



UNISUL

UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

JOÃO PEDRO MENDES NUNES DA SILVA

**A APLICAÇÃO DE AERONAVES DE ASAS ROTATIVAS NA
CONTEMPORANEIDADE**

PALHOÇA

2020

JOÃO PEDRO MENDES NUNES DA SILVA

**A APLICAÇÃO DE AERONAVES DE ASAS ROTATIVAS NA
CONTEMPORANEIDADE**

Monografia apresentada ao curso de graduação em Ciências Aeronáuticas, da Universidade do Sul de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel.

Orientador: Prof. Joel Irineu Lohn, MSc.

PALHOÇA

2020

JOÃO PEDRO MENDES NUNES DA SILVA

**A APLICAÇÃO DE AERONAVES DE ASAS ROTATIVAS NA
CONTEMPORANEIDADE**

Esta monografia foi julgada adequada à obtenção do título de Bacharel em Ciências Aeronáuticas e aprovada em sua forma final pelo Curso de Ciências Aeronáuticas da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Palhoça, 23 de Novembro de 2020

Orientador: Prof. Joel Irineu Lohn, MSc.

Prof. Marcos Fernando Severo de Oliveira, Esp.

Dedico este trabalho à minha família, aos amigos e minha futura esposa, pelos incentivos e recargas, pois quando o desânimo chegava eram eles que me ajudaram a superar as todas as dificuldades durante este árduo caminho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me capacitado nesta jornada e me concedido mais uma vitória na minha vida.

A todos os professores do curso de ciências aeronáuticas, pois graças aos esforços e dedicação de cada um deles em nos guiar, iremos alçar voos mais altos.

À Universidade pela oportunidade de realizar o curso de ciências aeronáuticas para obter o bacharelado.

Ao meu pai por sempre ter me ensinado a ter paixão pela aviação, especialmente na aviação de asa rotativa.

À minha mãe por sempre ter me incentivado a buscar meus sonhos, ensinou também que toda a conquista vem com o esforço e força de vontade.

À minha noiva, pois sempre esteve comigo dando apoio nos momentos que mais precisei, sendo meu combustível para continuar, incentivando a nunca desistir.

“Não se espante com a altura do voo. Quanto mais alto, mais longe do perigo. Quanto mais você se eleva, mais tempo há de reconhecer uma pane. É quando se está próximo do solo que se deve desconfiar.” (DUMONT, Santos).

RESUMO

Neste trabalho aborda-se como o uso de aeronaves de asas rotativas pode dinamizar significativamente o transporte aéreo, a importância da sua utilização, abrangendo desde o conceito histórico até a contemporaneidade. Esta pesquisa é caracterizada como exploratória, com delineamento de pesquisa bibliográfica e documental, através de documentos, livros, artigos, regulamentos, revistas eletrônicas e manuais técnicos. Tendo como abordagem, a pesquisa qualitativa e quantitativa. Através desta pesquisa pretende-se analisar a importância da aeronave de asa rotativa e os benefícios trazidos à sociedade desde a sua implantação. O helicóptero tornou-se um veículo popularmente conhecido devido a sua vasta versatilidade, assim se tornando uma ótima aeronave para realizar as mais diversas atividades, desde voos executivos à implantação na área militar e de busca e salvamento. Faz-se uma abordagem no desempenho e configuração de rotores destinada a cada tipo de atividade, apresentando também as vantagens e desvantagens em comparação a outros meios de transporte. Conclui-se que as aeronaves de asas rotativas mostraram-se muito eficazes quando introduzidas em operações de emergência, busca e salvamento, combate a incêndios, operações militares, de segurança pública, aviação executiva, aviação agrícola, entre outras que só são possíveis de serem realizadas devido à versatilidade desta incrível obra da engenharia, comparado a outros meios de transporte.

Palavras-chave: Asas rotativas. Rotores. Versatilidade. Transporte aéreo.

ABSTRACT

This work discusses how the use of rotary-wing aircraft can significantly boost air transport, the importance of its use, ranging from the historical concept to contemporary times. This research is characterized as exploratory, with an outline of bibliographic and documentary research, through documents, books, articles, regulations, electronic journals and technical manuals. Using qualitative and quantitative research as an approach. Through this research it is intended to analyze the importance of the rotary wing aircraft and the benefits brought to society since its implantation. The helicopter has become a popular vehicle due to its vast versatility, thus becoming a great aircraft to carry out the most diverse activities, from executive flights to deployment in the military and search and rescue areas. An approach is made to the performance and configuration of rotors for each type of activity, also presenting the advantages and disadvantages compared to other means of transport. It is concluded that rotary-wing aircraft proved to be very effective when introduced in emergency operations, search and rescue, fire fighting, military operations, public security, executive aviation, agricultural aviation, among others that are only possible to be performed due to the versatility of this incredible engineering work, compared to other means of transport.

Keywords: Rotating wings. Rotors. Versatility. Air Transport.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Treinamento da FAB- H-36.	19
Figura 2 – H125, Rotor Tipo Convencional	21
Figura 3 – Kamov Ka-27 Helix, Rotor Tipo Duplo Coaxial	22
Figura 4 – K1200, Rotor Tipo Duplo Sincronizado	22
Figura 5 – CH-47 Chinook, Rotor Tipo Tandem	23
Figura 6 – Bell Nexus, Rotor Tipo Quadrirrotor	24
Figura 7 – Desempenho Rotor NoTaR	25
Figura 8 – Pouso em Plataforma Petrolífera H175	30
Figura 9 – Operações de Combate ao Incêndio com Bambi Bucket	32
Figura 10 – Veículos Aéreos não Tripulados, Aviação agrícola	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Distribuição das Aeronaves em Condições Normais de Aeronavegabilidade	27
--	----

LISTA DE SIGLAS

ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
IFR	<i>Instrument Flight Rules</i> (Regras de Voo por Instrumento)
MLTE	Multirotor
NAAA	<i>National Agriculture Aviation Association</i> (Associação Nacional de Aviação Agrícola)
VANT	Veículo Aéreo Não Tripulado
NoTaR	<i>No Tail Rotor</i> (Sem Rotor de Cauda)
FPSO	<i>Floating Production Storage and Offloading</i> (Unidade Flutuante de Armazenamento e Transferência)
NASA	Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço
CGOA	Coordenadoria Geral de Operações Aéreas
SAE	Serviço Aéreo Especializado

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
1.1 PROBLEMA DA PESQUISA	15
1.2 OBJETIVOS.....	15
1.2.1 Objetivo Geral	15
1.2.2 Objetivos Específicos	15
1.3 JUSTIFICATIVA	16
1.4 METODOLOGIA	16
1.4.1 Natureza e tipo de pesquisa	16
1.4.2 Materiais e métodos	16
1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1 FATORES POSITIVOS E NEGATIVOS DOS HELICÓPTEROS	19
2.2 DESEMPENHO E CONFIGURAÇÕES DE ROTORES.....	20
2.2.1 Configuração de rotores de cauda	24
2.3 COMPARAÇÕES DE VERSATILIDADE ENTRE ASAS FIXAS E ROTATIVAS ..	25
2.4 VANTAGENS DO HELICÓPTERO AOS DEMAIS MEIOS DE TRANSPORTES .	26
2.4.1 Aplicação de aeronaves de asas rotativas às demais atividades	28
2.4.1.1 Transporte aéromédico.....	28
2.4.1.2 Transporte aéreo offshore	29
2.4.1.3 Operações de segurança pública.	30
2.4.1.4 Transporte aéreo de cargas.....	31
2.4.1.5 Introdução do helicóptero na aviação agrícola.....	32
3 CONCLUSÃO	34
REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

Antigamente, alguns povos representavam seus deuses como figuras aladas, e desde então, o ser humano sonha em poder voar livremente como os pássaros. Este conceito histórico tornou-se realidade através de muitos anos de estudos e experiências mirabolantes como tentativa de fazer algo mais pesado que o ar para poder sair do chão por meios próprios. Uns dos primeiros projetos a serem registrados foram efetuados pelo visionário totalmente avançado para sua época, Leonardo Da Vinci, que idealizava uma máquina voadora capaz de levantar voo verticalmente. O projeto chamava-se “Helixpteron” um aparelho circular com asas em espiral que jogaria o ar de cima para baixo, o mesmo princípio usado para gerar sustentação no helicóptero. O sonho de poder voar levou Da Vinci a projetar outras máquinas, como o aeroplano ou “ornitóptero”, sendo uma aeronave que bateria asas como os pássaros por meio de engrenagens e roldanas que através do movimento do corpo do piloto poderia bater asas como um morcego. Estes projetos foram utilizados como base para a criação das aeronaves (FARINACCIO, 2019).

