

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Ormino Luiz de Oliveira Rangel

**MANUTENÇÃO DE AERONAVES DE ASAS ROTATIVAS
CENTRO DE SERVIÇOS
UM NOVO CONCEITO EM MANUTENÇÃO DE
HELICÓPTEROS**

TAUBATÉ – SP

2017

Ormindo Luiz de Oliveira Rangel

**MANUTENÇÃO DE AERONAVES DE ASAS
ROTATIVAS
CENTRO DE SERVIÇOS
UM NOVO CONCEITO EM MANUTENÇÃO DE
HELICÓPTEROS**

Monografia apresentada ao Curso de especialização em engenharia aeronáutica Universidade de Taubaté, como requisito parcial para obtenção do título de especialista em engenharia aeronáutica.

Orientador: Prof. Esp. Peterson Boone
Co-Orientador: Prof. Dr. Eliezer
Mello de Souza.

TAUBATÉ – SP

2017

ORMINDO LUIZ DE OLIVEIRA RANGEL

MANUTENÇÃO DE AERONAVES DE ASAS ROTATIVAS
CENTRO DE SERVIÇOS
UM NOVO CONCEITO EM MANUTENÇÃO DE HELICÓPTEROS

Monografia apresentada ao Curso de especialização em engenharia aeronáutica Universidade de Taubaté, como requisito parcial para obtenção do título de especialista em engenharia aeronáutica.

Orientador: Prof. Esp. Peterson Boone
Co-Orientador: Prof. Dr. Eliezer Mello de Souza.

Data: 01/07/2017

Resultado: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Pedro Marcelo Universidade Taubaté

Assinatura _____

Prof. Esp. Peterson Boone Universidade de Taubaté

Assinatura _____

Prof. Me. Paulo Sérgio Dos Santos Universidade de Taubaté

Assinatura _____

Dedicatória

Dedico esse trabalho a minha família que sempre me apoiou. Aos meus pais que trabalharam de sol a sol para deixar a maior herança que podiam me destinar, a educação e os princípios morais que forjaram minha formação como homem e cidadão. A minha esposa, Deise Lucidi Reis Rangel, companheira de todas as horas, educadora de fato, de direito e por excelência, a pessoa que partilhou comigo todas as dificuldades, privações, principalmente as ausências ocasionadas por noites e noites de estudo. Aos meus filhos, Ormindo Júnior e Alana, por compreenderem a necessidade de seu pai em lutar pelo único bem que ninguém pode nos tirar: a instrução e a educação como força transformadora de nossas realidades sociais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. Esp. Peterson Bone, pela orientação segura e apropriada no meu trabalho de pesquisa.

Agradeço também ao Prof. Dr. Eliezer Melo de Souza, por ser para mim exemplo de profissional, ser humano, fonte de inspiração em minha caminhada de estudos e conquistas. Obrigado pelo exemplo que me move em busca de tornar-me um profissional capaz e agora especializado.

Ao meu amigo, irmão, afilhado e compadre, Prof.Me.Paulo Sergio dos Santos, que com sua inspiradora história de vida e demonstração incontestável de determinação, garra e inteligência tornou-se o profissional bem sucedido que hoje tenho a honra de convidar para participar da banca que avaliará minha monografia. Obrigado meu irmão por essa honra de tê-lo aqui, presenciando mais este degrau em minha vida acadêmica e profissional.

Agradeço também e rezo a Deus, todos os dias, por meus inimigos e perseguidores, que acabaram por fornecer o combustível indispensável para minha luta e para a busca determinada por meus objetivos. Aos mestres que com paciência e dedicação, atributos típicos de pessoas vocacionadas, acreditam na força da Educação e do Saber.

Finalmente, deixei propositalmente para o final, o agradecimento maior, o agradecimento ao centro de minha vida: Deus! Minha força e minha alegria de viver e lutar! Obrigado, Senhor, por me fazer forte na fé e dócil ao seu projeto para minha existência, que eu possa usar os conhecimentos adquiridos com justiça, ética, competência e responsabilidade.

Aprendemos a voar como os pássaros e a nadar como os peixes, mas não aprendemos a conviver como irmãos.
(MARTIN LUTHER KING)

RESUMO

A manutenção de um produto aeronáutico obedece a regras e princípios bastante rigorosos e bem delineados, que devem seguir fielmente a legislação e instruções vigentes. A utilização do helicóptero, em seus mais diversos empregos, vem crescendo de forma espantosa em nosso país, sobretudo em nosso Estado. O objetivo desta pesquisa é estudar a demanda por serviços especializados para essa crescente frota e verificar a viabilidade da implantação de um Centro de Serviços para helicópteros na região do Vale do Paraíba Paulista, garantindo assim a aeronavegabilidade continuada a essas aeronaves. Detalhar-se-á o alto preparo técnico e as práticas voltadas para uma excelente qualidade dos serviços que devem ser oferecidos nesses centros. As atividades de manutenção de aeronaves são atividades imprescindíveis à segurança e à disponibilidade dos meios aéreos utilizados em nosso país. Essa atividade, tem hoje em dia, locais dedicados à execução dessas práticas que garantem aos helicópteros, proprietários, tripulantes e operadores, conforto e segurança. Detalhamentos das principais atividades, processos e programas criados, serão usados para garantir a integridade funcional dos aparelhos. O método usado privilegiará a pesquisa literária e os estudos pessoais deste autor. Como resultado, apresentar-se-á um estudo minucioso da viabilidade de um projeto de um CSH Centro de Serviços para Helicópteros no Vale do Paraíba – Paulista.

Palavras Chaves: Manutenção, helicópteros, centro de serviços.

ABSTRACT

The maintenance of an aeronautical product follows fairly strict and well-defined rules and principles, which must faithfully follow the legislation and instructions in force. The use of the helicopter in its most diverse jobs has been growing in an amazing way in our country, especially in our State. The objective of this research is to study the demand for specialized services for this growing fleet and to verify the feasibility of the implementation of a Helicopter Service Center in the Vale do Paraíba region of São Paulo, thus ensuring the continued airworthiness of these aircraft. We will detail the technical preparation and the practices aimed at an excellent quality of the services that should be offered in these centers. Aircraft maintenance activities are essential activities for the safety and availability of air assets used in our country. This activity has nowadays places dedicated to the execution of these practices that guarantee to the helicopters, owners, crew and operators, comfort and safety. Detail of the main activities, processes and programs created, will be used to guarantee the functional integrity of the devices. As method used will privilege the literary research and personal studies of this author. As a result, a detailed feasibility study of a project of a CSH Helicopter Service Center in Vale do Paraíba - Paulista will be presented.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 LA HELICE DA VINCE	18
FIGURA 2: A REVOLUÇÃO INDUSTRIAL.....	19
FIGURA 3:O INTERESSE MILITAR PELO HELICÓPTERO.....	19
FIGURA 4:YGOR SIKORSKY, “O VISIONÁRIO”	20
<i>FIGURA 5 : O MAIOR HELICÓPTERO DO MUNDO.....</i>	<i>21</i>
FIGURA 6: O MAIS VELOZ DO MUNDO	21
FIGURA 7: GRÁFICO DA EVOLUÇÃO FROTA DE HELICÓPTEROS NO BRASIL.....	23
FIGURA 8 UBER DOS ARES.....	24
FIGURA 9: DISTRIBUIÇÃO DE HELICÓPTEROS POR REGIÕES DO BRASIL.....	25
FIGURA 10: MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DE HELICÓPTEROS POR UF.....	25
FIGURA 11: GRÁFICO DA IDADE MÉDIA DA FROTA DE HELICÓPTEROS BR.....	26
FIGURA 12: MAPA RM VALE DO PARAIBA , REGIÃO SERRANA E LITORAL	27
FIGURA 13: COMPARATIVO ENTRE MODAIS DE TRANSPORTES	28
FIGURA 14 :DESTINOS A PARTIR DO VALE DO PARAÍBA	28
FIGURA 15: CENTRO DE SERVIÇOS HBR - SP	29
FIGURA 16 SALA VIP HBR SP	31
FIGURA 17: INSTALAÇÕES DE MANUTENÇÃO	31
FIGURA 18: MACHADO DE PEDRA.....	34
FIGURA 19 ESPECTRÔMETRO	37
FIGURA 20 LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE POLUIÇÃO DO FLUIDO HIDRÁULICO.....	38
FIGURA 21 VIBRATION ANALYZERS.....	39
FIGURA 22: GRÁFICO DA CURVA DA BANHEIRA CONFIABILIDADE	41
FIGURA 23: HELIPONTOS URBANOS.....	45
FIGURA 24:DEMOSTRATIVOS DA FROTA BRESILEIRA DE HELICÓPTEROS 2012, 2013 E 2014.....	45
FIGURA 25: GRAFICO DA IDADE MÉDIA DA FROTA DE AVIAÇÃO GERAL NO BRASIL	46
FIGURA 26 CABINE DE PINTURA E EMBELEZAMENTO	47
FIGURA 27 OFICINA DE CUSTOMIZAÇÃO E INTERIORES	48
FIGURA 28 OFICINA DE CONJUNTOS DINÂMICOS	48
FIGURA 29 OFICINA DE MANUTENÇÃO DE PÁS.....	49
FIGURA 30 OFICINA DE MNT DE MOTORES.....	49
FIGURA 31 OFICINA DE BATERIAS	50
FIGURA 32 OFICINA DE AVIÔNICA.....	50
FIGURA 33: EXEMPLO DE ÁREA QUE COMPORTA UM CSH.....	51
FIGURA 34: CROQUI DE SUGESTÃO DE INSTALAÇÕES CSH	52
FIGURA 35: VISÃO EM 2D DE OUTRA SUGESTÃO DE INSTALAÇÕES CSH.....	52
FIGURA 36: ACERVO TÉCNICO CONVENCIONAL	54
FIGURA 37: ACERVO TÉCNICO PORTÁVEL.....	54
FIGURA 38: KIT DE FERRAMENTAS ARRANJO NÃO CONTROLADO	56
FIGURA 39: KIT DE FERRAMENTAS ARRANJO CONTROLADO.....	56
FIGURA 40: DESENHO TÉCNICO DE FERRAMENTA ESPECIAL.....	58
FIGURA 41: FERRAMENTA ESPECIAL EQUIVALENTE	58
FIGURA 42 MODELO EM 3D FERRAMENTAS CONCEPÇÃO	59
FIGURA 43: FICHA BANCO DE DADOS FERRAMENTAS EQUIVALENTES	60
FIGURA 44: ORGANOGRAMA DA MANUTENÇÃO DE UM CSH	61

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABAG	Associação Brasileira de Aviação Geral
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
APAA	Atestado de Produto Aeronáutico Aprovado
APRS	Autorização para o Retorno ao Serviço
H125	Nova denominação da Aeronave Air Bus AS 350 Esquilo
BS	Boletim de Serviço
CA	Certificado de Aeronavegabilidade
CBA	Código Brasileiro de Aeronáutica
CCT	Certificado de Conhecimentos Teóricos
CHE	Certificado de Homologação de Empresa
CHETA	Certificado de Homologação de Empresa de Transporte Aéreo
CHT	Certificado de Habilitação Técnica
CHT	Certificado de Homologação de Tipo
CHST	Certificado de Homologação Suplementar de Tipo (equi. ao STC do FAA)
CN	Consigné de Navegabilité (Diretriz de Aeronavegabilidade da França)
CONFEA	Conselho Federal de Engenharia e Arquitetura
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura
CSLI	Cicles Since Last Inspection (ciclos desde a última inspeção)
CSN	Cicles Since New (ciclos desde novo)
CSO	Cicles Since Overhaul (ciclos desde revisão geral)
CTA	Centro Técnico Aeroespacial (elo executivo do SEGVOO)
CTM	Controle Técnico de Manutenção
CVR	Cockpit Voice Recorder (gravador de voz da cabine)
DA	Diretriz de Aeronavegabilidade
END	Ensaio não Destrutivo
EO	Especificações Operativas
ER	Especificação de Tipo - Helicóptero
FAR	Federal Aviation Regulation
FCDA	Ficha de Cumprimento de Diretriz de Aeronavegabilidade
GPS	Global Positioning System (sistema global de posicionamento)
GPWS	Ground Proximity Warning System (alerta de proximidade ao solo)
HF	High Frequency (alta frequência)
HT	Hard Time
IAC	Instrução de Aviação Civil
IAM	Inspeção Anual de Manutenção
IFI	Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (atual GGCP)
ILS	instrument landing system (sistema de pouso por instrumentos)
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia
INSPAC	Inspetor de Aviação Civil
ISSO	International Standard Organization
LV	Lista de Verificação
MGM	Manual Geral de Manutenção
MGO	Manual Geral de Operação
MIL-STD	Military Standard (norma, especificação militar)

MMA	Mecânico de Manutenção Aeronáutica
MMEL	Master Minimum Equipment List (Lista Mestra de Equipamentos Mínimos)
MPI	Manual de Procedimentos de Inspeção
MTBF	Mean Time Between Failure (tempo médio entre falhas)
MTBR	Mean Time Between Removal (tempo médio entre remoções)
MTTR	Mean Time to Repair (tempo médio de reparo)
OTP	Ordem Técnica Padrão (Technical Standard Order)
PMA	Parts Manufacturer Approval
RAB	Registro Aeronáutico Brasileiro
RBHA	Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica
RGA	Registro Geral de Aeronavegabilidade.
RNAV	Área Navigation (navegação de área)
RPQS	Responsável Pela Qualidade dos Serviços
SAC	Seção de Aviação Civil.
SB	Service Bulletin (boletim de serviço)
SEGVOO	Sistema de Segurança de Voo
SERAC	Serviço Regional de Aviação Civil (antigo Elo Executivo de SEGVOO, atual GER)
SL	Service Letter (Carta de Serviço)
SEM	Structural Repair Manual (Manual de Reparos Estruturais)
STC	Supplemental Type Certificate (Certificado Suplementar de Tipo)
TBO	Time Between Overhaul (tempo entre revises gerais)
TC	Type Certificate (Certificado de Tipo)
TLE	Transmissor Localizador de Emergência (ELT)
TSN	Time since new (tempo desde novo)
TSO	Time since overhaul (tempo desde revisão geral)
VFR	Visual Flight Rules (regras do voo visual)
VHF	Very High Frequency (rádio que opera em frequências muito altas)
VTE	Vistoria Técnica Especial
VTI	Vistoria Técnica Inicial
CSH	Centro de Serviços
OM	Organização de Manutenção
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ABRPHE	Associação Brasileira de Pilotos de Helicópteros
EMPLASA	Empresa Paulistana de planejamento Metropolitano S/A

SUMÁRIO

RESUMO.....	7
ABSTRACT	8
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	10
1- INTRODUÇÃO	13
2- OBJETIVO	16
2.1- Objetivos gerais	16
2.2- Objetivos específicos	16
3- REVISÕES DA LITERATURA.....	17
3.1 Histórias do desenvolvimento e invenção do helicóptero.....	17
3.2 A frota de helicópteros no Brasil na última década	21
3.3 A demanda por serviços para essa crescente frota	26
3.4 A origem dos Centros de Serviços;.....	29
3.5 Evoluções históricas da manutenção.....	33
3.6 Manutenções aplicadas às aeronaves de asas rotativas	35
3.7 Confiabilidade de um componente.....	40
3.8 Os processos de manutenção.....	42
3.9 Dados estáticos de horas voadas versus necessidade Mnt.....	44
4-MATERIAIS E MÉTODOS	47
4.1 Infraestrutura.....	47
4.1.1 Área territorial.....	50
4.1.2 Instalações Padrão	51
4.2 Documentação Técnica	53
4.3 Ferramental e Equipamentos	54
4.3.1 Ferramentas <i>Standar</i>	55
4.3.2 Ferramental especial.....	56
4.4 Recursos Humanos.....	60
5- RESULTADOS.....	63
6- DISCUSSÃO	64
7- CONCLUSÃO	65

1- INTRODUÇÃO

O Brasil, com suas dimensões continentais, tem muitos desafios a serem vencidos no que tange a deslocamentos aéreos.

