>>. Acesso em: 01/12/2017.

_____. RBHA 91. (Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica). Brasília, DF. 2017. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/biblioteca/rbha/rbha091.pdf>>. Acesso em: 01/12/2017.

_____. RBHA 141 (Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica). Brasília, DF. 2017. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/biblioteca/rbha/rbha141.pdf>>. Acesso em: 01/12/2017.

_____. RBHA 145 (Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica). Brasília, DF. 2017. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/biblioteca/rbha/rbha141.pdf>>. Acesso em: 01/12/2017.

CENIPA. Centro de investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. Norma do Sistema do Comando da Aeronáutica NSCA 3-3. Gestão da segurança de voo na aviação brasileira. Brasília, DF. 2014.

CENPA. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. Manual de Aplicação do MSGR na Força Aérea Brasileira. Brasília, 2014.

CHEUNG, A., IP, W. H.; LU, D. **Expert system for aircraft maintenance services industry. Journal of Quality in Maintenance Engineering**, 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/13552510510626972>>. Acesso em 03/02/2018.

COUTO, H. A. **Comportamento seguro: 70 lições para o supervisor de primeira linha**. Belo Horizonte: Ergo, 2009.

DEFESABR. Força Aérea Brasileira. **Meios Disponíveis e Futuros**. Disponível em: < <http://www.defesabr.com/fab.htm/>>. Acesso em: 22/01/2018.

EMBRAER. **Centro Histórico da Empresa Brasileira de Aeronáutica**. São José dos Campos, 2018. Disponível em: < <http://www.centrohistoricoembraer.com.br/>>. Acesso em: 22/02/2018.

FUNDACENTRO. **Introdução à higiene Ocupacional**. São Paulo-SP, 2004.

HELIBRAS. Histórico. Itajubá 2018. Disponível em: < <http://www.helibras.com.br/> />. Acesso em: 22/01/2018.

HELIBRAS. Helicópteros do Brasil S.A. **Manual de Instrução para mecânicos de esquilo**. Arte composição e impressão gráfica: gráfica HELBRAS. 3ª Ed. Itajubá-MG, 1992.

HELISUL. Centro de Treinamento da HELISUL. **Apostila do curso de familiarização da aeronave esquilo**. Curitiba-PR, 2008.

INBEP. Instituto Brasileiro de Educação Profissional. **O que são riscos ambientais e como prevenir**. Disponível em < <http://blog.inbep.com.br/o-que-sao-riscos-ambientais>>. Acesso em: 25/05/2018.

ICAO. International Civil Aviation Organization. Doc 9859. Safety Management Manual - SMM. 3rd Edition, 2013. Disponível em:<<http://www.icao.int/safety/SafetyManagement/Documents/Doc.9859.3rd%20Edition.alltext.en.pdf>>. Acesso em: 14/04/2018.

_____. DOC 9859, Safety Management Manual (SMM), 2 ed. Montreal 2009.

_____. Annex 6, Operation of Aircraft, Part I, 8 ed. Emd. 32, 2008.

_____. Strategic Objectives of ICAO. Disponível em: <http://www.icao.int/icao/en/strategic_objectives.htm>. Acesso em 01/02/2018.

_____. State Letter 12/17-05/93 – Proposal for the amendment of Annex 6, Part I and III, Annex 11, and Annex 14, Vol. I, to harmonize provisions regarding safety management, Montreal, 2005.

KNOTT, R. M. H. **Civil aircraft maintenance and support: fault diagnosis from a business perspective**. Journal of Quality in Maintenance Engineering, 1999. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/13552519910298091>>. Acesso em: 22/02/2018.

MARTIN, H. H. **Contracting out maintenance and a plan for future research**. Journal of Quality in Maintenance Engineering, 1997. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/13552519710167700>>. Acesso em: 22/02/2018.

MCKINSEY; COMPANY. **Estudo do setor de transporte aéreo do Brasil: relatório consolidado**. Rio de Janeiro, 2010.

MISHRA, R. P.; ANAND, G.; KODALI, R. **Development of a framework for worldclass maintenance systems**. Journal of Advanced Manufacturing Systems, 2006.

MOYSÉS, W. B. **Programa de Manutenção de Helicópteros de Segurança Pública**. 2012. Monografia (Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais – I) – Centro de

Altos Estudos de Segurança, Polícia Militar do Estado de São Paulo. São Paulo, 2012.

MOAYED, F. A.; SHELL, R. L. **Comparison and evaluation of maintenance operations in lean versus non-lean production systems.** Journal of Quality in Maintenance Engineering, 2009.

OHSAS PROJECT GROUP. 2007. **Occupational Health and Safety Management Systems: Requirements.** London: OHSAS Project Group. Acesso em 05/03/2018.

SHERWIN, D. **A review of overall models for maintenance management.** Journal of Quality in Maintenance Engineering, 6(3), 138-164, 2000.

SANTOS, P. R. **Sistema de Gerenciamento de Segurança Operacional – SGSO.** Livro didático. 136 f. Universidade do Sul de Santa Catarina. Palhoça-SC: UnisulVirtual, 2014.

UNITED STATES OF AMERICA. Department of Transportation - Federal Aviation Administration. FAA System Safety Handbook - **Human Factors Engineering and Safety: Principles and Practices.** Washington DC, 2000. Disponível em: <https://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/risk_management/ss_handbook/>. Acesso em: 22/03/2018.

VALDEMAR JUNIOR. Revista Avião Revue. n. 160, p. 31. Key Publicações Brasil. 2013.

VISOTO, F. **Tipos e Métodos de Manutenção.** Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAMP8AA/manutencao>>. Acesso em: 22/03/2018.