De acordo com Lemos (2012, p.26) o início para concretizar o sonho de voar foi através dos balões, sendo o primeiro voo tripulado realizado em 1783 na França pelos irmãos Montgolfier.

Diferentemente dos balões, que são aparelhos mais leves que o ar e com facilidade de levantar voo devido a um gás de menor densidade do que a atmosfera externa, os aviões são aparelhos mais pesados que o ar, necessitando de superfícies capazes de dar sustentação e de um sistema mecânico capaz de gerar empuxo e velocidade suficiente para levantar voo por meios próprios. O projeto foi realizado em Paris, em 23 de outubro de 1906 pelo brasileiro e mineiro Santos Dumont, assim firmando o marco histórico que é refletido até o presente momento como um dos maiores feitos da humanidade (NOGUEIRA, 2019).

Este marco ficou conhecido como o início da aviação, porém, séculos antes, Leonardo da Vinci já idealizava uma máquina voadora capaz de levantar voo verticalmente, mas foi somente no século XX que o voo vertical começou a mostrar um significativo progresso, através do inglês George Cayley, um engenheiro inovador que foi pioneiro da aeronáutica com seus inúmeros projetos. O projeto que aparentemente seria a primeira máquina capaz de levantar voo verticalmente apresentava muitos problemas, como a relação da massa do motor, ou seja, o peso em relação à sua potência. A problemática em relação ao motor era uma das situações a serem resolvidas, assim como a instabilidade durante o voo

horizontal. Os problemas de controles horizontais tornaram o helicóptero de Cayley instável fazendo com que girasse em torno de seu eixo longitudinal, este erro foi resolvido na década de 20 através de Juan de La Cierva com o seu autogiro, ou giroplano, alterado o ângulo de ataque original de forma cíclica com o setor, assim gerando uma estabilidade e sustentação (MATOS; ARÊAS 2014).

Desde Santos Dumont, que levantou voo com seu 14^ºbis em 23 de outubro em 1906, os aviões tiveram maior atenção em comparação aos helicópteros, e sua produção foi priorizada por ser menos complexos e porque o objetivo inicial era de percorrer grandes distâncias. Foi em 1907, com o francês Paul Cornu, conhecido como o primeiro homem a sair do chão em uma aeronave de asas rotativa mantendo-se por alguns segundos no ar, que o helicóptero teve uma maior aceitação e popularização após a segunda guerra mundial. O helicóptero é um veículo versátil, podendo pousar em locais acidentados, tornando-se uma ferramenta ideal para operações militares e aeronaves de resgate (RIBEIRO, 2011).

A aviação vista em um contexto geral, tanto em asas fixas quanto em asas rotativas, obteve seus maiores desenvolvimentos durante períodos de discórdia na humanidade. Foi na Primeira Grande Guerra Mundial que a máquina capaz de levantar voo verticalmente obteve ganhos em sua evolução. Os alemães Von Karman, Petroschy e o húngaro Asboth desenvolveram um aparelho voador com o intuito de substituir os balões que eram usados nas missões de observação, porém não tiveram sucesso, pois o aparelho tornou-se pouco confiável e instável durante os testes (PEARCE, 2013).

A partir das experiências bem sucedidas dos irmãos Wright e do brasileiro Santos Dumont o desenvolvimento da aviação disparou de maneira surpreendente, porém ocorreram muitas mudanças e novas invenções, posto que o surgimento desse novo artefato de transporte e seu surpreendente desenvolvimento ocorreram não apenas pelo seu uso comercial, mas sim devido aos esforços da Primeira Guerra Mundial (1914 – 1918). O fato é que, durante todo o século XX, o avião passou por vários períodos de “amadurecimento” embora o período de desenvolvimento mais importante tenha ocorrido durante a Primeira Guerra Mundial, período em que as necessidades da guerra estimularam os projetistas a construir modelos especiais para ataque, reconhecimento e bombardeio (SILVA; SANTOS, 2009).

Em 1939 o russo Igor Sikorsky desenvolveu o primeiro helicóptero funcional, denominado de VS-300, o qual se tornou familiar na aviação de asas rotativas. Nele é disposto um rotor principal tripá com um rotor de cauda. Foi realizado o primeiro voo em 14 de setembro de 1939, apesar de obter um significativo sucesso o projeto de Sikorsky ainda passou por vários testes. Após o VS-300 se tornar mais estável foi realizado um teste em 1941 que quebrou o recorde de resistência em voo vertical, voando aproximadamente por 32 minutos e 26 segundos. Durante sua carreira foi registradas uma média de 102 horas de voo, uma marca importante para as operações de asas rotativas, pois o projeto do VS-300 firmou

os princípios necessários para o desenvolvimento do VS-316 (R-4), sendo o primeiro projeto de asa rotativa de produção no mundo, dando início a indústria mundial de aeronaves de asas rotativas (SIKORSKY ARCHIVES, 2014).

Com a popularização de operações em aeronaves, o presidente Getúlio Vargas promulgou uma lei para alavancar a aviação civil e militar no Brasil, criando o Ministério da Aeronáutica em 1941, definido pelo Decreto-Lei nº 2961, e ainda no mesmo ano, criou o Decreto-Lei nº 3302, determinando a nova titulação como Força Aérea Brasileira (ELIAS, 2020).

O uso do helicóptero pode ocorrer em diversas situações, por ser capaz de pousar e decolar verticalmente em qualquer tipo de terreno, por mais acidentado que seja também podendo ser empregado na área empresarial. As operações com aeronaves de asas rotativas tiveram início no ano de 1953, devido a uma enchente no Rio de Janeiro e no Espírito Santo, a qual deixou inúmeras famílias ilhadas, sendo necessário o resgate por ar. Porém foi apenas no ano de 1964 que ficou conhecido o primeiro resgate realizado com um helicóptero pela Força Aérea Brasileira, em uma operação no Congo para a retirada de integrantes de uma tripulação que ficaram presos em um território hostil. Esta operação marcou o dia 3 de fevereiro como o Dia da Aviação de Asas Rotativas no Brasil (FAB, 2015).

Dentro do contexto militar o helicóptero teve o seu verdadeiro valor reconhecido durante o início da 2ª da Segunda Grande Guerra Mundial, devido a suas características ideais para realizar buscas, salvamentos e outras situações de emergência. Durante o mesmo período, o helicóptero foi utilizado como experimento de meio de transporte tático na escola de infantaria do exército alemão, porém não há relatos sobre o uso do helicóptero em combate. Após o fim de Segunda Guerra introduções de novas tecnologias foram idealizadas para melhorar a atuação do helicóptero em combate, assim através dessas inovações tecnológicas vieram por consequência a projeções de novos modelos, cada uma para sua devida finalidade de uso. A real prova que o uso do helicóptero no meio militar é importante foi através de seu uso na Guerra da Coreia, da Argélia e do Vietnã nas quais se mostrou bem eficiente em variados tipos de missões. (ALBUQUER, 2015).