Quando se imagina deslocar de uma cidade para outra, de um polo produtivo a outro, de uma fazenda a outra, conclui-se que os meios de transportes aéreos, mais que um luxo, ou demonstração de poder e elegância, são ferramentas imprescindíveis na gestão desses negócios.

São Paulo é a maior metrópole da América do Sul, e segundo dados do IBGE, são aproximadamente 44.749.699 habitantes; O seguinte número representa 21,7% de toda a população brasileira. Esse gigante tem apenas em sua capital e região metropolitana, uma população de 12.038.175 pessoas, que coabitam em uma área territorial de aproximadamente 1.521,110 Km², o que corresponde a uma densidade demográfica de 7.398,26 habitantes/ Km² (IBGE 2016).

Não é difícil verificar-se que o caótico trânsito da capital paulista é um fator decisivo na opção, quase forçosa, dos empresários e homens de negócios que são domiciliados na cosmopolita “cidade que nunca para”. Nesse contexto, surge o uso do helicóptero como principal meio de deslocamento rápido, dentro e fora da cidade .

O helicóptero oferece inúmeras vantagens em relação aos transportes terrestres como também aos meios aéreos convencionais. Por características próprias, as aeronaves de asas rotativas, que posam e decolam verticalmente, podem operar a partir de qualquer ponto, não necessitando de grandes aparatos para sua operação.

Serviços públicos essenciais como: segurança pública, serviço de rádio patrulhamento policial, apoio à população no que se refere a resgates e remoção de feridos e acidentados, corpo de bombeiros, defesa civil, controle de tráfego e engenharia de trânsito e diversos outros serviços, têm nessa versátil plataforma de transporte seu principal modal.

São Paulo tem a maior frota de helicópteros concentrados em uma só cidade no mundo , segundo dados da ABRPHE. Eram 411 aeronaves registradas em 2013, realizando 2200 pousos e decolagem. Essa efervescência estende-se a várias outras cidades nas proximidades da capital paulistana.

A região metropolitana do vale do paraíba paulista tem cidades com papel de destaque no cenário estadual e nacional. São José dos Campos e Taubaté têm historicamente muita tradição no desenvolvimento econômico do país. Atualmente esta região abriga a 3ª maior produtora de jatos executivos do mundo, Taubaté tem instalado em seu município, uma das maiores bases militares de helicópteros do país. É de fato uma cidade estrategicamente localizada por conta de sua posição geográfica, a meio caminho da riqueza cosmopolita de São Paulo e às belezas naturais turísticas e culturais do Rio de Janeiro, ficando bem no entroncamento de rotas que levam ao belíssimo litoral norte paulista ou à tranquilidade e ao clima incomparável da serra da Mantiqueira..

A situação problemática sobre a qual se debruça este trabalho, tem sua origem no próprio Projeto de Desenvolvimento Urbano da região metropolitana do Vale do Paraíba Paulista, por isso este estudo tratar-se-á, sob a ótica da Engenharia Aeronáutica, mais especificamente sob o ponto de vista da manutenção de aeronaves, os espectros e os serviços disponibilizado em proveito desta tão fundamental atividade de aeronavegabilidade continuada.

Sabe-se que, em sua representativa maioria, em números absolutos, que a frota brasileira de helicópteros está concentrada na região sudeste, tendo São Paulo como região de maior concentração desses aparelhos no país. Desta forma, este trabalho detalhará a concepção de um projeto de um CSH Centro de Serviços para Helicópteros no Vale do Paraíba Paulista.

Os pilares da Manutenção Aeronáutica são o ferramental e equipamentos, instalações adequadas e apropriadas, publicações técnicas atualizadas e acessíveis, bem como pessoal treinado e regularmente habilitado a realizar os serviços em aeronaves.

Também serão abordados aspectos como a produção e aquisição dos meios materiais, treinamento e seleção de pessoal, concepção e projetos de instalações e a gestão de todos esses elementos com equilíbrio e sinergia necessária ao êxito de um empreendimento dessa envergadura, incluindo os mais modernos programas e projetos de acompanhamento e monitoramento da vida útil das aeronaves, seus componentes e acessórios.

Programas como PAVA, Programa de Análise de Vibração de Aeronaves, PCPH, Programa de Controle de Poluição do Hidráulico, PAEO Programa de Análise Espectrométrica do Óleo, entre outros, terão seus detalhamentos abordados como

programas que colaboram para proporcionarem informações, muitas delas, em tempo real das condições de operação e manutenção com máxima presteza e maior eficácia.

Serviços inovadores e diferenciados voltados para futuros usuários e proprietários de helicópteros, estendidos às suas tripulações e operadores também serão abordados.

Sendo assim, buscar-se-á nesta pesquisa, uma oportunidade de conhecer o que há de mais moderno e adequado quando se trata de serviços especializados para helicópteros no país.

2- OBJETIVO

2.1- Objetivos gerais

Demonstrar a viabilidade técnica da implantação de um Centro de Serviços para helicópteros em uma posição estratégica do Vale do Paraíba, detalhando todas as possibilidades e atividades possíveis para um projeto dessa envergadura.

2.2- Objetivos específicos

Descrever as atividades, características e peculiaridades de um Centro de Serviços de Manutenção de Helicópteros, assim como elaborar estudos de viabilidade de um projeto de implantação com detalhamento sob a visão da manutenção.

3- REVISÕES DA LITERATURA

3.1 Histórias do desenvolvimento e invenção do helicóptero

Tipo de aeronave de asas diagonais, mais pesada que o ar, propulsada por um ou mais rotores horizontais maiores (propulsores) que, quando girados pelo motor, criam sustentação e propulsão necessárias para o voo. Devido ao fato das pás do rotor girarem em torno de um mastro, tem em sua classificação a denominação de aeronave de asa rotativa, o que a distingue das aeronaves de asa fixa convencional (avião). Essa peculiaridade (em contraste com aeronaves de asa fixa), permite que o helicóptero possa decolar, pousar verticalmente, pairar. ir para frente, para trás e lateralmente. Esses atributos favorecem ao helicóptero pousar e decolar em áreas congestionadas ou isoladas. Aliado a isso, a capacidade de pairar por longos períodos de tempo possibilitam aos helicópteros realizarem tarefas que as aeronaves de asa fixa não podem executar.

Os helicópteros foram desenvolvidos e construídos durante a primeira metade de século XX, com alguma produção e alcance limitado, mas foi só em 1942 que o Sikorsky R-4, um helicóptero projetado por Igor Sikorsky, atingiu a produção em larga escala, com 131 aeronaves construídas. Inicialmente será feito um *tour* pela concepção dessa maravilhosa máquina.

O termo helicóptero vem do grego: Helix significa helicoide (em forma de espiral) e Pteron, asa. Um relato conta que o renomado cientista e inventor, Thomas Edison, ao ser indagado sobre as frustrantes 1.000 tentativas até conseguir finalmente inventar a lâmpada, disse não ter feito nada mais que aprender mil maneiras diferentes de como não inventar a lâmpada.

A trajetória fantástica da invenção do helicóptero não foi muito diferente da de outros notáveis inventos, com os quais, gênios da humanidade brindaram a humanidade com suas capacidades produtivas, determinação incomparável e fantástica capacidade de pesquisa e desenvolvimento. A diferença no caso dos helicópteros está no fato de que a vários autores é creditado os louros dessa invenção. Cerca de 400 anos A.C. os chineses idealizaram os primeiros rotores com penas de aves presas a uma haste, que quando girada com o movimento rápido das palmas das mãos, ganhavam sustentação e eram capazes de voar.

Em época mais remota, ainda existe a figura e a genialidade de Archimedes, cientista que nasceu em 287 A.C e famoso por seu grito de "Heureka!", depois de ter

percebido o princípio da hidrostática, ou como ficou conhecido, “O Princípio de Archimedes.” Para alguns pesquisadores, a contribuição que ele deixou para o futuro desenvolvimento do helicóptero foi o parafuso de Archimedes, um dispositivo em forma de caracol, que ao fazer movimentos de rotação permitia elevar a água para encher os reservatórios em níveis mais altos. O fluido era a água. A destinação era outra, mas usamos os mesmos princípios quando voamos nossos helicópteros.

Em 1483, Leonardo Da Vinci desenhou o seu La Hélice, (Figura 1) um fabuloso engenho que nunca chegou a sair do papel, mas que mostrou os princípios básicos da máquina que um dia passaria a ser empregada em todo mundo como aliado versátil e fundamental em tempo de guerra ou de paz

Figura 1 La Helice Da Vince



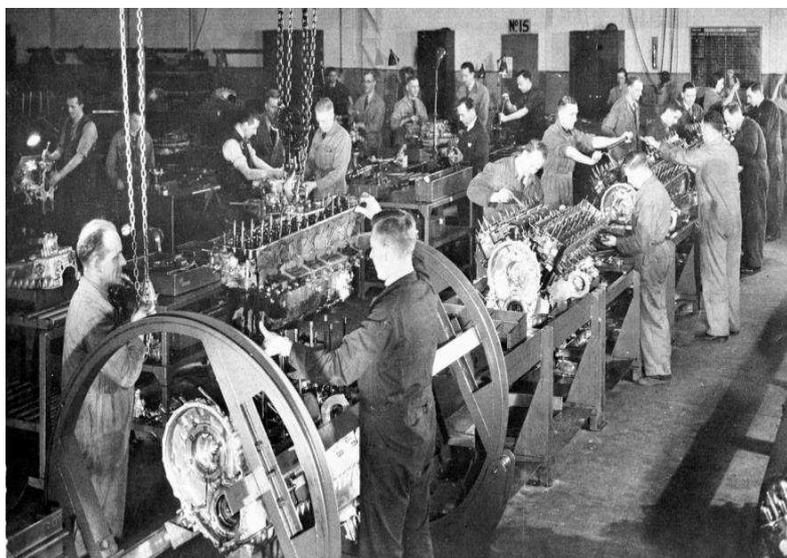
Fonte: Encicloarte 2016

Como explicitado acima, o helicóptero não nasceu de uma hora para outra, da mente de um único grande gênio. Essa máquina voadora foi sendo desenvolvida aos poucos. Séculos se passaram entre a descoberta do princípio de voo do helicóptero (o uso de uma hélice horizontal que gira para sustentar o aparelho no ar) e a construção dos primeiros protótipos realmente capazes de sair do chão.

Foi a partir da Revolução Industrial, no século XIX, que finalmente surgiu uma tecnologia capaz de transformar em realidade projetos seculares (Figura 2). A

partir deste período, alguns “precursores” dos helicópteros modernos conseguiram arriscar alguns voos. Porém, para que finalmente os protótipos do início do século 20 decolassem, faltava ainda um impulso decisivo, e esse impulso veio do interesse militar pelo projeto. As duas grandes guerras mundiais, da primeira metade do século, levaram governos a investirem no desenvolvimento das aeronaves. Entretanto, foi só na Guerra da Coréia, no início dos anos 50, que os helicópteros finalmente mostraram todo seu potencial, passando então, a ser produzidos em grande número, inclusive para uso civil. (Antonio; Boanerges 2003). (Figura 3)

Figura 2: A Revolução Industrial



Fonte: História de Tudo

Figura 3: O interesse militar pelo helicóptero



Fonte: Armas Segunda Guerra Mundial

Ygor Sikorsky, o visionário, nascido em Kiev, na capital da Ucrânia e posteriormente naturalizando-se Norte Americano, foi o pioneiro no desenvolvimento do helicóptero no mundo. (Figura 4)

Figura 4:Ygor Sikorsky, “O Visionário”



Fonte: ASME

Incontáveis avanços tecnológicos foram agregados ao projeto pioneiro do helicóptero. Hoje, conta-se com aeronaves com padrões de excelência que não se ousava imaginar, cumprindo com maestria as missões para as quais foram projetadas. Destaca-se desde o gigante MI-26, com suas dimensões magníficas de 33.73 m de comprimento, capacidade de carga de 25 toneladas e condições de transportar até 100 passageiros, (Figura 5), passando também pelo veloz Eurocopter X-3, um representante da mais nova concepção em aeronaves de asas rotativas, o qual vêm resolver a principal queixa atribuída a esse tipo, que era a falta de velocidade. Este, desenvolve a fantástica velocidade de 470 km/h, sendo capaz de pairar como um helicóptero e voar velozmente como um avião (Figura 6).