A Guerra do Vietnã foi uma das participações mais bem sucedidas em operações militares com helicópteros e uma grande evolução armamentista e tecnológica, operações que foram realizadas pelo exército americano, tendo em vista que na época era a única nação a possuir capacidade industrial para fabricar helicópteros de linha militar. Os helicópteros utilizados foram de modelos Piasecki CH-21, com aproximadamente 32 desembarcados no

Vietnã do Sul. Em agosto de 1962 foi criada a primeira divisão de cavalaria do exército americano, porém somente em 1965 esta divisão foi enviada para guerrear no Vietnã. Era composta por aproximadamente 428 helicópteros, considerada a divisão mais taticamente móvel da história militar, sendo utilizados os modelos UH-1B/D, Boeing- Vertal CH 47 A/B para transporte de tropas, Sikorsky CH-54 A Tahe usado para transportar armamentos e Hughes OH-6A para ataques aéreos, além do Bell AH-1G Huey-Cobra que foi o primeiro helicóptero a utilizar armamento integral da história no ano de 1967 (ALMADA, 2016).

1.1 PROBLEMA DA PESQUISA

Como o uso de aeronaves de asas rotativas pode dinamizar significativamente o transporte aéreo?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Demonstrar como o uso de aeronaves de asas rotativas pode dinamizar significativamente o transporte aéreo.

1.2.2 Objetivos Específicos

Analisar os fatores positivos e negativos no uso de aeronaves de asas rotativas;

Identificar o tipo de rotor e seu desempenho de acordo com o objetivo do serviço a ser prestado;

Comparar a eficiência do uso de aeronave de asas fixas e de asas rotativas em locais de difícil acesso;

Descrever as principais vantagens do uso de aeronaves de asas rotativas em relação a outros meios de transportes.

1.3 JUSTIFICATIVA

A escolha do tema se deu devido à abrangência quanto ao amplo leque de operações que podem ser realizadas com sucesso, utilizando aeronaves de asas rotativas, principalmente em situações de atendimento ao resgate e transporte de vítimas, bem como à facilidade de acesso a lugares remotos, à agilidade e à rapidez.

“O sucesso das ações de resgate com a utilização de aeronaves [...] são mundialmente utilizadas em prol da incolumidade social, [...] reduzindo o tempo de acesso a vítima e disponibilizando um atendimento de suporte avançado [...]” (JUNIOR *et al.*, 2017)

O problema relacionado ao uso destas aeronaves é a baixa autonomia em comparação a aeronaves de asas fixas. Uma solução plausível é a inserção de tecnologias, como, por exemplo, as aeronaves híbridas.

Aeronave híbrida pode ser considerada um misto de avião e helicóptero, por utilizar a versatilidade de ambas, capaz de pousar e decolar verticalmente, além de poder voar em grandes velocidades horizontais. O V-22 Osprey é um projeto desenvolvido pela Boeing com o intuito de juntar o melhor de dois mundos, transformando em um avião turbo hélice de alta propulsão após levantar voo como um helicóptero (BOEING, 2014).

Este tipo de aeronave não é caracterizado como um helicóptero nem como avião, esta inserido na categoria *Powered Lift* na agência de aviação civil dos Estados Unidos. (UBIRATAN, 2019).

O estudo proposto tem como base a aplicabilidade de aeronaves de asas rotativas na contemporaneidade, onde o público alvo são os operadores da área de segurança pública.

1.4 METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como exploratória, com delineamento de pesquisa bibliográfica e documental com abordagem qualitativa e quantitativa.

1.4.1 Natureza e tipo da pesquisa

Para Piovesan e Temporini (1995, p.6) a pesquisa exploratória pode ser definida em sua integridade e em parte principal “[...] como o estudo preliminar realizado com a

finalidade de melhor adequar o instrumento de medida à realidade que se pretende conhecer [...] tem como objetivo conhecer as mudanças do estudo, seu significado e onde se insere”.

A pesquisa bibliográfica pode ser afirmada como um procedimento metodológico indispensável para o fornecimento do conhecimento científico, que é capaz de gerar conteúdos com pouco aprofundamento, instigar hipóteses que serão usadas como inspiração para pesquisa de outros temas (LIMA; MIOTO, 2007). Já a pesquisa documental, segundo Raupp e Beuren (2004, p.89), pode ser confundida com a pesquisa bibliográfica e sua diferença é quanto à natureza das fontes de pesquisas. A documental pode ser classificada como fonte de primeira mão e fonte de segunda mão, onde o documento de primeira mão, não recebe tratamento analítico, como exemplo, reportagens, documentos oficiais, diários, filmes, cartas, entre outros; e os documentos de segunda mão, de algum modo, já foram analisados, como por exemplo, relatórios de pesquisas ou empresas, tabelas estatísticas, entre outros.

Conforme Bignardi (2003, p.2), a pesquisa qualitativa procura se aprofundar nos fenômenos, considerando suas complexidades e particularidades, não busca por generalizações. A pesquisa quantitativa está relacionada à dimensão mensurável da realidade, com resultados que geram o planejamento de ações em grupo com resultados passíveis de generalizações.

1.4.2 Materiais e métodos

Para a pesquisa, os materiais a serem analisados serão de âmbito bibliográfico, ou seja, livros e periódicos que descrevem sobre o uso de aeronaves de asas rotativas no contexto contemporâneo, bem como suas qualidades, vantagens e desvantagens.

Quanto aos documentais, foram revisados diversos documentos referentes a aeronaves de asas rotativas, Documentos da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), reportagens sobre o uso de aeronaves de asas rotativas em resgates, em jornais e revistas online, manuais técnicos.

1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

A pesquisa está organizada em três capítulos, o primeiro possui característica introdutória, no qual é apresentado, o problema da pesquisa, objetivo geral, objetivos

específicos, justificativa, assim como a importância do estudo e a metodologia utilizada na pesquisa.

O segundo capítulo é dedicado à fundamentação teórica; foram analisadas publicações referentes a aeronaves de asas rotativas, documentações oficiais dos órgãos de aviação civil do país, com foco no emprego de aeronaves de asas rotativas e como são indispensáveis às demais atividades, na aviação executiva e seu uso em atividades de segurança pública entre outras, tendo em vista a abrangência de sua versatilidade em comparação a outros meios de transporte.

No terceiro capítulo são apresentadas as considerações finais do assunto abordado. A pesquisa realizada mostrou as atividades onde aeronaves de asas rotativas são empregadas, além da sua importância em atividades que trazem segurança à sociedade, seguido das referências bibliográficas necessárias para que esta monografia fosse concretizada.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Uma aeronave de asas rotativas é definida pela ANAC (2008) como uma “aeronave [...] que depende principalmente de seus rotores movidos a motor, para deslocamentos horizontais”.

“Um helicóptero pode ser definido como qualquer máquina voadora usando asas rotativas (rotores) para promover elevação, propulsão e forças de controle” (LEISHMAN, 2006 *apud* MOREIRA, 2015).

O presente trabalho se refere ao uso de aeronaves de asas rotativas, seus modelos e as aplicações quanto ao melhor desempenho relacionado ao aerotransporte. “Aerotransporte é o transporte, por via aérea, de tropas, de equipamentos e de material, a serem entregues no destino mediante o pouso da aeronave” (BRASIL, 2015).

2.1 FATORES POSITIVOS E NEGATIVOS DOS HELICÓPTEROS

A grande vantagem dos helicópteros é poder levantar voo e pousar verticalmente, se tornando uma aeronave perfeita para operações que tenham a necessidade de pouso em terrenos acidentados, que geralmente ocorrem em situações de emergência durante um resgate, além de poder realizar voos em baixas altitudes e pairar no ar, sendo os requisitos necessários para uma aeronave de resgate e operações militares (CAIRES, 2018).

Figura 1 – Treinamento da FAB- H-36



Fonte: FAB (2017)

O “x” da questão em relação ao helicóptero inicia muito antes de levantar voo. Quando uma pessoa tende a carreira de piloto, a primeira análise feita é qual aeronave vai

pilotar, e muitas vezes a escolha tem interferência no fator econômico. A hora voo de um helicóptero de treinamento, geralmente um Robinson 22 e um Schweizer 300, tem em média um custo de R\$ 900,00/h sem muita variação do valor, com um curso de PP-Helicóptero em torno de R\$ 32mil ou o dobro. Já a hora voo de um avião básico como, por exemplo, um Cessna 152, tem em média um custo de R\$ 400,00/h, porém a variação de valores é crescente, como por exemplo, R\$ 600,00/h para voo noturno e IFR, R\$ 1mil para MLTE, sem contar com os simuladores de voo (MARINHO, 2020).

Quanto ao mercado de trabalho, ao avaliar as possibilidades, os resultados são desanimadores para pilotos recém-formados. Segundo o autor Marinho (2020), os helicópteros mais simples, como por exemplo, o Robinson 22, 44 e 66, o Esquilo, o JetRanger, entre outros, são modelos do tipo “single pilot”, ou seja, a aeronave necessita de apenas um piloto, podendo ser configurada para o modo com SIC/copiloto. Esta configuração raramente acontece, pois as capacidades de transportes dos helicópteros são limitadas, e a presença de um SIC/copiloto torna-se inviável, pois o assento desta aeronave possui um valor oneroso. Com isso, um recém-formado dificilmente conseguirá trabalho como SIC/copiloto. Outra questão importante são as apólices de seguro de helicópteros que exigem em sua maioria, comandantes com mais de 500 horas de experiência, uma grande dificuldade, visto que os voos de helicópteros são mais curtos, demorando mais para preencher as horas exigidas e se tornar profissionalmente viável.

O problema do helicóptero relacionado à sua manutenção são suas inúmeras partes móveis, que foram projetadas para suportarem condições de alta fadiga. Pelo fato da grande complexidade em manutenção, é estimado que a cada 1 hora de operação, sejam necessários 5 horas de manutenção preventiva, para que peças e ajustes possam ser feitos, evitando deste modo, que falhas venham a ocorrer (PIKE, 2017).

Outra desvantagem quanto à manutenção, são os preços onerosos dos serviços mecânicos e a mão de obra treinada e qualificada para fazê-los, o que torna mais caro em comparação a manutenção de asas fixas (CAIRES, 2018; OLIVEIRA 2018).

2.2 DESEMPENHO E CONFIGURAÇÃO DE ROTORES

Em aeronaves de asas rotativas são dispostas diversas configurações de rotores e são atribuídos diferentes desempenhos para cada tipo de operação, mesmo apresentando diferentes formas, tamanhos e quantidades, são capazes de realizar movimentos como

guinada, rolagem e arfagem. O rotor simples é o mais comum entre as aeronaves de asas rotativas e de menor custo de fabricação, seus comandos de voo são dispostos como de um helicóptero convencional, cíclico, coletivo e pedais. O rotor principal é responsável por gerar sustentação e tração, forças necessárias para sair do chão, já o rotor de cauda é responsável pelo controle de voo, pois atua como um mecanismo anti-torque evitando que o helicóptero gire em torno dele mesmo durante o voo, além de consumir 10% da potência do motor em voo pairado (MONTEBELO, 2013).

Uma aeronave popular que dispõe de rotores simples é o H125 esquilo da fabricante Airbus Helicopters. Aproximadamente 5.000 helicópteros deste modelo foram entregues a mais de 100 países desde seu lançamento. A sua popularidade é devida ao seu alto desempenho em diversos tipos de tarefas, sua alta manobrabilidade e visibilidade, além de ser bem estável com baixas vibrações, o que levaram o H125 a adquirir uma ótima reputação e ser conhecido como “cavalo de batalha”, ideal para operações de busca e salvamento e operações policiais (HELIBRAS, 2016).

Figura 2 – H125, Rotor Tipo Convencional



Fonte: HELICOPTER INDUSTRY (2018)

Para atividades aéreas que exigem grandes potências, como o transporte de cargas extremamente pesadas, rotores duplos coaxiais é uma ótima opção de economia e força, pois possuem duas fileiras de pás, uma sobre a outra em um único eixo, em comparação com aeronaves de asas rotativas convencionais que normalmente dispõem de um rotor de cauda para anular o torque, assim tomando até 10% da potência em voo pairado. Os helicópteros com rotores duplos coaxiais não necessitam dispor desta força extra por não possuírem e nem necessitam de um rotor de cauda, pelo fato dos rotores girarem em direções opostas, assim anulando o torque uma das outras (BASSOTTI, 2013).

Figura 3 – Kamov Ka-27 Helix, Rotor Tipo Duplo Coaxial.



Fonte: PODER NAVAL (2009)

Um tipo de rotor semelhante ao duplo coaxial também ideal para o carregamento de cargas é o do tipo duplo sincronizado, porém não compartilham o mesmo eixo central para funcionamento, mas sim angulados e sincronizados entre si. Uma aeronave que utiliza esse tipo de rotor é o K1200, sendo uma aeronave ideal para o carregamento de cargas externas, pois seus rotores permitem gerar menos fluxos de ar descendente, em comparação as aeronaves que utilizam o rotor duplo coaxial. Grandes vantagens podem trazer consequências como, sua complexidade de construção e o ângulo dos rotores que passam muito próximos do chão durante manobras em baixas altitudes (MONTEBELO, 2013).

Figura 4 – K1200, Rotor Tipo Duplo Sincronizado.



Fonte: MULTFLIGHT (2017)

O CH-47 Chinook é uma aeronave que tem seus rotores do tipo tandem, são rotores duplos longitudinalmente na parte dianteira e traseira da aeronave, ideal para o

carregamento de tropas, cargas e veículos pequenos. Este tipo de aeronave é capaz de transportar cargas úteis de até 10.886 kg, com peso bruto máximo de 22.680 kg, o que fica nítido o seu sucesso em carregamentos de grandes cargas. Sua fama em efetuar tarefas árduas está relacionada aos seus rotores contra rotativos, assim por esse motivo não há a necessidade de um rotor de cauda, além das pás de seus rotores girarem sincronizadamente (BOEING, 2020).

Figura 5 – CH-47 Chinook, Rotor Tipo Tandem



Fonte: FLIGHT GLOBAL (2019)

A disposição de aeronaves quadrirrotores também usadas em aeronaves não tripuladas tem seus rotores instalados nas extremidades da estrutura, em forma de cruz. A sua movimentação é realizada através da variação de velocidade das hélices, sendo desnecessário mudar o ângulo de ataque das pás como nos helicópteros convencionais, tornando-se muito estáveis e versáteis (FRACARO; *et.al*, 2017).

Com a modernidade tudo vem se transformando. Em busca de aperfeiçoar o que já é uma ótima opção e solução para desengarrar trânsitos das grandes metrópoles, a mobilidade urbana com aeronaves que decolam verticalmente já é uma futura realidade.