Figura 5 : O maior helicóptero do mundo



Fonte: Cavok

Figura 6: O Mais Veloz do Mundo



Fonte: Airbushelicopters

3.2 A frota de helicópteros no Brasil na última década

“Navegar é preciso viver não é preciso”, Em plena era da interconectividade, parafrasear o poeta português, Fernando Pessoa, torna-se mais que nunca

oportuno. Pode-se afirmar, seguramente, nos dias de hoje, que viver é preciso e voar é imprescindível, pois para os novos empresários e executivos desta era, este modal apresenta-se como um drive econômico competitivo, dinâmico e concorrido no mundo empresarial. Por mais que hoje grandes decisões possam ser tomadas na web ou através das redes sociais, trocar mar e terra pelo ar como meio de transporte físico, tornou-se vital na corrida dos negócios. O “céu” de brigadeiros, executivos e empresários é terem um helicóptero à disposição para se deslocarem nas grandes cidades (talvez algo até mais interessante do que possuir um jatinho no hangar). Palavras como velocidade e mobilidade tornaram-se o novo “Santo Graal” quando se trata de turbinar a vida profissional e pessoal. No *Time is Money* contemporâneo, uma boa dose de conforto e de tecnologia a bordo é, enfim, fundamental.

“Além das vantagens de fugir do trânsito ou do check-in dos aeroportos, chegar a uma reunião a bordo de um helicóptero é um cartão de visitas e tanto, um *upgrade* de status profissional e de si mesmo”, afirma César Federmann, presidente do grupo Senpar Terras Imobiliárias, com sede em São Paulo. “Minha vida e cabeça mudaram completamente desde que decidi comprar minha própria aeronave. Voar abre portas e melhora a mente”, destaca o empresário, que também é piloto e dono de dois helicópteros. Com grandes investimentos imobiliários espalhados pelo interior paulista, Rio de Janeiro e Curitiba, ele resolveu abrir sua própria empresa de táxi aéreo ao constatar a necessidade de amigos e clientes de dar um “pulinho” rápido para visitar seus empreendimentos. “A demanda por esse tipo de serviço no país é enorme”, reforça Federmann.

Desde que o empresário levantou voo há quase duas décadas em seu primeiro helicóptero, um monoturbina Bell Jet Ranger, o mercado brasileiro dessas aeronaves passou por um aumento exponencial. Só entre 2007 e 2012 a frota nacional cresceu 32%. (Figura 7).

Figura 7: Gráfico da evolução frota de Helicópteros no Brasil

Fonte: ANAC

Fonte: ANAC 2014

Graças ao bom desempenho da economia em alguns desses anos, especialmente 2010, o Brasil ostenta hoje a quarta maior frota de helicópteros particulares do mundo, com 1.990 aeronaves registradas (dados de 2013 da Bart International), uma das principais publicações da aviação executiva, sediada em Bruxelas), atrás somente dos Estados Unidos, Canadá e Austrália e à frente de potências europeias como Reino Unido, França e Alemanha.

“O aquecimento do mercado de aviação executiva é geralmente o melhor termômetro do crescimento da economia”, observa Marcus Matta, da Prime Fraction Club, de São Paulo, empresa que administra bens compartilhados de alto valor como helicópteros, jatos, automóveis e iates. Segundo Matta, “Estatisticamente a venda de jatos e helicópteros executivos é diretamente proporcional ao aumento do Produto Interno Bruto”. Acrescenta que “Cresce o PIB, fortalece-se ato contínuo o mercado de aeronaves desse tipo.”

Resta saber como ficarão os próximos indicadores diante da sucessão de crescimentos liliputianos do PIB brasileiro desde 2011. Mas no atual cenário, a cidade de São Paulo, não por acaso, já se tornou notória como a metrópole com maior concentração de asas rotativas para uso executivo do planeta. Segundo levantamento de 2013 realizado pela Associação Brasileira dos Pilotos de Helicóptero (Abraphe), a região metropolitana e cidades vizinhas à capital, já hospedam a maior frota de helicópteros em operação no mundo, com 411

aeronaves registradas e cerca de 2.200 pousos e decolagens diários. No mesmo ranking, Nova York figura como vice-líder com números muito menores: 150 helicópteros e pouco mais de 1.200 operações. O movimentado céu paulistano certamente reflete as necessidades criadas pelo caótico trânsito de automóveis na cidade, mas não apenas isto, para se ter uma ideia da importância do hub aéreo local no país, somente o eixo Rio-São Paulo responde por 45% do tráfego nacional, incluído-se todos os tipos de aeronaves e modalidades de aviação – comercial, de resgate, militar etc. (Revista Forbes 2015).

Uma novidade nos serviços aéreos oferecidos na maior metrópole da América Latina, trata-se do uso de aplicativos na contratação de transporte por helicópteros para deslocamentos entre pontos da cidade.

O Uber aéreo já é uma realidade paulistana, com preços que variam de R\$400,00 a R\$800,00 por deslocamento; Um serviço que no momento é restrito a alguns poucos executivos e empresários, entretanto, com o aumento da oferta, esse preço tende a cair.(Figura 8).

Figura 8 Uber dos Ares



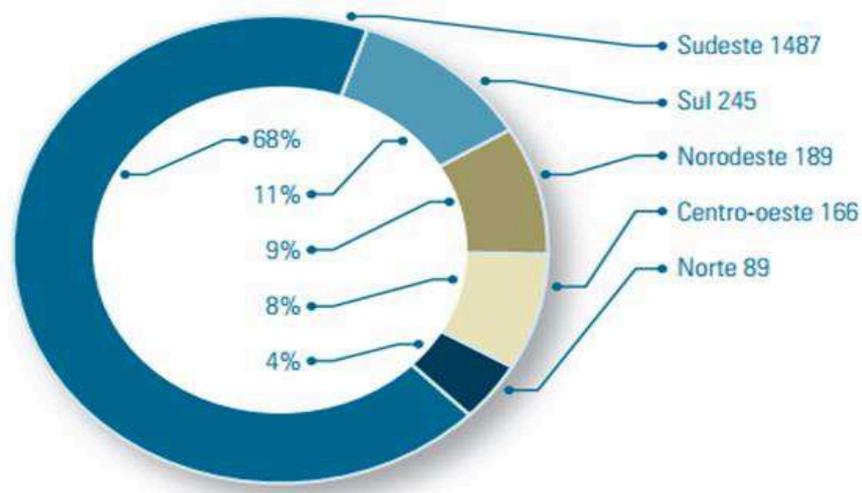
Fonte: Folha de São Paulo

Dados mais recentes, demonstram de forma mais visual, a distribuição de helicópteros por unidade da Federação Brasileira. (Figura 8).

Em 2014, foram registrados 2.150 Helicópteros, 90 aeronaves a mais em relação a 2013. Este número representa 14% da frota de Aviação Geral no Brasil. Destaque para o crescimento no número de registros nos estados de Minas Gerais (8%) e Paraná (17%).(Figura 8) e (Figura 9).

Figura 9: Distribuição de Helicópteros por regiões do Brasil

Distribuição da frota de helicópteros por região do Brasil



Fonte: ANAC 2014

Figura 10: Mapa de distribuição de helicópteros por UF



Fonte: Anuário brasileiro de aviação geral (2014)

“A frota de Helicópteros tem predominância de aeronaves na faixa de idade de 1 a 5 anos (29%), o que torna a média de idade da frota brasileira bastante baixa.” (ABAG, 2015). (Figura 10).

Figura 11: Gráfico da Idade Média da Frota de Helicópteros BR.

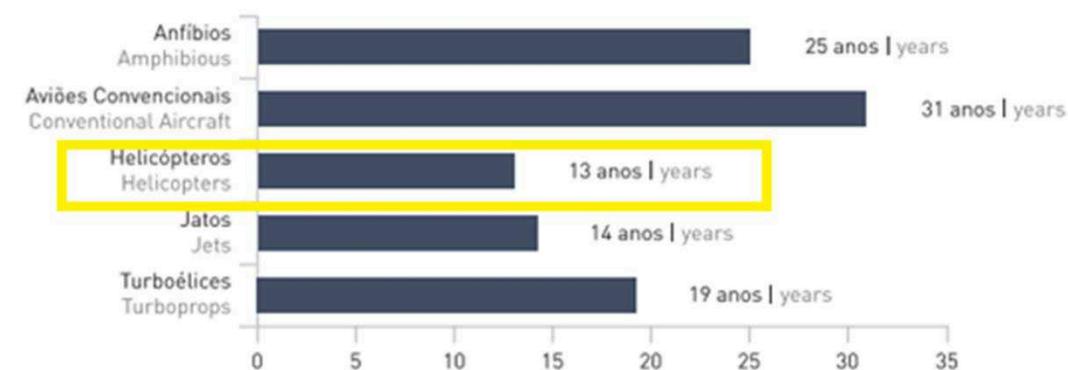


Gráfico - Idade média por tipo de aeronave.
Graphic - Idade média por tipo de aeronave.

Fonte: Anuário Brasileiro de Aviação Geral (2014)

“O aquecimento do mercado de aviação executiva é geralmente o melhor termômetro do crescimento da economia”, observa Marcus Matta, da Prime Fracciona Club, de São Paulo, empresa que administra bens compartilhados de alto valor como helicópteros, jatos, automóveis e iates. (Forbes Brasil 2105).

3.3 A demanda por serviços para essa crescente frota

Os Centros de Serviços para helicópteros constituem-se hoje diferencias de qualidade na utilização destes em atividades de negócios ou lazer para pessoas que valorizam seu tempo de forma muito especial.

Conforme dados fornecidos pela EMPLSAS, a região metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte, ocupa uma área de 16 192,770 km², com uma população de 2 453 387 hab. (12^º), estimativa. Esta importante região geoeconômica está em sua maioria localizada no principal eixo de circulação de riquezas, tendo suas atividades bastante ligadas à vida cotidiana das principais metrópoles dos pais: Rio de Janeiro e São Paulo. (IBGE, 2015).

Há anos a região tinha no cluster automobilístico a principal atividade industrial. Esta atividade, como a agricultura, foi outrora, geradora de inúmeras riquezas, contudo, com a desaceleração da comercialização de automóveis e deslocamento desse arranjo produtivo para outros estados do Brasil, o Vale teve que abraçar outro modelo produtivo bastante diversificado, tendo destaque a emergente indústria de tecnologia e fabricação aeronáutica.

No Vale do Paraíba encontram-se as instalações fabris da terceira maior fabricante de jatos do mundo, colaborando para o PIB R\$ 63.150.540.000 (Seade,2011).Todo este desenvolvimento traz em sua esteira a circulação de importantes empresários e executivos.

Pode-se citar também a vocação turística da linda região litorânea e o clima incomparável de montanha da Serra da Mantiqueira, regiões relativamente próximas às principais cidades da região como São José dos Campos e Taubaté.

Cresce a cada dia a demanda por um meio de transporte rápido versátil e eficiente, um meio aéreo que colabore para a segurança pública, que interligue rapidamente o Vale aos negócios de São Paulo e as belezas do Rio e do litoral, bem como a tranquilidade e o clima aprazível de cidades de serra como Campos do Jordão. (Figua 11).

Figura 12: Mapa RM Vale do Paraíba , região serrana e litoral



Fonte:EMPLASA -SP 2017

Comparando-se a eficácia dos modais de transporte em um deslocamento entre a cidade de Taubaté e à capital Paulistana, pode-se constatar o quanto o helicóptero é capaz de ser uma poderosa ferramenta impulsionadora do desenvolvimento de desta região. (Figura 12).

3.4 A origem dos Centros de Serviços;

Surgidos no Brasil nos últimos anos com um número significativo de empreendimentos específicos para a operação de helicópteros, hangares, oficinas de manutenção, abastecimento e toda a infraestrutura para recepção e embarque de passageiros e proprietários, estes Centros de Serviços possuem além destes citados, outros serviços associados à atividade (Figura16).

Os Centros de Serviços são espaços em que é possível potencializar o aproveitamento da versatilidade do helicóptero, o que faz com que cada vez mais proprietários e operadores escolham hangarar suas aeronaves nesses locais. Podem ser chamados de Centros de Hangaragem e Manutenção de Helicópteros ou simplesmente, Heliportos, dependendo das facilidades que oferecem. No caso dos centros, existe a necessidade de solicitar autorização prévia para a operação, o que não ocorre no caso dos heliportos, em que a operação é considerada pública, de acordo com o Código Brasileiro de Aeronáutica, de 1986.

Os primeiros a surgir em São Paulo foram construídos na capital, entre as décadas de 1990 e 2000. É o caso do Helicentro do Morumbi e do Helicidade, no Jaguaré, próximo à Marginal do Rio Pinheiros. Depois, outros empreendimentos foram surgindo em cidades da Grande São Paulo, como o Helipark, em Carapicuíba, o Hangar ABC, em São Caetano do Sul e mais recentemente o HBR, em Osasco, e o Allta, em Barueri. (Figura 14).

Figura 15: Centro de Serviços HBR – SP



Fonte: Ainonline

A instalação destes empreendimentos fora do município de São Paulo deve-se em grande parte aos altos custos de terrenos dentro da cidade que precisam ainda ter estas características importantes para viabilizar os projetos: proximidade e acesso a avenidas importantes como também localização fora das áreas de tráfego aéreo. Além disso, áreas residenciais e próximas a obstáculos, como edifícios, morros e linhas de transmissão de eletricidade são descartadas por problemas de emissão ruído e riscos na operação.

Os atrativos que um proprietário pode encontrar em um centro para helicópteros começam pela agilidade de operação, em razão da própria natureza de movimentação dos helicópteros nos pátios de pousos e decolagens sem a necessidade de pistas, da ausência de *slots* (tão comuns hoje nos aeroportos) e da inexistência de espera ocasionada por movimentação de outras aeronaves em *taxiways* ou pátios. A partir dessas vantagens, fica evidenciado que o tempo entre acionar os motores e deixar o solo é sempre reduzido quando se trata de helicópteros. Ao contrário de aeroportos, os atrasos provocados por esperas de pousos e decolagens da aviação comercial, principalmente em horários de pico, não acontecem.