Bell Nexus é um veículo com seu projeto voltado à mobilidade urbana. A Bell apresentou um projeto de um táxi aéreo através da parceria com a Uber Elevate, com suas frotas de aeronaves elétricas e com disposições de quatro rotores - quadrirrotor, além de ser uma aeronave que não necessitará de um piloto em comando, assim aumentando sua capacidade para cinco passageiros (VELAN, 2019).

Um veículo aéreo não tripulado (VANT) se caracteriza pelo seu funcionamento independente da presença humana em seu interior, ou seja, não há a necessidade de um piloto embarcado para pilotá-lo (FRACARO; *et.al*.2017).

Figura 6 – Bell Nexus, Rotor Tipo Quadrirrotor



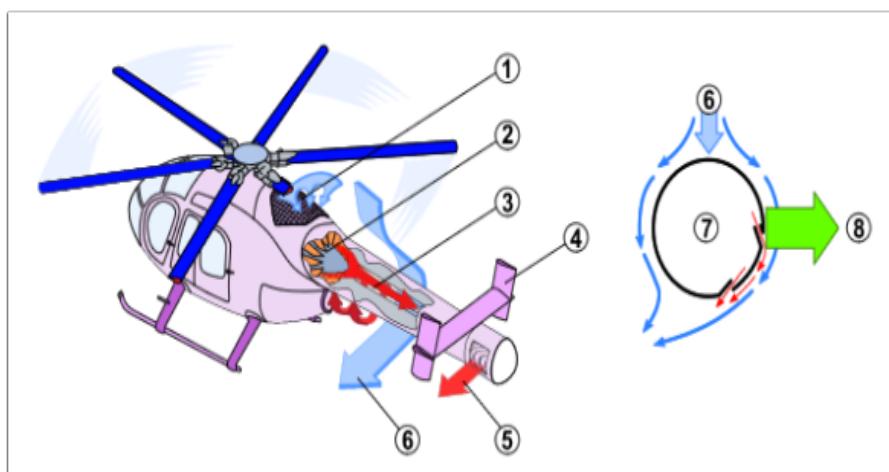
Fonte: APEX (2019)

2.2.1 Configuração de rotores de cauda

O rotor de cauda possui uma excepcional função em aeronaves de asas rotativas convencionais, pois é responsável pela estabilidade e direção, responsável também por anular o torque, assim evitando que o helicóptero gire em seu próprio eixo. O torque do motor consequentemente faz a aeronave girar em sentido horário, assim faz-se necessário a aplicação dos pedais para manter a estabilização direcional durante o voo (KNUPP, 2018).

Há três disposições de rotores de caudas conhecidos, convencionais, fenestron e NoTaR. O tipo convencional é utilizado na maioria dos helicópteros, porém, pelo fato de girar livremente pode apresentar perigo às pessoas no solo e também riscos de colisão com objetos em seus arredores. O rotor do tipo fenestron (*fan-in-fin*) tem o mesmo princípio de funcionamento de um rotor de cauda convencional, porém há um maior número de pás e localizado na parte central da cauda do helicóptero, tem como característica, uma redução significativa no arrasto induzido, assim otimizando a eficiência aerodinâmica, reduzindo as vibrações e ruídos. O tipo NoTaR, (No Tail Rotor), um sistema “*Fan in Boom*”, responsável por gerar ar comprimido que sai através das aberturas localizadas no cone de cauda e por um direcionador de fluxo, assim gerando a força necessária para anular o torque (DESPONTIN; ANDRADE 2009).

Figura 7 – Desempenho Rotor NoTaR



Fonte: CANAL PILOTO (2013).

2.3 COMPARAÇÕES DA VERSATILIDADE ENTRE ASAS FIXAS E ROTATIVAS

Desde o início quando os helicópteros tornaram-se mais confiáveis e controláveis, engenheiros tinham como principal objetivo construir uma máquina capaz de pousar e decolar verticalmente, porém essa versatilidade trazia uma consequência, a velocidade. No ano de 1946 o Bell-47B, uma modernidade na época, era capaz de alcançar uma velocidade de 140 km/h com uma tripulação de duas pessoas, porém aeronaves de asa fixa na época com 44 lugares podiam alcançar uma velocidade de 260 km/h, assim o principal fator que contribuía para aparelhos voadores na época não ultrapassarem os 300 km/h era a aerodinâmica. Um helicóptero quando paira no ar, as suas pás encontram o vento que tem a mesma velocidade, assim gera sustentação, jogando o ar para baixo, impulsionando a aeronave para cima, porém quando se desloca para frente a sua pá move-se na mesma direção em que a aeronave se desloca, e na direção oposta é a pá que recua. O principal fator durante voos de altas velocidades era que a pá que avançava entrava em regime supersônico, por esse motivo alterava a compressibilidade do ar, assim a pá toda vez que recuava perdia eficiência. O problema foi resolvido com a introdução de rotores com capacidades maiores de carga e com sistema de batimento que atua como uma gangorra, assim evitando a perda de sustentação da pá que está recuando, através destas modificações foi possível alcançar uma velocidade de 400,89km/h em 1986 com o Westland Lynx, porém seu recorde foi quebrado em 2008 pelo Sikorsky-X2, que alcançou 460 km/h (DRYAN, 2010).

A vantagem do helicóptero sobre o avião poder ser amplamente vista na área da pulverização agrícola. Em um ambiente internacional, o emprego de aeronaves de asas

rotativas na aplicação de defensivos agrícolas é bem popular. Segundo dados apresentados pela National Agricultural Aviation Association (NAAA), 13% da frota de aviação agrícola nos Estados Unidos são compostas por helicópteros, essa mesma frota é responsável por 71 milhões de acres pulverizados (ANAC, 2016).

A vantagem do helicóptero em comparação ao avião na pulverização agrícola é que essa pode ser feita em baixas altitudes, cerca de 1,5 metros do chão, sendo capaz de reduzir a deriva dos produtos agrícolas durante a aplicação. Contudo se torna visível que, por sua versatilidade, o helicóptero pode pousar e decolar verticalmente em qualquer tipo de terreno por mais acidentado que seja, e também são capazes de efetuar arremetidas com uma maior precisão e segurança. Em comparação a aeronaves de asas rotativas, o avião necessita de uma pista de tamanho significativo para efetuar seus pousos e decolagens, algo que se torna dificultoso, tendo em vista de se tratar de zonas rurais, áreas de risco e acidentadas (ABAM, 2019).

2.4 VANTAGENS DO HELICÓPTERO AOS DEMAIS MEIOS DE TRANSPORTES

As aeronaves de asas rotativas são extremamente versáteis comparadas a outros meios de transporte. O transporte ferroviário opera somente por duas direções possíveis, para frente ou para trás, além da dependência dos trilhos para efetuar curvas para direita e para a esquerda. Os automóveis há uma maior liberdade de locomoção, podendo ir para frente para trás, direita e esquerda, além de poder se locomover em diversos tipos de solos. As aeronaves de asas fixas efetuam voos para cima e para baixo, esquerda e direita, porém são necessários locais específicos para pouso e decolagens, aeroportos ou aeroclubes, que ocupam uma grande extensão territorial, gerando maior custo (MACHADO; REISDORFER, 2011).

Em comparação a outros meios de transporte, o helicóptero é um dos veículos com um dos menores índices de acidentes e incidentes. Em comparação com uma aeronave de asa fixa o helicóptero tem um passo à frente segundo dados da ANAC, referentes aos anos de 2014 e 2018, como número de acidentes registrados (ANAC, 2018).

Tabela 1 – Distribuição das Aeronaves em Condições Normais de Aeronavegabilidade.

	Aeronaves Com Registro Válido	% da Frota com Registro Válido
Avião a Jato	1036	10,98%
Avião Anfíbio	9	0,10%
Avião Pistão Motor	4572	48,45%
Avião Pistão Bimotor	1208	12,80%
Avião Turboélice	1157	12,26%
Helicóptero	351	3,72%
Biturbina		
Helicóptero Pistão	372	3,94%
Helicóptero Turbina	630	6,68%
Hidroavião	2	0,02%
Planador	99	1,05%

Fonte: ANAC (2018)

Através dos dados apresentados na tabela, é evidente que aeronaves de asas fixas a pistão sobressaem-se em 77% a mais dos acidentes registrados, em comparação com helicópteros a turbina, monomotores e bimotores. Os helicópteros tiveram menores envolvimento em acidentes, mesmo que o Brasil tenha uma das maiores frotas de helicópteros do mundo, segundo a ANAC (2018), cerca de 1.353 aeronaves têm seu registro ativo, assim correspondem 14,32% da frota brasileira, e estão distribuídas geograficamente no estado de São Paulo que corresponde a 32%, em segundo fica o Rio de Janeiro com 18%, logo em seguida Minas Gerais com 13%. A presente quantidade pode ser explicada por alguns aspectos como sua versatilidade, características territoriais, econômicas e aerodinâmicas.

Por ser um dos maiores centros de negócios no Brasil, a cidade São Paulo possui o título como a cidade que possui a maior frota de aeronaves de asas rotativas, juntamente com as necessidades e as características próprias de operação destas aeronaves que levaram empresários e executivos paulistanos a utilizá-la diariamente, tendo em vista a ser um transporte ideal para viagens curtas e rápidas no âmbito urbano. A falta de infraestrutura aeronáutica para operações com aeronaves de asas fixas no estado de São Paulo levou os paulistanos a optar pelo uso de helicópteros, pois são capazes de operar nestas áreas com baixa ou até mesmo sem infraestrutura, como em fazendas, áreas urbanas ou industriais (LAN, 2019).

2.4.1 Aplicação de aeronaves de asas rotativas às demais atividades

2.4.1.1 Transporte aeromédico

Apesar das guerras terem sido um grande marco de tristeza e tragédias na humanidade, não se pode negar os grandes avanços científicos e tecnológicos alcançados. No contexto voltado ao resgate e transporte das vítimas, como por exemplo, os serviços médico militar, tal façanha deu-se início com o uso de balões de ar quente por volta de 1870, durante a guerra Franco-Prussiana (GALLETTI, 2010).

Os balões, devido às suas limitações de manobrabilidade, não se tornavam veículos ideais para o transporte aeromédico, assim mais tarde, aeronaves de asas fixas foram vistas como uma opção. A introdução de aviões no transporte aeromédico foi uma ótima opção no transporte das vítimas de guerra, tendo em vista a sua rapidez em levar os feridos para tratamento médico. Para esses feitos foram efetuadas adaptações estruturais nas aeronaves para que fosse possível o transporte das vítimas, adaptações feitas durante a Primeira e Segunda Guerras, pelos germanos e norte-americanos (JUNIOR *et al.*, 2017).

A introdução de aeronaves de asas fixas no transporte aeromédico era uma ótima opção, pelo fato de efetuar o transporte rápido das vítimas da guerra, porém devido aos acidentados terrenos dos campos de batalha ou locais de difícil acesso, havia uma necessidade de um veículo aéreo capaz de pairar no ar e levantar voos verticalmente, assim utilizados inicialmente durante a Guerra da Coreia, o helicóptero tornou-se um veículo necessário para este fim devido a sua vasta versatilidade (GOMES *et al.*, 2013).

No enfrentamento de uma situação de emergência é essencial o uso de aeronaves de asas rotativas em locais de difícil acesso, tendo em vista que o resgate de vítimas com traumas ou ferimentos graves deve ser efetuado com rapidez e proatividade, para garantir a vida da mesma, além de ser primordial uma assistência pré-hospitalar eficiente, com profissionais bem treinados. Muitas vezes as situações de emergência podem acontecer em autoestradas, florestas e oceanos, ou seja, longe de um hospital, assim se torna imprescindível o uso de aeronave de asas rotativas para que a vítima chegue ao local de atendimento o mais rápido possível. Os helicópteros de transporte aeromédico são considerados como ambulâncias rápidas, pois podem realizar atendimento pré-hospitalar, além de poder executar evacuações de vítimas e reconhecimento aéreo. Aeronaves de asas rotativas possibilitam significativamente uma redução no tempo gasto que outro meio de transporte levaria, assim

consequentemente haverá uma redução na mortalidade de pacientes em estado crítico durante o transporte (SCHWEITZER, 2010).

2.4.1.2 Transporte aéreo “offshore”

O desenvolvimento do mercado de exploração e produção petrolífera teve um crescimento de forma bem acentuada desde seu início. Desta forma, todos os envolvidos na atividade foram obrigados a acompanhar tamanha evolução, pois a rotatividade de trabalhadores veio aumentando gradativamente, assim para suprir as necessidades das empresas petrolíferas houve uma grande necessidade de realizar a atividade aérea “*off shore*” (REIS, 2020).

O helicóptero tornou-se um veículo de grande necessidade para as atividades “offshore”, pois são transportados anualmente em torno de 500 mil passageiros. Esse meio de transporte foi escolhido devidamente pela indústria petrolífera, pelo fato de ser um dos mais seguros, ágeis e rápidos, uma vez que para a indústria, cada minuto deve ser aproveitado, pois tempo perdido também é dinheiro perdido (MENDES; LOPES; JÚNIOR, 2020).

Operações “*offshore*” possuem características incomuns, além das diferentes condições de voo sobre uma grande extensão de água, seus voos são realizados em baixas altitudes, pois as maiorias dos locais de pouso estão em movimento. Exceto as plataformas marítimas fixas, que fazem parte de um menor número, as operações aéreas com helicópteros concentra-se grande parte das decolagens e pousos em navios, sondas, plataformas semissubmersíveis e FPSO (*Floating Production Storage and Offloading*) (MENEZEZ, 2019).

De acordo com a norma regulamentadora de segurança e saúde em plataformas de petróleo nº 37, estabelece que o transporte “*offshore*” seja realizado de forma obrigatória por helicópteros, se houver distâncias maiores de 35 milhas náuticas. Operações “offshore” no Brasil são proibidas de serem realizadas no período noturno, exceto para operações de resgate aeromédico (BRASIL, 2018).

Figura 8 – Pouso em Plataforma Petrolífera H175.



Fonte: AEROMAGAZINE (2017).

2.4.1.3 Operações de segurança pública.

O uso de aeronaves de asas rotativas para o uso policial deu-se início logo após o fim da segunda grande guerra, pois diversos fabricantes de helicópteros, como, Bell Helicopters e Sikorsky, buscavam inovar, voltaram-se a ofertar suas aeronaves para serem utilizadas na aviação civil. Já em 1946, a Bell Helicopters recebeu seu certificado de aeronavegabilidade, assim após dois anos de sua homologação, o departamento de polícia de Nova York, certificou o helicóptero como uma nova ferramenta de combate ao crime. O estudo realizado pela Universidade do Sul da Califórnia na época, na cidade de Long Beach, com uma população de aproximadamente de 387.600 habitantes, foi constatado através das pesquisas que, após a introdução do helicóptero como apoio ao policiamento, houve uma redução significativa de incidentes criminais, sem haver alterações nas técnicas policiais do solo (MELLO, 2011).