A infraestrutura é pensada para economizar tempo na operação. Além da inexistência de taxas de pouso, que oneram significativamente quem executa várias operações diárias, como empresas de táxi-aéreo.

Em relação às condições meteorológicas, o piloto pode fazer a sua própria avaliação de visibilidade e teto nos centros de helicópteros ou heliportos, dando celeridade ao planejamento de seu voo. A maioria desses centros também está situada em áreas industriais ou comerciais, distante de residências, permitindo que a operação seja diurna e noturna, inclusive nos fins de semana e feriados (H24, como os pilotos se referem informalmente ao período de operação no heliponto).

Medições de emissão de ruídos e estudos de impacto ambiental são feitos constantemente, a fim de se agir preventivamente e evitar transtornos à vizinhança. Aeroportos em áreas urbanas cada vez mais têm seus horários de operação limitados, principalmente nos períodos noturnos, devido a queixas da comunidade no seu entorno. Empresas de táxi-aéreo e aeromédicas (UTI aéreas) podem se tornar inviáveis caso a operação seja restrita durante o período noturno.

Os novos Centros de Serviços com projeto e construção mais modernos, dispõem de sala VIP luxuosa para atendimento a passageiros que exigem privacidade e conforto, com acesso à internet, TV a cabo, café, lanchonete e salas para reuniões. (Figura 15).

Figura 16 Sala Vip HBR SP



Fonte: Pilotopolicial

Figura 17: Instalações de manutenção



Fonte: Pilotopolicial

Para os tripulantes e o pessoal de apoio, existem ambientes confortáveis e adequados para descanso, repouso e alimentação, além de uma estrutura de suporte com escritórios com acesso à TV a cabo, internet e outros benefícios. O objetivo é que todos fiquem próximos à aeronave. Alguns empreendimentos possuem academias de ginástica e salas de simuladores de voo para tornar a

permanência da tripulação mais agradável, compensando maiores distâncias entre sua casa e o trabalho e maior tempo fora de casa.

Este caso é real, e acontece com frequência: o piloto tem sua decolagem programada para as 11h30, e solicita ao pessoal de apoio do centro de Serviços que coloque a aeronave no *spot* às 10h45, já abastecida com a quantidade correta de combustível para o voo. A missão é buscar o proprietário da aeronave em um heliponto no centro da cidade e levá-lo a um almoço de negócios marcado para as 12h00. Ao executar a inspeção de pré-voo na aeronave, o tripulante verifica que um cabo elétrico está rompido. Em minutos, uma ordem de serviço é aberta, o cabo é substituído e o piloto decola exatamente no horário previsto. Esta é uma das maiores vantagens de estar operando em um Centro de Serviços que dispõe de uma estrutura de oficinas de manutenção,

Dispor dos serviços de manutenção praticamente por todo o período de operação é um diferencial de qualidade incomparável. As oficinas desses Centros geralmente são homologadas para atender à maioria dos modelos de helicópteros em operação na atualidade, e podem dar suporte imediato ao operador no caso de panes, sem necessidade de deslocamentos dispendiosos em voo até outros reparadores. No caso de inspeções programadas, a tripulação e o pessoal de apoio estão próximos à oficina, geralmente em um escritório dentro do próprio centro, e podem abreviar a aprovação de serviços ao acompanhar as tarefas, comprar peças e trocar de informações *in loco* com mecânicos, o que facilita o cumprimento de condições extremamente vantajosas, através dos pacotes de hangaragem e serviços inclusos, visto serem as oficinas de manutenção da mesma empresa proprietária de todo Centro. Mesmo no caso de serem terceirizadas, bons acordos são possíveis, o que impera nesse caso é a capacidade de negociação entre as partes envolvidas e prazos de entrega.

Os proprietários de helicópteros podem conseguir preços de serviços e a associação da hangaragem, com a manutenção, representa um grande fator influenciador na escolha dos proprietários de helicópteros por um ou outro Centro.

Além da manutenção, os Centros podem oferecer outros serviços como corretoras de seguro, representantes de marcas de aeronaves, vendas de peças e equipamentos, empresas de limpeza e conservação, assessoria para compra e venda de aeronaves e escolas de pilotagem, para citar alguns exemplos, que podem ser ou não terceirizados. A política de cada empreendimento determina como estes

serviços e empresas se relacionam com seus clientes e executam suas atividades dentro do seu espaço.

A impossibilidade de operar por instrumentos ainda é um aspecto negativo para implementação de operações ininterruptas H24 nesses Centros de Serviços de Helicópteros Brasileiros. Procedimentos, para pousos e decolagens por instrumento, só são autorizados a serem realizados a partir de aeroportos capazes de operar ILS.

Em síntese, a decisão final sobre o local onde hangará a aeronave depende de uma avaliação dos fatores que mais pesam na operação, como segurança (de voo e no solo), custos, proximidades do destino dos usuários da aeronave, distância do local à residência da tripulação e pessoal de apoio, facilidades oferecidas aos tripulantes e a qualidade geral dos serviços e infraestrutura. O tipo de operação em que a aeronave está engajada influencia igualmente nessa decisão. Uma empresa de transporte aeromédico vai se beneficiar muito mais se estiver em um heliporto que opere dia e noite do que um executivo que use a sua aeronave somente no horário comercial. Em compensação, este último prefere ter a segurança de estar próximo ao local de trabalho, no centro da cidade, onde o helicóptero se torne um meio de transporte sempre à disposição durante seu expediente. (AERO Magazine ,08/2015)

3.5 Evoluções históricas da manutenção

O primeiro sistema de manutenção utilizado pelo homem foi a “Manutenção Corretiva” ou “Acidental”. Quando se quebrou o primeiro cabo de machado do homem pré-histórico ele preparou outro cabo para restaurar a função do seu equipamento. A Manutenção Corretiva, baseada no “quebra-conserta” é, espantosamente, ainda uma das formas de manutenção mais utilizadas. (Figura 16).

Figura 18: Machado de Pedra**Fonte: Rafaelzaca**

Com o incremento da Revolução Industrial, houve uma necessidade de planejar os serviços de manutenção. A filosofia da “Prevenção” se propagou principalmente nas plantas de produções contínuas em que paradas de equipamentos significavam perdas de produção. As revisões sistemáticas baseadas em tempo tornaram-se uma das bases da manutenção. A partir desta filosofia, muitos progressos aconteceriam. Por outro lado, também começaram a aparecer outros problemas. Os custos das revisões sistemáticas eram altos. Desmontava-se a máquina inteira, e aproveitando-se a sua parada, por precaução, substituíam-se peças ainda boas, por outras que apresentavam, em muitos casos, taxas de falha maiores com alto índice de “mortalidade”. Problemas de ajustes, montagens e qualidade de material empregado começaram a emergir. A máquina sofria manutenção e em muitos casos, ela voltava pior após a revisão.

Na Publicação *Manutenção* (TAVARES,1999) salienta que a história da manutenção acompanha o desenvolvimento técnico-industrial da humanidade. No final do século XIX, com a mecanização das indústrias, surgiu-se a necessidade dos primeiros reparos. Até 1994, a manutenção era executada conjuntamente com a operação, ao mesmo tempo em que desempenhava um papel secundário. Com o advento da 1ª Guerra Mundial e a implementação da produção em série, as fábricas passaram a estabelecer programas mínimos de produção e, conseqüentemente, sentiram necessidade de criar equipes que pudessem efetuar reparos de máquinas

operatrizes no menor tempo possível. Surgiu-se assim, um órgão subordinado à operação, cujo objetivo básico era de execução da manutenção conhecida como Corretiva. Manteve-se essa situação até a década de 30, quando em função da 2ª Guerra Mundial e da necessidade de aumento da rapidez de produção, a alta administração industrial passou a se preocupar não só em corrigir falhas, mas a evitar que elas ocorressem. Sendo assim, o pessoal técnico de manutenção passou a desenvolver o processo de Prevenção de avarias que, juntamente com a correção, completavam o quadro geral da manutenção, formando uma estrutura tão importante quanto a de operação.

3.6 Manutenções aplicadas às aeronaves de asas rotativas

Manutenção pode ser definida, segundo o dicionário Aurélio como: “medidas necessárias para a conservação ou permanência, de alguma coisa ou situação” e ainda “os cuidados técnicos indispensáveis ao funcionamento regular e permanente de motores, máquinas e equipamentos”.

Manutenção Preventiva: é o conjunto das operações programadas e repetitivas que permitem verificar e manter um determinado nível de funcionamento. Exemplos: engraxamento realizado em um rolamento trocas de óleo nos períodos especificados.

Manutenção Corretiva: é o conjunto das operações executadas após a ocorrência de uma pane e que permitem restabelecer o nível de funcionamento inicial. Exemplos: trocar um rolamento que quebrou, sanar uma determinada pane ou mau funcionamento.

Manutenção Curativa: é conjunto das ações que possibilita a solução definitiva de uma pane (anomalia) ou de uma situação inicialmente identificada e julgada inadmissível, apesar da atividade de manutenção preditiva e corretiva.

Determinadas falhas detectadas seguidamente em inspeções preventivas ou sanadas seguidamente em inspeções corretivas podem ser remediadas (curadas) introduzindo-se uma modificação técnica.

A Manutenção Curativa pode ser precedida e/ou complementada por mudanças no modo de operação do item ou sistema em questão. Exemplos: determinado rolamento constantemente quebrava, o fabricante decide então o substituir por outro de maior resistência e durabilidade para que a falha

definitivamente não ocorra mais, ao instalar o novo rolamento na aeronave, o fabricante está introduzindo nesta uma modificação.

Após várias constatações chegou-se a conclusão de que a pá do rotor de cauda da aeronave Pantera AS 365 K, apresentava constantes problemas. O fabricante introduziu uma modificação na pá para resolver definitivamente o problema apresentado. Esta modificação introduzida corresponde a Manutenção Curativa.

Manutenção Preditiva: O conceito de Manutenção Preditiva surgiu após a 2ª Guerra Mundial, com o objetivo de reduzir os custos com a manutenção. Esta manutenção 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. Exemplo: Acompanha-se o nível de vibração da aeronave durante algum tempo. Com os dados levantados é possível determinar uma curva onde teremos a representação das frequências de trabalho de alguns componentes. Quando ocorre o desvio de uma destas frequências de sua curva normal, identifica-se a possibilidade de uma pane no componente que trabalha naquela frequência. Com isto, é possível realizar uma intervenção no componente antes que ocorra o defeito ou danos maiores ao conjunto onde ele encontra-se instalado.

Este tipo de manutenção normalmente é aplicado através dos seguintes programas:

- Programa de Análise Espectrométrica do Óleo (PAEO)

Sob certas condições e dentro de certas limitações, as condições internas de qualquer sistema mecânico podem ser avaliadas pela análise espectrométrica da amostra do óleo lubrificante. Os componentes dos sistemas mecânicos das aeronaves são constituídos de peças, mancais, rolamentos, entre outros, visto que cada um desses componentes tem em seus acabamentos das superfícies de contato ricas em um tipo de material metálico em especial, dessa forma propicia-se o monitoramento de desgastes desses componentes através das partículas desperendidas em suspensão no óleo lubrificante que pode conter por exemplo: alumínio, ferro, cromo, prata, cobre, estanho, magnésio, chumbo e níquel, com a predominância de elementos em forma de ligas metálicas; O contato em movimento entre os componentes de qualquer sistema

mecânico é sempre acompanhado pela fricção. Apesar da fricção ser reduzida pela fina camada de óleo, algumas partículas microscópicas de metal no desgaste são removidas e transportadas em suspensão pelo óleo. Portanto, uma fonte em potencial de informação existe para relação das condições do sistema. A identidade química da superfície desgastada e as partículas removidas no desgaste daquela superfície são sempre as mesmas. Se a proporção de cada tipo de partícula pode ser avaliada e estabelecida como sendo normal ou anormal, então a proporção do desgaste das superfícies de contato também será considerada como normal ou anormal. A identificação química da anormalidade da partícula produzida fornece vestígios para a identificação dos componentes que estão sendo desgastados. Na maioria das condições, a proporção do desgaste permanecerá constante e lentamente. As partículas metálicas serão de tamanho microscópico para permanecerem em suspensão no sistema de lubrificação. Qualquer condição que altere ou aumente o atrito normal entre as partes móveis, também irá acelerar a proporção do desgaste e aumentar a quantidade de partículas produzidas. Se a condição não for descoberta e corrigida, o processo de desgaste continuará acelerado, usualmente com danos secundários para outras partes do sistema e podendo ocorrer uma eventual falha do sistema por inteiro.

O Programatem caráter preditivo busca-se identificar, em momento oportuna, o desgaste anormal de um o mais componentes em um conjunto mecânico em serviço, através da análise de amostras de óleo lubrificante colhidas regularmente desse conjunto. Essas amostras são processadas em um pequeno laboratório dotado de um equipamento denominado espectrômetro. (Figura 17)

Figura 19 Espectrômetro



Fonte: Própria

- **Programa de controle de Poluição do Hidráulico (PCPH)**

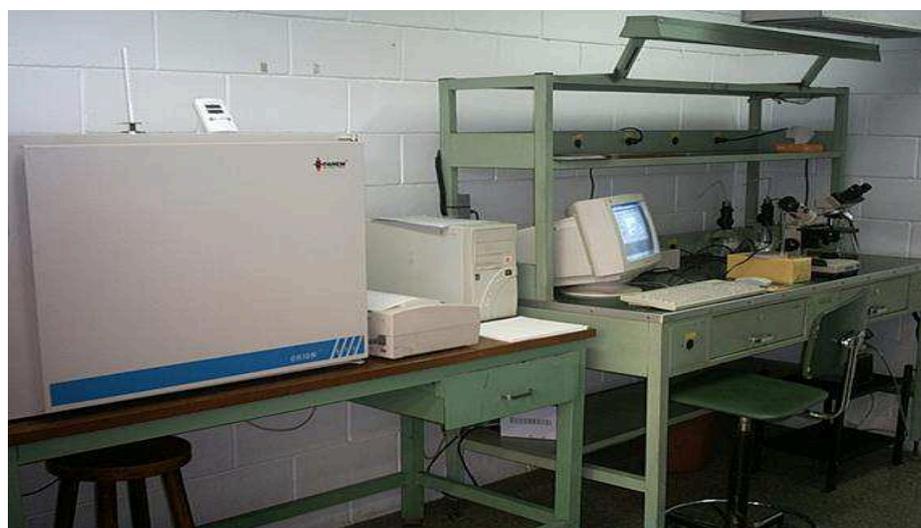
Esse programa tem suas bases na concepção de novos componentes e fluidos hidráulicos que trabalham com requisitos de microfiltração, tornando assim imperativo, o controle de poluentes e partículas nesses fluidos.