A fim de certificar que o helicóptero foi e é um grande aliado no combate ao crime, estudos realizados pela Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço “NASA” em meados dos anos 70, que o emprego de aeronaves de asas rotativas como apoio policial em Los Angeles foi favorável e indispensável sob a óptica de segurança dos policiais e da própria população, pois os helicópteros foram considerados efetivos e úteis como veículos de patrulha, devido o baixo custo, pois o custo das operações com carros para ter uma abrangência em toda cidade equiparada ao do helicóptero seria significativamente maior, a cobertura alcançada por um helicóptero é a mesma de que 35 viaturas operando no solo. (KIKUCHI, *et al.*,2003).

Já no Brasil a grande necessidade da introdução de helicópteros no campo da segurança pública foi a partir da década de 70, que foi decorrente dos grandes desastres, como, incêndios enchentes e secas no país naquela época, juntamente com o crescente índice de violência e criminalidade. Os principais órgãos precursores voltados para as atividades da aérea de segurança pública foram a Coordenadoria Geral de Operações aéreas CGOA e o Serviço Aéreo Policial, que tinham como objetivos empregar helicópteros nas atividades policiais e de defesa civil no Brasil. O reconhecimento da importância desse tipo de aeronave despertou interesse em outras instituições, até mesmo como transporte privado e executivo. Durante as missões policiais de radiopatrulha, também como resgates efetuados pelo corpo de bombeiros, o helicóptero mostrou-se um equipamento indispensável, pois as mesmas atividades atribuídas a outros meios de transporte, não se equiparam com a versatilidade de uma aeronave de asa rotativa (BOTELHO, 2007).

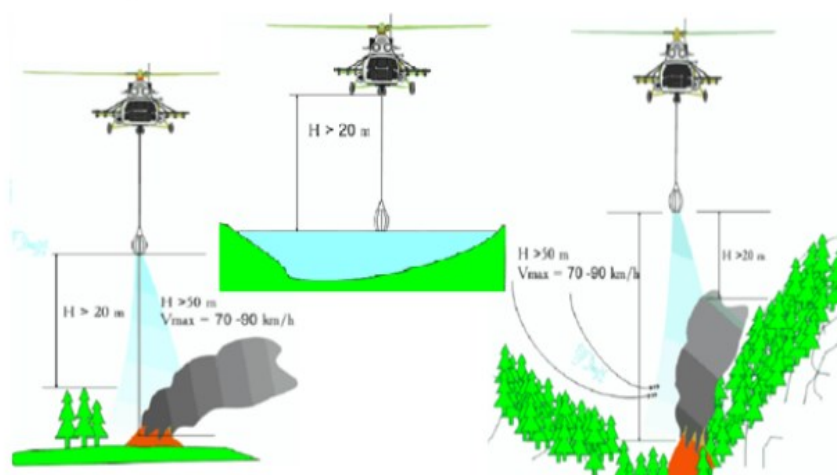
2.4.1.4 Transporte aéreo de cargas.

Nos últimos anos, tanto no Brasil quanto em todo mundo, temos passado por muitos desastres naturais e outros provocados até mesmo pelo próprio ser humano, assim têm atingido um número significativo de pessoas, provocando prejuízos financeiros e materiais. Veículos terrestres, como automóveis, pois não chegam com facilidade a locais acidentados, aeronaves de asas fixas, pois necessitam de grandes áreas de extensão de pista para realizar o voo, são inadequados, assim a solução encontrada para ser utilizado nessas situações são as aeronaves de asas rotativas, pois são consideravelmente eficazes e necessárias em efetuar transporte de cargas, mantimentos e alimentos para fornecer ajuda às vítimas localizadas em locais de difícil acesso (XAVIER; BANDEIRA; BANDEIRA, 2015).

Em utilização de suas principais características em poder efetuar transporte de cargas a locais de difícil acesso, na maioria das vezes, devido a não ser possível efetuar o carregamento de cargas de grandes volumes na parte interna do helicóptero, o transporte deve ser efetuado na parte externa. O transporte de cargas externas deve ser realizado por profissionais devidamente treinados, pois é uma atividade que exige um alto grau de atenção do piloto. As atividades de transportes externos de cargas são consideradas de grandes riscos durante a operação, assim há algumas desvantagens, como, risco de colisão e limitações de velocidade devido ao arrasto e precauções tomadas pelo piloto. Ainda dentro do contexto do transporte de carga, o combate a incêndios é realizado em operações de cargas externas, nesse tipo de operação o transporte é realizado através de um equipamento chamado “*Bambi*

Bucket”, durante as operações de combate ao incêndio esse aparelho é ancorado por um gancho no helicóptero, esse dispositivo é utilizado como um balde que retira águas de rios, lagos, oceanos e até de piscinas sem a necessidade de pousar, apenas retira a quantidade de água necessária durante o voo pairado do helicóptero, para serem lançadas nas áreas de incêndio (OLIVEIRA, 2018).

Figura 9 – Operações de Combate ao Incêndio com Bambi Bucket.



Fonte: SEYZINSKI *et al* (2019).

2.4.1.5 Introdução do helicóptero na aviação agrícola

A aviação agrícola pode ser definida como um Serviço Aéreo Especializado (SAE), juntamente com a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) regulamentado pelo Ministério da Agricultura. Tem como objetivo principal a aplicação de defensivos agrícolas, como, herbicidas, pesticidas e fungicidas, além de poder efetuar semeadura em pastagens, reflorestamentos de matas e auxilia no combate a incêndios. Foi em fevereiro de 2016 a homologação destinada a certificar as empresas de categoria Aeroagrícola, certificação para operar com helicópteros na aviação agrícola. Nessa categoria foram homologados os modelos Robson 22, 44 e 66. Também em julho do mesmo ano, foi liberada pela Agência de Aviação Civil uma autorização para a primeira escola de cursos práticos e teóricos para formação de pilotos agrícolas de helicópteros. (ANAC, 2017).

A atividade de pulverização agrícola tem sido efetuada por aeronaves de asas fixas, porém após a certificação da ANAC em 2016, esse tipo de atividade agora também pode ser realizada por aeronaves de asas rotativas no Brasil. A introdução dessas aeronaves na atividade agrícola dispõe de muitos benefícios, devido às suas versatilidades de poder efetuar

voos em baixas altitudes e baixas velocidades, juntamente dispõe de bicos que podem ser ajustados automaticamente à velocidade em que a aeronave se encontra, assim não havendo desperdício ou falta de químicos na área de pulverização, além de ser uma atividade de alto risco o helicóptero traz mais segurança, pois as operações são realizadas próximas a fios e cabos de alta tensão, postes e árvores, assim, há uma necessidade de voo de baixas velocidades e altitudes (KUHR, 2018).

Tendo em vista o grande aumento e desenvolvimento da agricultura, tornou-se cada vez mais importante a introdução de tecnologias para auxiliar a demanda que cresce a cada dia, pois a agricultura e o agronegócio foram responsáveis por praticamente 23,5% do produto interno bruto em nosso país no ano de 2017, que conseqüentemente abre portas para novas oportunidades de emprego (IBRAHIM, 2017).

Dada tamanha importância à agricultura, a introdução de novas tecnologias para auxiliar e aperfeiçoar o trabalho para suprir a grande demanda de produção, tecnologias como o “VANT”, veículo aéreo não tripulado, como os drones, são a solução barata e perfeita para esse tipo de mercado que cresce a cada dia. Suas vantagens são atribuídas ao baixo consumo de combustível e da proteção dos trabalhadores e pilotos, tendo em vista o contato mínimo durante a aplicação dos agroquímicos, além de evitar o desperdício dos defensivos, pois os veículos aéreos não tripulados são capazes de aplicar a quantidade necessária em cada parte da lavoura, pois podem efetuar voos de baixíssimas altitudes, assim aplicado os defensivos sem que o mesmo seja espalhado pelo vento. (SCHUCK, 2018).