O não cumprimento dos requisitos de pureza pode provocar vazamentos, rupturas de selos e gaixetas e numa consequência mais extrema o travamento e travamento de comandos que utilizam a força de atuação hidráulica para suas aplicações.

O Programa estabelece-se a partir de coletas regulares e análises dessas amostras quanto a quantidade de poluentes e condição de pureza do fluido hidráulico em serviço nos sistemas hidráulicos das aeronaves. Os critérios de aceitação e rejeição são definidos em publicação técnica própria de cada fabricante de aeronave.

Para a implementação desse serviço ou programa, a infraestrutura necessária é um pequeno laboratório dotado de insumos para processamento das amostras, equipamento para filtração destas que ocorre em um filtro de papel milipore e verificado em microscópio para contagem das partículas poluentes por mm^2 , assim determina-se a classe de poluição da amostra.(Figura18)

Figura 20 Laboratório de análise de poluição do Fluido Hidráulico



Fonte: Própria

- Programa de Vibração de Aeronave (PCV A)

Qualquer conjunto mecânico que realize suas funções valendo-se da rotação de seus elementos ou componentes tende a apresentar um comportamento vibratório causado principalmente pelo grau de assimetria dos componentes girantes e também a disposição espacial das massas destes componentes.

Entende-se por vibração o comportamento de um sistema que busca sempre sua tendência natural, ou seja, o equilíbrio estável. Este comportamento evolui entre dois estados extremos de instabilidade de forma cíclica.

Em face destes efeitos nocivos aos seres humanos e aos sistemas mecânicos, bem como a grande dificuldade de controle das aeronaves quando submetidas a vibração, elegeu-se o estudo da vibração como meta prioritária quando se trata de aeronave de asas rotativas.

Tendo como referência os processos modernos de gestão preconizados pelos fabricantes de aeronaves que buscam a excelência em todos os processos de manutenção e monitoramento realizados em nossos helicópteros, procura-se formar uma memória dos dados de vibração de aeronaves. Através da execução da análise do resultados colhidos, é possível detectar-se quais dos conjuntos dinâmicos apresenta “jogo” ou folgas anormais.

Existem no mercado inúmeros equipamentos para medição e análise de vibrações em helicópteros, sendo os mais utilizados os Chedwick VXP, Vibrex 500 e Viper II Vibration analyzer. (Figura 19).

Figura 21 Vibration Analyzers



Fonte: Vibration Analyzer

- Programa de Vibração de Motor (PCVM)

O programa de controle de vibração dos motores seguem os mesmos critérios e processos do programa da célula, porém, somente os equipamentos são específicos.

3.7 Confiabilidade de um componente

Quando se pensa em utilizar um helicóptero como meio de transporte, certamente se pensa em o quanto esse meio é confiável, todavia, confiabilidade é tratada de forma bastante científica e racional pelos fabricantes, que tem nesse item, um diferencial competitivo.

Nesse ponto, quando se faz uma análise dos tempos limites e de vida SLL e tempo entre revisões TBO dos principais componentes de um helicóptero pode-se ter uma mostra qualitativa do melhor artigo a ser adquirido.

Existem parâmetros de confiabilidade que são regularmente impostos por organismos governamentais. Para a certificação de um produto aeronáutico faz-se necessário obedecer a legislações e regulamentos bem definidos. É importante citar como exemplo uma pá de um rotor principal de uma aeronave H125 Esquilo que possui SLL (Service Life Limit) (Figura 17).

Figura 17- SLL Tempo Limite de Vida de uma Pá do Rotor Principal de um H125 Esquilo

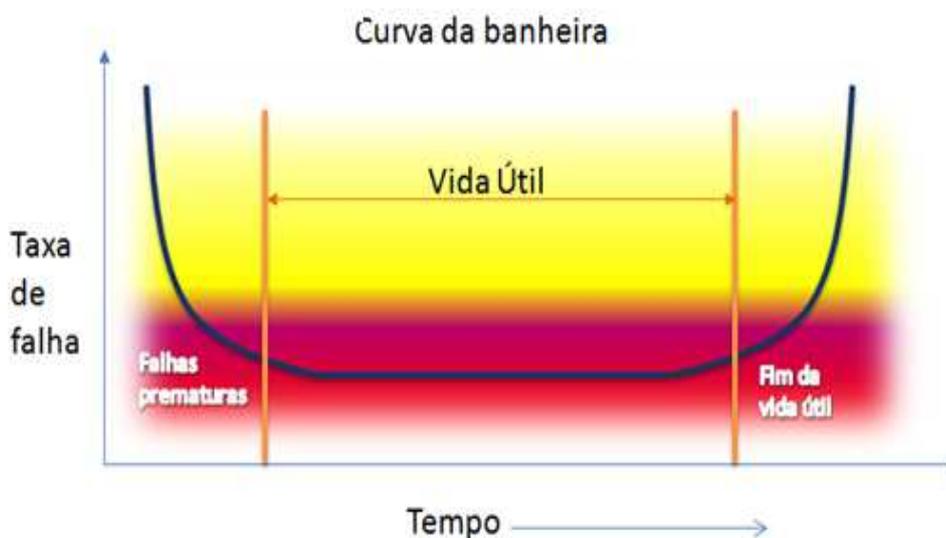
62/1000/401000/040				
Main rotor blade				
355A11-0020-01	(-)	20000 FH	0	
355A11-0020-02	(-)			
355A11-0020-03	(-)			
355A11-0020-04	(-)			
355A11-0020-06	(-)			
355A11-0020-09	(-)			
355A11-0020-11	(-)			
355A11-0020-12	(-)			
62/1000/401000/060				
Main rotor blade				
355A11-0030-00	(-)	20000 FH	0	
355A11-0030-02	(-)			
355A11-0030-04	(-)			

Fonte: PRE AS 350 Esquilo

O tempo limite de vida definido pelo fabricante no Manual MSM delimita o tempo previsto para esse componente da ordem de 20.000 horas de voo, a partir de ensaios e testes destrutivos que conseguem disponibilizar dados de tempo médio da ocorrência de falhas. Uma vez de posse desses dados, o fabricante pode determinar, com grau de segurança, o SLL de qualquer componente.

Busca-se sempre a satisfação de índices de confiabilidade que esteja, compreendido e delimitado dentro da área de vida útil do componente. Veja gráfico na (figura 20).

Figura 22: Gráfico da Curva da Banheira Confiabilidade



Fonte: PCMUSINA 2011

Confiabilidade é a probabilidade de que um equipamento, célula de produção, planta ou qualquer sistema funcionar normalmente em condições de projeto, por um determinado período de tempo estabelecido. A curva da banheira, exemplificada na figura 1, representa o modelo tradicional da relação entre o tempo e a taxa de falha de um equipamento ou parte dele. As taxas de falhas (λ_i), que representam o número de falhas (N_i) num determinado período de tempo (T), se comportam de maneira diferente no decorrer da vida do equipamento. Basicamente há três períodos distintos: (Wilson Roberto Nassar, *A Função Manutenção – François Monchy)

3.8 Os processos de manutenção

São processos que definem o momento no qual um determinado componente deverá ser substituído.

Distinguem-se três processos (métodos) básicos de manutenção:

“Hard Time” – HT

“On- Condition” – OC

“Condition Monitoring” – CM

A principal diferença entre estes métodos é que nos dois primeiros, *Hard Time* e *On Condition*, substituem-se o componente antes da manifestação de seu defeito, enquanto que no último, *Condition Monitoring*, substitui-se o componente somente após a manifestação do defeito.

HARD TIME (Manutenção com Tempo Limite)

Dizer que um componente está sujeito à Manutenção com Tempo Limite, significa que ele deverá ser retirado do serviço antes de alcançar um determinado limite. Este limite pode ser em horas de voo ou de funcionamento, tempo calendárico, 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 calendárico.

Os componentes sujeitos ao processo *Hard time* podem ser enquadrados em três tipos de limites:

TBO (Time Between Overhauls / - Tempo Entre Revisões)

SLL (Service Life Limit / Tempo Limite de Vida)

OTL (Operating Time Limit / Tempo Limite de Funcionamento)

➤ Limite TBO

Após período pré-determinado em operação, o componente é removido e sofre Revisão Geral (*Overhaul*) em oficina especializada. A finalidade desta intervenção é a de liberar o componente para um novo período de serviço, de duração equivalente ao anterior. Depois de revisado o item recupera a prestabilidade inicial.

As intervenções ocorrem a períodos constantes (intervenções programadas).

➤ Limite SLL

Após determinado período pré-definido normalmente pelo fabricante, o item é retirado de serviço e é considerado sucata. Deve ser destruído ou descaracterizado.

➤ Limite 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.

ON-CONDITION (OC / Verificação do Estado)

O componente sofre verificações periódicas a intervalos regulares e pré-definidos para controlar a evolução de alterações conhecidas e/ou revelar novas alterações, antes de liberá-lo para um novo período de utilização. É através dela que se verifica o grau de deterioração do componente.

A verificação do estado de um componente é efetuada:

Por procedimentos de inspeção e de controle não destrutivos;

Sempre que possível, sem remoção de componentes, nem ruptura de ligações.

Observação: Os reparos nesses componentes serão feitos em função do seu estado.

Dois conceitos importantes estão associados à manutenção OC:

Pane Potencial;

Pane Funcional.

- Pane Potencial

É uma pane que não impossibilita o item de executar suas funções ou de trabalhar corretamente, porém ela é o princípio de uma pane maior que impossibilitará o funcionamento do item (pane funcional).

- Pane Funcional

É uma pane que faz com que o item deixe de executar corretamente suas funções.

Exemplos:

- a) A roda da aeronave Cougar apresenta uma rachadura (pane potencial).

3.9 Dados estáticos de horas voadas versus necessidade Mnt.

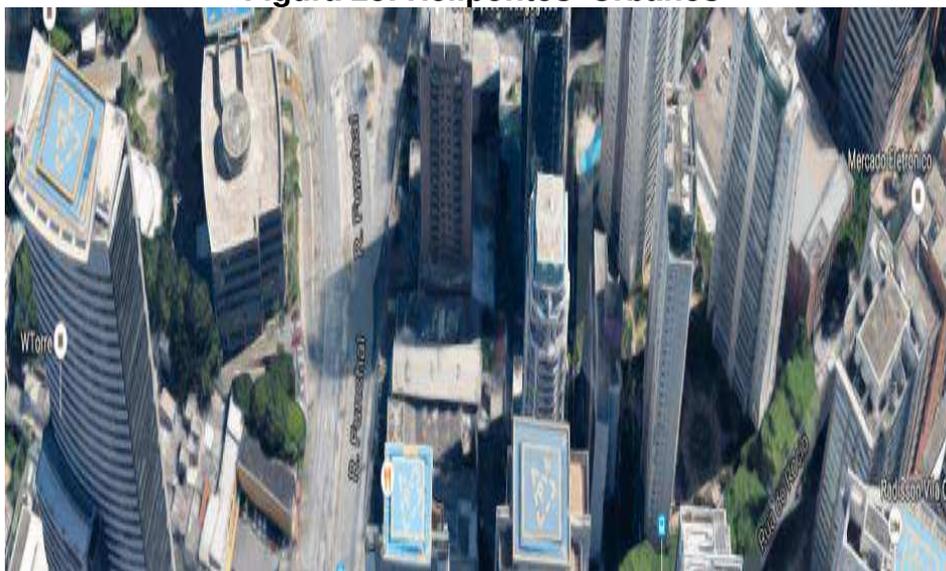
Atualmente, a capital paulista é a única cidade do mundo que possui um controle de tráfego aéreo exclusivo para helicópteros.

Segundo levantamento de 2013 realizado pela Associação Brasileira dos Pilotos de Helicóptero (Abraphe), a região metropolitana e cidades vizinhas à capital hospedam a maior frota de helicópteros em operação no mundo, com 411 aeronaves registradas e cerca de 2.200 pousos e decolagens diários.

Conheça algumas cidades com as maiores frotas de helicópteros no mundo:

- 01° lugar – São Paulo
- 02° lugar – Nova York
- 03° lugar – Tóquio
- 04° lugar – Rio de Janeiro
- 05° lugar – Londres
- 06° lugar – Belo Horizonte
- 07° lugar – Santiago
- 08° lugar – Cidade do México
- 09° lugar – Bogotá
- 10° lugar - Pequim.

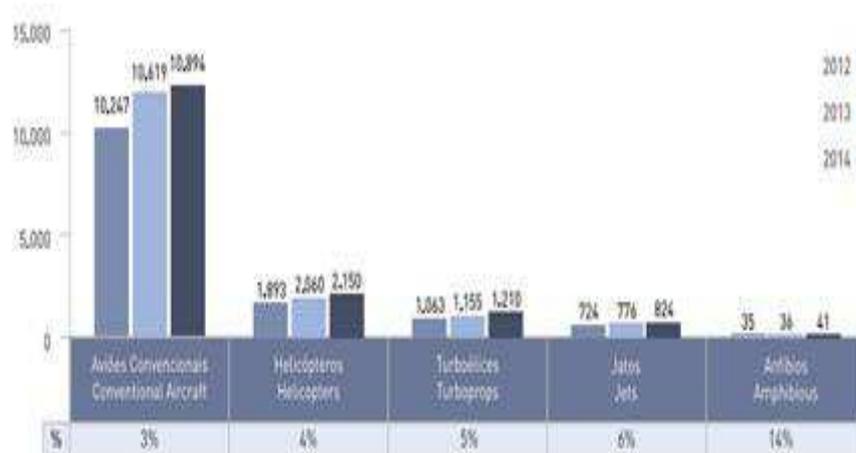
O Brasil também está à frente de países como México, Venezuela, Argentina, Colômbia e Chile, no que diz respeito ao mercado de aviação executiva na América Latina. Apenas na Capital Paulista existem mais de 260 helipontos, dos 427 do País. Observando fotografias aéreas das regiões urbanas da cidade de São Paulo ve-se facilmente uma forte presença de helipontos, em sua maioria, no alto dos prédios como é possível observar na (Figura 21).

Figura 23: Helipontos Urbanos

Fonte: Ricardo Trevisan (2016)

De 2014 a 2015, a frota de helicópteros cresceu 0,6% no Brasil, passando de 2.176 para 2.191 aeronaves, segundo a Abraphe (Associação Brasileira de Pilotos de Helicóptero). Se o número de aeronaves cresceu, o de voos encolheu: houve 30% menos pousos e decolagens em São Paulo – cidade com a maior frota de helicópteros do mundo – em 2015 em comparação com o registrado no ano anterior. De um ano a outro, o número diário de pousos e decolagens caiu de 2.000 para 1.300, de acordo com a entidade (Figura 22).

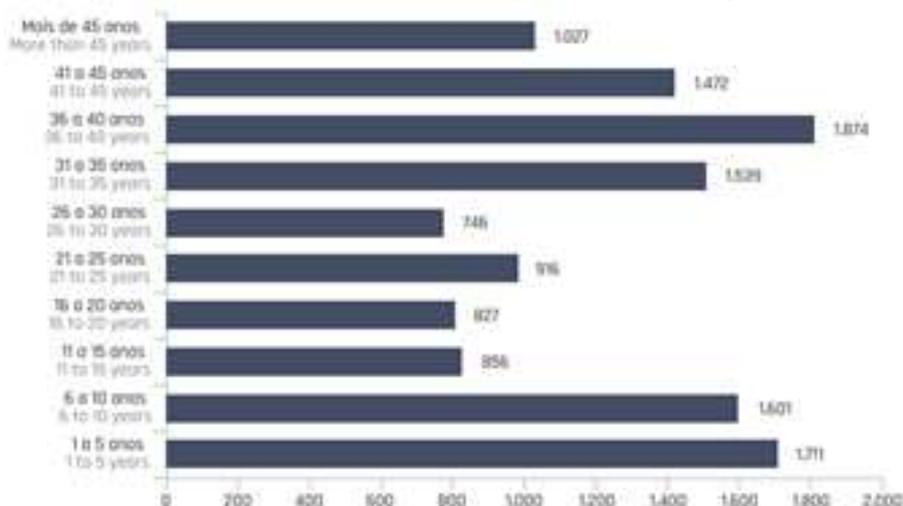
Figura 24: Gráfico demonstrativos de evolução da frota brasileira de helicópteros no triênio 2012, 2013 e 2014



Fonte: Anuário Brasileiro da Aviação Geral 2014

Um outro dado importante a ser considerado é o envelhecimento da referida frota, a media de idade da frota de helicópteros brasileiro no período considerado é de 13 anos conforme gráfico demonstrado na (Figura 23).

Figura 25: Grafico da idade Média da frota de Aviação Geral no Brasil



Fonte: Anuário Brasileiro da Aviação Geral 2014

Se atentar-se particularmente aos helicópteros, observa-se uma frota muito jovem, o que aponta para uma demanda significativamente crescente por serviços especializados de manutenção, objetivando proporcionar aeronavegabilidade continuada para essas aeronaves, sendo num primeiro momento, a manutenção preventiva.

Os ventos da recuperação econômica, que hoje é sentido timidamente, demonstra uma perspectiva de que o contingente de helicópteros continue crescendo nos próximos anos, da mesma maneira que as horas voadas também cresçam. Isso requererá, sem dúvida, uma significativa demanda por Centros de Serviços localizados em regiões estratégicas do país e a Região do Vale do Paraíba possui natural vocação para essa atividade.

Em 2014, foram registrados 2.150 Helicópteros e 1467 deles estão concentrados na Região Sudeste, 718 aeronaves estão no Estado de São Paulo.

Independentemente do aumento das operações que poderão ocorrer com a recuperação econômica do país, variável que depende de inúmeros fatores, o fator tempo inevitavelmente levará as aeronaves existentes a terem um compromisso marcado com os cuidados da manutenção. Aponta-se para as Inspeções e

intervenções calendárias, conforme os programas de manutenção preconizada por cada fabricante.

4-MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Infraestrutura

Um Centro de Serviços para helicópteros, para operar com eficácia, precisa possuir uma infraestrutura, instalações projetadas que lhe permitam desenvolver toda a gama de atividades e serviços, razão de sua existência.

Seções e oficinas que devem compor um centro de serviços: (Figuras de 24 a 30).

Figura 26 Cabine de Pintura e Embelezamento



Fonte: Própria

Figura 27 Oficina de Customização e Interiores



Fonte: Própria

Figura 28 Oficina de Conjuntos Dinâmicos



Fonte: Própria

Figura 29 Oficina de manutenção de Pás



Fonte: Própria

Figura 30 Oficina de mnt de Motores



Fonte: Própria

Figura 31 Oficina de Baterias**Fonte: Própria****Figura 32 Oficina de Aviônica****Fonte: Própria**

4.1.1 Área territorial

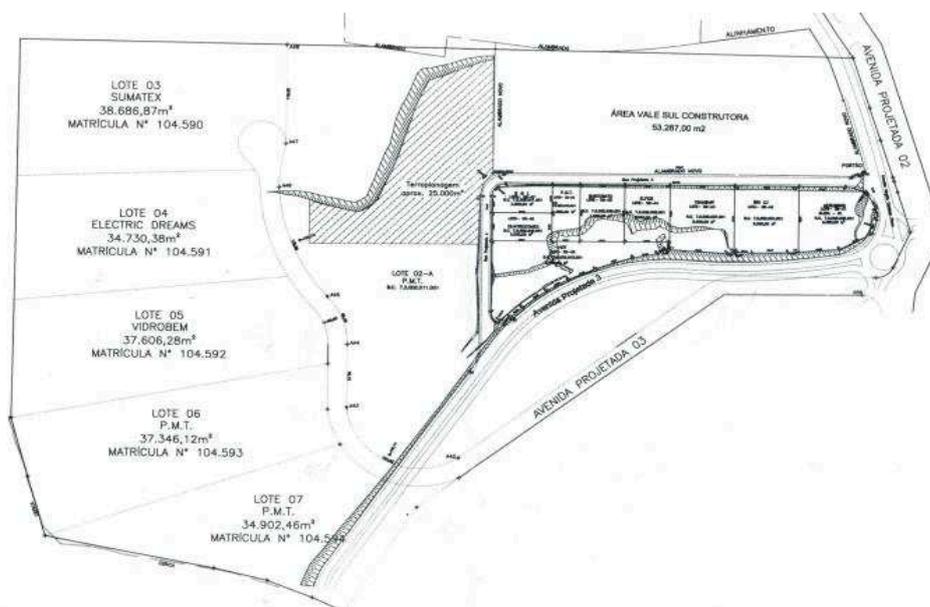
Pelas características e recursos do helicóptero em decolar e pousar verticalmente, a área pleiteada para instalação de um CSH é flagrantemente menor que a requerida para Centros de Serviços e manutenção de aeronaves comerciais de asas fixas. Esses centros normalmente são instalados nas adjacências de aeroportos ou aeródromos que disponham de pista de decolagem e aterrissagem.

Uma área de aproximadamente 37000 m² comportam instalações apropriadas para um CSH, composta de áreas operacionais, de manutenção, abastecimento, assistência, atendimento e administrativa.

A topografia e altimetria do local escolhido deve obedecer a normas predeterminadas por portaria ANAC Portaria nº 18/GM5 de 14/02/1974. Detalhes como área de aproximação e de decolagem, poto de toque e pontos de pouso, vento predominante e áreas de segurança.

A licença ambiental para operações dos CSHs também merecem atenção especial, já que fatores como ruído e produção de rejeitos são pontos sempre a serem considerados e devidamente abordados em um projeto dessa envergadura (Figura 31).

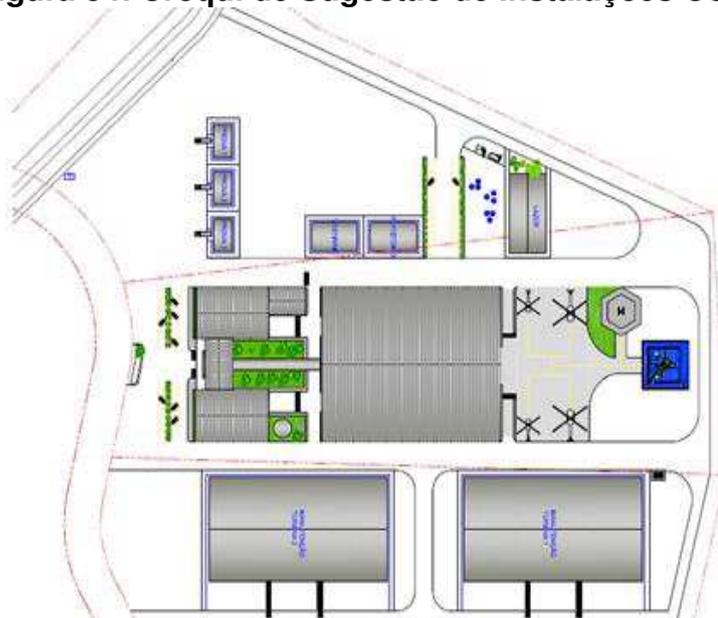
Figura 33: Exemplo de área que comporta um CSH



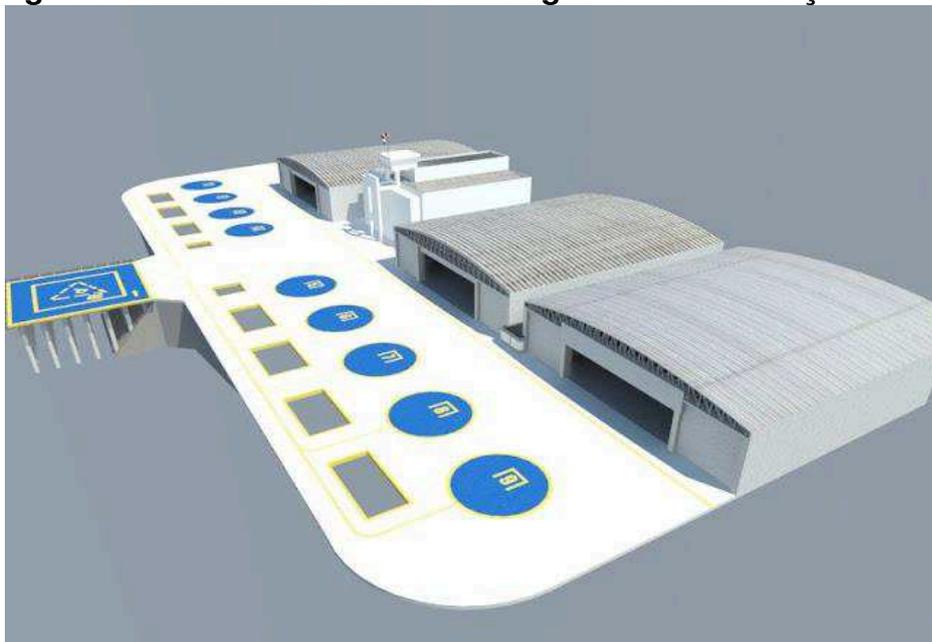
Fonte: Prefeitura Municipal de Taubaté 2015

4.1.2 Instalações Padrão

Abaixo, uma ilustração básica de um projeto com uma visão da ocupação de área territorial por um CSH viável de ser implementado no município de Taubaté – SP, que por sua privilegiada localização seria uma ótima resposta às necessidades de desta região. (Figuras 32 e 33).

Figura 34: Croqui de Sugestão de Instalações CSH

Fonte: Propria

Figura 35: Visão em 2D de Outra Sugestão de Instalações CSH

Fonte: Brcenarios 2011

A Figura 16 mostra croqui de um CSH que é considerado ideal para uma prestação de serviços especializados e de qualidade, tendo como carro chefe a manutenção. No croqui do projeto, observa-se instalações muito importantes como heliponto (área de toque), local para onde os helicópteros aproximam por ocasião

dos pousos e também servem de ponto de partida para helicópteros nas decolagens. É possível observar inclusive o pátio de estacionamento, hangares, centro de apoio serviços a usuários e passageiros, área de abastecimento de combustível, prédios da gestão e administração do empreendimento, área de oficinas especializadas de testes e ensaios, dentre elas, banco de provas para ensaios em motores.

4.2 Documentação Técnica

O parágrafo 145.109(d) do RBAC 145 estabelece os seguintes documentos e dados técnicos que devem ser mantidos atualizados e acessíveis, quando o trabalho de manutenção, manutenção preventiva e alteração estiver sendo executado. São eles: ADs (diretrizes de aeronavegabilidade); Instruções para aeronavegabilidade continuada; MM (manuais de manutenção); Manuais de revisão geral; Manuais de práticas padronizadas; BS(boletins de serviço; Recomendações do fabricante ou outros dados técnicos aprovados ou aceitáveis pela ANAC. OS HSH, O MSM (Programa Recomendado de Manutenção) é sem dúvida o manual mais sujeito a modificações e atualizações de toda a coletânea de publicações técnicas, cotidianamente utilizadas pelo pessoal de manutenção de helicópteros. Modificado pelo fabricante toda a vez que parte a totalidade de uma aeronave, esta passa a ser submetida a um processo ou intervenção de manutenção nova.

O meio eletrônico que vem substituindo quase que totalmente os volumes e volumes de papéis impressos, tem como principal vantagem a agilidade e precisão das atualizações, reduzindo quase a zero a possibilidade de um usuário valer-se de publicações técnicas desatualizadas.

Outra vantagem é a redução drástica de espaço empregado para armazenar e manter essas publicações. O que ontem eram grandes espaços repletos de prateleiras e inúmeros volumes impressos em papel, agora são acondicionados em uma pequena caixa plástica que cabe na palma da mão, contendo um dispositivo eletrônico de armazenamento (*Pendrive*).

Alguns fabricantes estabeleceram como processo de disponibilização da documentação técnica especializada para aeronaves, o uso da rede mundial de computadores, a *web* , páginas e aplicativos de *internet* , nos quais os usuários são devidamente cadastrados provendo acesso *on line* a partir de qualquer ponto do

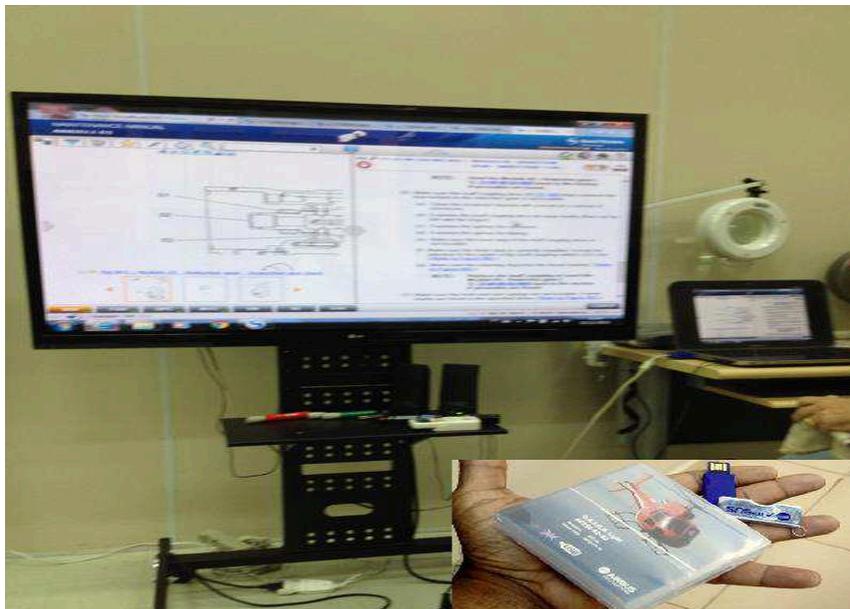
planeta em que se tenha um alcance a ela, possibilitando o alcance a mais atualizada versão dos manuais constantes das coletâneas (Figuras 34 e 35).

Figura 36: Acervo Técnico Convencional



Fonte: Própria

Figura 37: Acervo Técnico Portável



Fonte: Própria

4.3 Ferramental e Equipamentos

Os ferramentais e equipamentos necessários à implementação e operação de um CSH podem ser divididos em três (3) grandes grupos a saber:

- ✓ Ferramental de Uso Comum (Ferramentas *Standar*);
- ✓ Ferramental Especial (Os produzidos e comercializados pelos fabricantes de aeronaves);
- ✓ Ferramental de Precisão e Calibráveis (Instrumentos de medida e equipamentos de laboratórios de ensaios).

4.3.1 Ferramentas *Standar*

Devem ser em quantidades relacionadas com o número de equipes de manutenção que atuarão simultaneamente em frentes de trabalho distintas, permitindo assim, um fluxo de trabalho que não tenha interrupções causadas por falta de ferramentas ou esperas e tempos mortos. Essas ferramentas devem ser acondicionadas preferencialmente em carrinho com gavetas preenchidas com material moldável, polietileno expandido, que permita o encaixe de cada ferramenta em seu espaço cavado no referido material. Esse arranjo possibilita um controle efetivo de da ferramenta que através de uma checagem visual ágil é conferida ao final de cada jornada de trabalho.

O controle descrito acima garante que em última análise nenhuma ferramenta seja extraviada, tomando destino ignorado, podendo estar em uma área suscetível de provocar o travamento da cadeia de comando do helicóptero ou se desprender repentinamente durante um acionamento, giro ou voo de manutenção, vindo a causar danos ou atente quanto à integridade física de alguma pessoa nos arredores.

Outro ganho significativo obtém-se ao adotar essa forma de organização e arrumação. Reduz-se em 30% a perda de tempo procurando em meio a várias ferramentas a que se deseja realmente utilizar, pois facilita encontrá-la em seu lugar de acondicionamento, na gaveta certa, ao contrário de quando estão misturadas em uma caixa de ferramental tradicional.

Sem dúvida, o controle de ferramentas além de ser um requisito operacional fundamental é uma marca, uma impressão de qualidade da manutenção realizada.(Figura 36 e 37).

Figura 38: Kit de Ferramentas Arranjo não controlado



Fonte: Própria

Figura 39: Kit de ferramentas arranjo controlado



Fonte: Própria

4.3.2 Ferramental especial

Tido anteriormente como item de grande custo e que em determinados projetos quase que inviabilizavam economicamente a instalação e certificação de

oficinas pela autoridade aeronáutica brasileira, as ferramentas especiais têm sua origem e aplicação determinada pelo fabricante de cada aeronave.

Os catálogos de ferramentas são parte integrante da coletânea de manuais fornecidos pelas empresas produtoras de helicópteros, com o objetivo de padronizar a manutenção de componentes críticos de um helicóptero. Visam também a que as tarefas mais complexas e peculiares de cada versão ou modelo sejam sempre realizadas seguindo-se um padrão e uma uniformidade.

Como quase a totalidade dessas ferramentas são produzidas e comercializadas por fornecedores no exterior, os custos com a aquisição de ferramentas especiais tornam qualquer projeto de manutenção de helicópteros bastante dispendioso no tocante ao investimento que se precisa fazer para implantação.

A autoridade Aeronáutica Brasileira, objetivando dar melhores condições de implantação de Centros de Serviços e oficinas certificadas, emitiu a IS 43.13-005, em que regulamenta a aceitação de ferramentas especiais equivalentes. Em seu capítulo 5.2 da supracitada IS, declara que:

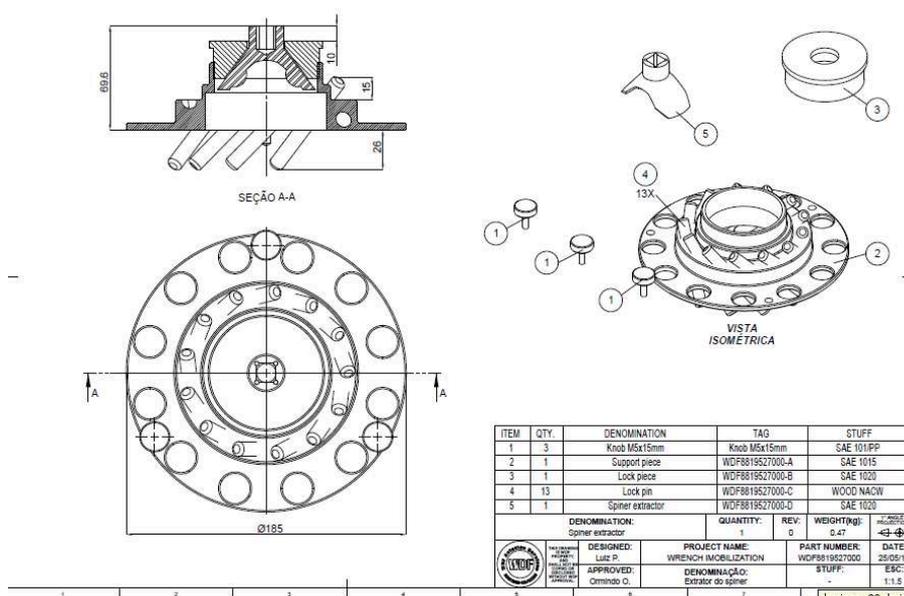
5.2.1 Uma ferramenta especial equivalente pode ser aceita pela ANAC, conforme estabelece o parágrafo 43.13(a) do RBAC 43, sendo que um dos meios aceitáveis para demonstração de equivalência é descrito nesta IS.

5.2.2 A ferramenta especial equivalente deve ser capaz de realizar todas as funções requeridas (ajustes, regulagens, testes, e avaliar todos os parâmetros solicitados pelo documento de serviço associado) com precisão igual ou superior a da ferramenta especial recomendada, em todas as faixas de medição ou função requerida.

5.2.4 Para cada ferramenta equivalente, a OM certificada de acordo com o RBAC 145 deve demonstrar a equivalência com a ferramenta especial recomendada nos dados técnicos originais, conforme requer o RBAC 43.13, através de um formulário ANAC 900-77, e que contenha a demonstração técnica de sua equivalência, assinada pelo RT da OM. (IS Nº 43.13-005 Revisão A)

Dessa forma, é possível através do processo de engenharia reversa e mesmo através da vivência e conhecimento aprofundado dos processos de manutenção aplicados àquela aeronave ou componente, desenvolver-se uma ferramenta especial equivalente de acordo com as diretrizes descritas na IS.43.15-005. (Figura 38 e 39) .

Figura 40: Desenho técnico de ferramenta especial



Fonte: Própria

Figura 41: Ferramenta especial equivalente

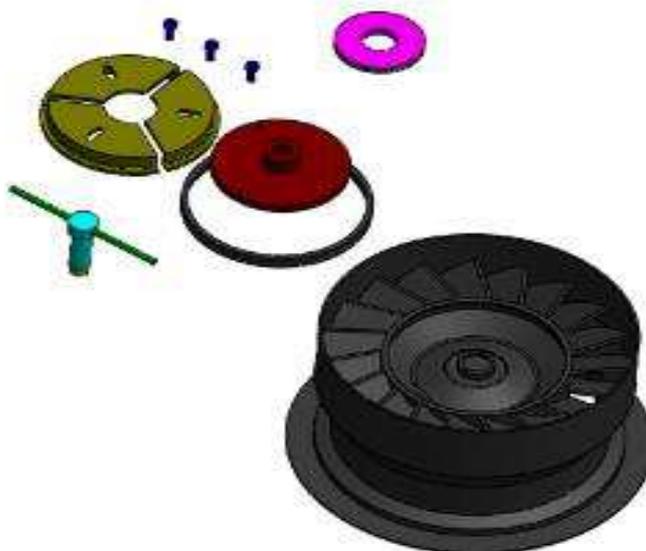


Fonte: Própria

Esta oportunidade concedida pela autoridade Aeronáutica Brasileira vem, em última análise, fomentar o desenvolvimento das empresas e dos produtos nacionais, já que através da produção de ferramentas especiais e equipamentos para os diversos testes e ajustes em uma aeronave ou componente pode-se

dar um salto de qualidade e viabilizar vários projetos. Somado a isto, no Brasil, possui-se pessoal extremamente capaz como também os recursos tecnológicos tipo *sftwers* de modelagem em 3d (Figura 40).

Figura 42 Modelo em 3d Ferramentas Conceção



Fonte: Própria

Tem-se impressoras em 3D scanners de alta performances que permite, hoje, produzir ferramentas até mais eficientes do que as originas e após submetidas à auditoria técnica da ANAC, passam a compor o acervo dos Centros de Serviços, tornando os custos com o ferramental especial bastante aceitáveis e atrativos.

Através de uma documentação preenchida, a fim de se comprovar aos auditores ANAC a relação de equivalência com o ferramental especial para manutenção de aeronaves, viabiliza-se no Brasil, uma fase bastante importante rumo à nacionalização e a quebra de paradigmas relacionados à capacidade de desenvolvimento de tecnologias voltadas para a Manutenção Aeronáutica(Figura41).

Figura 43: Ficha banco de dados ferramentas equivalentes

ORMINDO OLIVEIRA GESTÃO DE MNT AERONAVES CREA 15177/TD-DF ANAC 11967-6	
RELATÓRIO DE AUTOAVALIAÇÃO - INCLUSÃO DE SERVIÇOS NA EO	
Modelo: ARIEL 1	Fabricante: TURBOMECA
Tipo serviço: MNT	Certificação em: SMP
1) DADOS DA TAREFA	
Código AMM: 71-00-15-000-001	Task Type: IT
Intervalo: 100 H	Número da Tarefa: 71-00-15-000-001
Descrição da Tarefa: DO NOT ENGAGE NOT FOLLO WED BY SPECTROMETRY O IL ANALYSIS. REMOVE MODULES TO EXAMINE THE COUPLING GLEBE DO NOT DO THIS PROCEDURE IF THE ENGS ME	
Ferramentas Aplicáveis à tarefa (Rbac 145.109(c)):	
KIT DE FERRAMENTAS DE USO COMUM MEC SMP	
FONQUEMETRO DE 5 IN/M ATÉ 25 IN/M	
(881 22 400 00) CAIXO (A)	
(881 236 700 0) TUPO DE DRENHO (B)	
(881 54 100 00) PLACA DE SUPORTE DO GERADOR	
(881 59 980 00) PLANO DE CIMENTO PARA CAVA DE PRODUÇÃO	
Doc de Referência: 71-00-15-000-001	
2) AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE INSTALADA DA EMPRESA NA EXECUÇÃO DA TAREFA:	
Análise de ferramenta de tarefa: (Conforme RBAC 145.109)	
2.1 Possui as ferramentas de AMM da tarefa?	<input checked="" type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> N/A
2.2 Qual tipo classificado de ferramenta existente?	EQUIVALENTE/USO COMERCIAL
2.3 Documento de posse/propriedade de ferramentas?	LISTAGEM DE FERRAMENTAS
2.4 N° Documento referencial de comprovação de posse?	LISTAGEM DE FERRAMENTAS- RBAC 145.109(a)
2.5 É tarefa de formação para todos com licença?	<input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input checked="" type="checkbox"/> N/A
Análise de mão de obra qualificada de tarefa: (Conforme RBAC 145.151(c))	
2.6 MNA qualificados no modelo de aeronave?	<input checked="" type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> N/A
2.7 INSPETORES qualificados no modelo de aeronave?	<input checked="" type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> N/A
2.8 Documentos de comprovação de qualificação:	CERTIFICADO
Análise de instalações de empresa para receber e aeronave: (Conform e RBAC 145.103)	
2.9 As instalações podem receber esta aeronave?	<input checked="" type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> N/A
Análise de publicações e dados técnicos de Empresa: (Conforme RBAC 145.109(d))	
2.10 Possui todos os manuais envolvidos na tarefa?	<input checked="" type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> N/A
2.11 Assinatura direta com o fabricante de aeronave?	<input type="checkbox"/> SIM <input checked="" type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> N/A
2.12 Documento de assina de assinatura de operador?	<input checked="" type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> N/A
2.13 Status de revisão dos manuais?	ATUALIZADO
2.14 Formato de publicação disponibilizada?	ACESSO INTE NET
2.15 Referencial/N° de última revisão:	1-16 Data revisão:
2.17 Resultado de auto avaliação para esta Tarefa? (RBAC 145.201(a))	Estabilização sem restrição
DESENHOS E FIGURAS DAS FERRAMENTAS:	

Fonte: Própria

4.4 Recursos Humanos

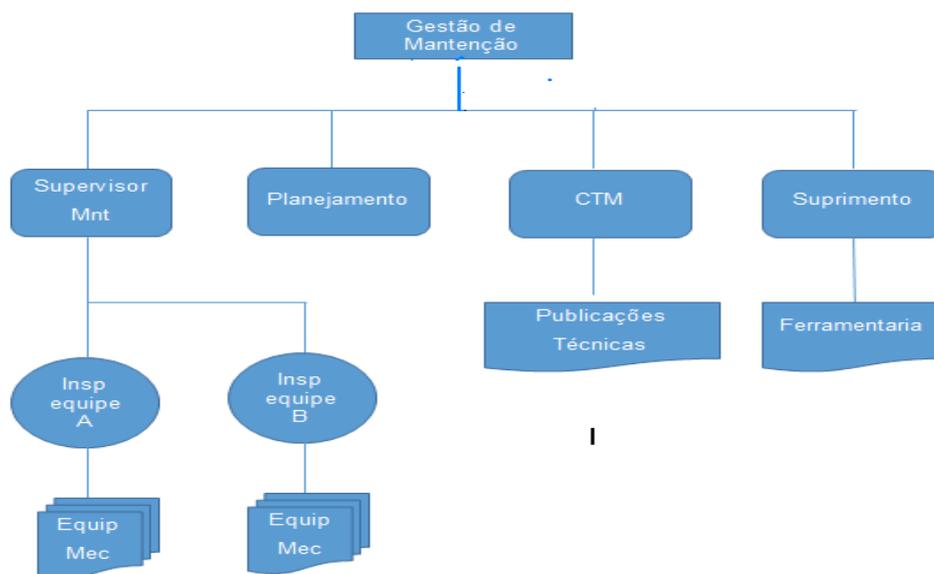
Como pilar fundamental para que um CSH seja homologado e certificado tanto pela ANAC (Autoridade de Aviação Civil Brasileira), mas também pelos principais fabricantes de helicópteros em atuação no Brasil, não pode-se deixar de abordar os recursos humanos.

O corpo técnico especializado que compõe um CSH é variado, começando pelo pessoal de gestão, passando pelo pessoal técnico operacional, até àqueles ligados às atividades de apoio e conservação.

No que tange à manutenção, os critérios para seleção qualitativa e quantitativa devem obedecer a regras, como: quantidade e modelos de aeronaves atendidas, turnos de trabalho e demandas por serviços.

Composição do departamento de manutenção de helicópteros (Figura 25).

Figura 44: Organograma da Manutenção de um CSH



Fonte: Própria

O RBHA 65 ANAC descreve os requisitos e o processo de formação dos recursos humanos para a área de aviação.

O corpo técnico requerido para realizar intervenções de manutenção nos helicópteros é:

Gestor de Manutenção de Helicópteros: Formação em Engenharia Aeronáutica, Gestão em Manutenção de Aeronaves, detentor de um CHT ANAC, com curso de especialização em Engenharia Aeronáutica ;

Supervisor de Manutenção : Profissional com a maior vivência e experiência nas funções de Mecânico de Manutenção Aeronáutica, detentor de um Certificado de Habilitação Técnica expedida pela ANAC;

Inspetor de Manutenção: Um MMA, detentor de um Certificado de Habilitação Técnica expedida pela ANAC com no mínimo cinco (5) anos de experiência na função;

Mecânico de Manutenção Aeronáutica : MMA detentor de um Certificado de Habilitação Técnica expedida pela ANAC.

Auxiliar de Manutenção: Preferencialmente, possuidor de Curso Técnico de Manutenção Aeronáutica (ou cursando), detentor de CCT, Certificado de Conhecimento Teórico.

A região em questão, conta com boas instituições formadoras de pessoal que preenchem os requisitos para o corpo técnico em qualquer CSH no país. Esses recursos humanos, há alguns anos, vêm propiciando esta região na busca de oportunidades de trabalho.

Considerando-se que exista um CSH instalado no Vale do Paraíba, haveria um grande aproveitamento dessa mão de obra especializada. O curso de Graduação e Especialização em Engenharia Aeronáutica na Universidade de Taubaté (UNITAU), bem como os cursos de formação de Técnico de Manutenção Aeronáutica da Escola Municipal de Ciências Aeronáuticas (EMCA), reúnem competências atestadas e comprovadas com alto padrão de qualidade, conferindo a região, condições extremamente favoráveis ao desenvolvimento, não só das operações primárias dos CSHs, como também o aparecimento de inúmeras atividades “satélites” à prática principal.

Lembrando que em Taubaté encontra-se uma grande frota de helicópteros: as aeronaves da Aviação do Exército a qual busca atualmente, com veemência, parceiros prestadores de serviços fora da região, como no Estado de São Paulo e até mesmo em outros estados brasileiros, por não contar com o devido incentivo e incremento a projetos que vislumbre o aproveitamento do pujante potencial de pessoal capacitado que a cidade possui.

5- RESULTADOS

As pesquisas e levantamentos de dados relacionados à necessidade por serviços especializados de manutenção de aeronaves de asas rotativas e seus componentes e equipamento de apoio, mostrou-se bastante satisfatória e com um grau de viabilidade muito grande. Os fatores contribuintes para o sucesso de um empreendimento dessa envergadura, ficou evidenciado, principalmente, pela abundância de mão de obra especializada, potencial de desenvolvimento tecnológico e a posição geografia estratégica da região no entroncamento de rotas de acesso a localidades turísticas e de negócios de fundamental importância para o país.

6- DISCUSSÃO

Hoje, a cidade de Taubaté possui uma das maiores frotas de helicópteros do país. Vê-se cruzando os céus, inúmeros helicópteros privados conduzindo executivos e diretores de grandes corporações. Sem falar na população, com taxa de crescimento exponencial e o PIB per capita bastante significativo.

Cabe discutir neste cenário tão produtivo, sobre a vocação da região para as asas rotativas. O município vizinho, São José dos Campos, realizou um trabalho bastante consistente com o objetivo de se tornar o pólo irradiador de tecnologia aeroespacial no cenário nacional. Lá, está instalada a 3ª maior empresa fabricante de aeronaves para aviação executiva do mundo. É evidente que o fato do CTA e seus órgão de ensino e pesquisa serem sediados nesse município, contribuiu de sobre maneira para a decisão estratégica de instalação da planta produtiva da EMBRAER.

Este trabalho foi desenvolvido com ênfase nos serviços de manutenção de helicópteros, visto que a atividade de manufatura para aeronaves de asas rotativas em no país ainda se mostra bastante distante. Por isso, enxerga-se na manutenção uma forma palpável de aproveitamento de das potencialidades e uma oportunidade de colocar Taubaté no Mapa Tecnológico Aeroespacial Brasileiro, principalmente abrigando Centros de Serviços com “*expertise*” em produzir produtos como também serviços que atendam à Região Metropolitana do Vale do Paraíba em suas necessidades relacionadas com segmento aeronáutico.

O desenvolvimento de um projeto viável e a instalação de um Centro de Serviços para helicópteros em Taubaté, além de desenvolver a região, certamente capitará investimentos proporcionados pela facilidade e funcionalidade do transporte aéreo por helicópteros.

A manutenção representa o principal sustentáculo de operações aéreas, certamente atraíra proprietários de helicóptero de vários pontos do estado e do país em busca da qualidade, preços competitivos e capacidade de entrega do produto desejado, que nesse caso, é uma aeronave voando com manutenção em dia e plena segurança.

7- CONCLUSÃO

Dessa forma, verifica-se que o atual processo de aproximação da comunidade acadêmica com os diversos segmentos empresariais, instituições públicas e governamentais é sem dúvida um grande filão de desenvolvimento científico/tecnológico, visto que, o capital intelectual estará mais facilmente ao alcance dos quem realmente impulsionam os projetos e empreendimentos de sucesso

Este trabalho visa a fomentar o espírito visionário dos representantes da comunidade acadêmica, poder público, instituições governamentais e comunidade aeronáutica, o sentimento de que ainda há muito por fazer, muito por desenvolver, muito por se conquistar.

O papel desenvolvedor desta renomada Universidade, sobretudo, do Departamento de Engenharia Aeronáutica, que apesar de jovem, vem alinhar-se com a verdadeira vocação da cidade em se tornar um grande pólo de aviação de asas rotativas reconhecido, difundido e mais do que nunca, valorizado em todo o país.

REFERÊNCIAS

LIBERATORE, E.K. **Helicopters Before Helicopters**, Krieger Publishing Company; 1998.

TAVARES, L. A. **Administração Moderna da Manutenção**. 2ª Edição. Rio de Janeiro: Novo Polo Publicações, 1999.

AINONLINE, **Huge Brazilian Helicenter Is Only the Beginning**. Disponível em: < <http://www.ainonline.com/aviation-news/business-aviation/2015-03-20/huge-brazilian-helicenter-only-beginning>> Acessado em mai 2017.

AIR BUS HELICÓPTERS, **Le démonstrateur à grande vitesse X3 entre au musée de l'air et de l'espace de Paris-Le Bourget**. Disponível em: < <http://press.airbushelicopters.com/fr/press-release/le-demonstrateur-grande-vitesse-x3-entre-au-musee-de-lair-et-de-lespace-de-paris-le>> Acessado em mai 2017.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE AVIAÇÃO GERAL , **Anuario aviacao documents 2015**. Disponível em:<<http://www.abag.org.br/Anuario Brasileiro Aviacao Geral 2015.pdf>>. Acesso em 24 abr 2017.

ARMAS DA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL, **Sikorsky R-4**. Disponível em:<<http://armasdasegundaguerramundial.blogspot.com.br/2009/10/sikorsky-r-4>> Acessado em mai 2017.

ASME, **Igor Sikorsky Aviation Pioneer**. Disponível em:<<https://www.asme.org/engineering-topics/articles/aerospace-defense/>> Acessado em mai 2017.

BIBLIOTECA IBGE, **Dados São Paulo**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=355030>(IBGE 2016)>, Acessado em mai 2017.

BOANERGES,vieira, SERAPIÃO, Antonio, **Aerodinâmica de Helicópteros**, Rio de Janeiro,Editora Rio; 2003.

CAVOK, **O maior helicóptero do mundo MI-26**. Disponível em: <<http://www.cavok.com.br/blog/imagens-mi-26-o-maior-helicoptero-do-mundo/>> **Acessado em mai 2017**.

DEFATO ON LINE, **São Paulo tem a maior frota de helicópteros do mundo**.

Disponível em:<<http://www.defatoonline.com.br/noticias/ultimas/13-07-2015/>>, Acessado em mai 2017.

ENCICLOARTE, **Inventos de Leonardo Da Vince**.Disponível em:<<http://www.encicloarte.com/inventos-de-leonardo-da-vinci/>>, Acesado em mai 2017.

FOLHA DE SÃO PAULO, **Uber de helicóptero São Paulo, Disponível em:** <<http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2016/06/1782993-uber-de-helicoptero-fica-70-mais-carro-em-sao-paulo.shtml>> Acessado em Jun 2017.

HISTÓRIA DE TUDO, **Revolução Industrial.** Disponível em HISTÓRIA DE TUDO, **Revolução Industrial.** Disponível em:<<http://www.historiadetudo.com/revolucao-industrial>> Acessado em mai 2017.

LANZA, **Onde hangará seu helicóptero?**, Disponível em: <http://aeromagazine.uol.com.br/artigo/onde-hangarar-seu-helicoptero_2275.html#ixzz4frRShxIW>. Acesso em 22 mai 2017.

LIFETYLE, 2015, **O Brasil tem a quarta maior frota de helicópteros do mundo**, REVISTA FORBES, 10 janeiro 2015, Disponível em:<<http://www.forbes.com.br/lifestyle/2015/01/brasil-tem-quarta-maior-frota-de-helicopteros-mundo/>>. Acesso em: 14 abr 2017.

PCMUSINA, **Planejamento e Controle da manutenção.** Disponível em <<https://pcmusina.wordpress.com/2011/07/13/manutencao-baseada-na-confiabilidade/>> Acessado em mai 2017.

PILOTO POLICIAL, **visita a Bell Helicopter, em Fort Worth/Texas.** Disponível em: <<http://www.pilotopolicial.com.br/site-piloto-policial-visita-a-bell-helicopter-em-fort-worthtexas/>> Acessado em abr 2017.

RAFAELZACA, Machado de Pedra.

Disponível em:<<http://rafaelzaca.com.br/portfolio/detalhe/machado-de-pedra>> Acessado em mai 2017.

TREVISAN, A diferença entre heliponto e heliporto. Disponível em:

<<https://ricardotrevisan.com/2016/11/23/>> Acessado em mai 2017.

WINKITRAVEL ,Mapa rodoviário Vale do Paraíba. Disponível em:

<<http://wikitravel.org/pt/Ficheiro>>, Acessado em mai 2017.