A utilização indevida desses defensivos ou agroquímicos podem trazer conseqüências drásticas à saúde dos trabalhadores, também podem contaminar alimentos, assim trazendo riscos à saúde da população (PALLADINI, 2019).

Figura 10 – Veículos Aéreos não tripulados, Aviação Agrícola.



Fonte: SCUSSEL (2016).

3 CONCLUSÃO

A presente pesquisa teve como principal objetivo demonstrar como o uso de aeronaves de asas rotativas pode dinamizar significativamente o transporte aéreo, onde foram analisados os fatores positivos e negativos de seu uso, além das atribuições e principais vantagens em relação a outros meios de transporte.

Ficou evidente através da pesquisa realizada que o uso de aeronaves de asas rotativas, traz muitos benefícios, tendo em vista sua grande eficiência e versatilidade, por ser um veículo capaz de transportar pessoas e cargas para lugares remotos em que outros meios de transportes não seriam capazes de transportar. Podem ser atribuídas diversas tarefas a esse tipo de aeronave, como o transporte aeromédico, pois é necessário que os procedimentos de transporte de vítimas sejam efetuados com rapidez, ou muitas vezes durante o resgate, os acidentes e situações de emergência podem acontecer em locais distantes das áreas urbanas, o que é favorável pelo fato do helicóptero poder pousar e decolar verticalmente nos mais diversos tipos de terrenos.

Conforme apresentado, a aplicabilidade de helicópteros nos transportes aéreos offshore é de grande valia pelo fato da necessidade de percorrer grandes extensões de água, uma vez que a mesma distância percorrida com outros meios de transportes não seria viável. Nas plataformas petrolíferas há uma grande rotatividade de pessoas especializadas, funcionários, entre outros, assim necessitando de um transporte ágil.

Foi apresentado também que a introdução dessas aeronaves na área de segurança pública é considerada como um bem essencial que objetiva garantir e efetuar a segurança e apoiar a sociedade, pois a utilização de helicópteros nessas atividades é capaz de suprir a necessidade de uma quantidade significativa de veículos terrestres durante missões de busca e patrulha policial.

Ainda fora constatado que os avanços tecnológicos introduzidos no mercado aeronáutico mostraram-se capazes de desenvolver aeronaves que são especificamente projetadas a cada tipo de atividade e operação, como carregamento de tropas militares, busca e salvamento e também transporte de cargas.

Os helicópteros são ótimas aeronaves para efetuarem o transporte de cargas internas quanto externas, equiparadas a outras aeronaves e, pelo fato de poderem efetuar o transporte de cargas do lado externos da fuselagem, foram atribuídas a elas funções de combate ao incêndio, pois não necessitam pousar para efetuar o reabastecimento de água para

o combate, mas sim pairar no ar até que o “*bambi bucket*”, o balde esteja cheio em qualquer fonte de água mais próxima.

A aviação agrícola teve um crescimento gradativo pelo fato de ser essencial à aplicação de defensivos químicos para o combate de pragas nas lavouras, porém esse tipo de atividade se torna complicada quando não existe um local adequado para efetuar operações de pouso e decolagem com aeronaves de asas fixas, pois necessitam de uma extensão territorial significativa para que a atividade seja realizada. A alternativa encontrada foi a pulverização ser realizada com aeronaves de asas rotativas, pois não necessitam de um local específico para pousos e decolagens, além de trazerem mais segurança e benefícios, pelo fato de poderem realizar voos de velocidade e altitudes baixas, assim aplicando os defensivos sem haver desperdícios. Conforme a pesquisa, também foi apresentado que, devido aos custos e riscos dessas operações, a introdução de drones foi a alternativa encontrada para garantir a saúde dos pilotos e trabalhadores, pois os defensivos são altamente nocivos à saúde.

Em contrapartida, foi apresentado neste trabalho acadêmico que o helicóptero tem um custo de operação mais caro do que as aeronaves de asas fixas por conta da sua baixa autonomia, além do fator econômico, pelo fato das horas aula serem aproximadamente 60% mais custosas do que as de aeronave de asa fixa. Outro fator contribuinte para o custo de operação está diretamente ligada à manutenção, tendo em vista o helicóptero possuir as inúmeras partes móveis, que foram projetadas para suportarem condições de alta fadiga, além de precisarem de uma atenção maior, na qual as manutenções devem ser efetuadas com frequência para que falhas não ocorram.

Conclui-se que as aeronaves de asas rotativas mostraram-se muito eficazes quando introduzidas em operações de emergência, busca e salvamento, combate a incêndios, operações militares, de segurança pública, aviação executiva, aviação agrícola, entre outras que só são possíveis de serem realizadas devido à versatilidade dessa incrível obra da engenharia comparada a outros meios de transporte.

O presente trabalho não se esgota apenas nesta pesquisa acadêmica, os estudos nessa área de conhecimento abrem portas para que outras pesquisas sejam realizadas com um maior aprofundamento, tendo como expectativa que novos estudos sejam realizados no futuro, devido aos avanços tecnológicos que serão introduzidos no mercado, assim há uma necessidade contínua de buscar novas soluções para que o transporte aéreo de asas rotativas seja otimizado e crescido cada vez mais no mercado aeronáutico, trazendo mais segurança e agilidade em benefício da sociedade nas atividades em que serão empregadas.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **RBAC 01**: regulamentos brasileiros de aviação civil. Definições, regras de redação e unidades de medida. [S.l.], 2008. Disponível em: https://www2.anac.gov.br/anacpedia/por_ing/tr1042.htm. Acesso em: 31 jul 2020.

_____. **Anac certifica operações com helicópteros na agricultura**. 2016. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/noticias/2016/anac-certifica-operacoes-com-helicoptero-na-agricultura>. Acesso em 17 ago 2020.

_____. **Aviação agrícola no Brasil completa 70 anos**. 2017. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/noticias/2017/aviacao-agricola-no-brasil-completa-70-anos#:~:text=Avia%C3%A7%C3%A3o%20agr%C3%ADcola%20%C3%A9%20um%20servi%C3%A7o,inc%C3%AAndios%20em%20campos%20e%20florestas>. Acesso em 16 set 2020.

ALBUQUERQUE, Ivo de. Emprego militar do helicóptero. **A defesa nacional**. Rio de Janeiro, v. 49, n. 580, p. 27-30. 1962. Disponível em: <http://ebrevistas.eb.mil.br/index.php/ADN/article/view/4695>. Acesso em: 30 jul 2020.

ALMADA, Otavio Mota de. Evolução do helicóptero para fins militares das origens a guerra do Vietnã. **UFJF defesa**. Juiz de Fora, p. 1-17, set. 2016. Disponível em: <https://silo.tips/download/evoluao-do-helicoptero-para-fins-militares-das-origens-a-guerra-do-vietna#>. Acesso em: 30 jul 2020.

AIRBUS and safran roll out major competitiveness boots to H125 and H130. **HELICOPTER INDUSTRY**, 2018. Disponível em: <https://www.helicopter-industry.com/2018/07/03/airbus-and-safran-roll-out-major-competitiveness-boost-to-h125-and-h130/>. Acesso em: 15 ago 2020.

ASAS rotativas na Marinha Russa. **Poder Naval**, 2009. Disponível em: <https://www.naval.com.br/blog/2009/05/12/asas-rotativas-na-marinha-da-russia/>. Acesso em: 15 ago 2020.

BASSOTTI, Bruno. Rotor coaxial. **Grabcad community**, 2013. Disponível em: <https://grabcad.com/library/rotor-coaxial-1>. Acesso em: 14 ago 2020.

BOTELHO, Luiz João. **Emprego de aeronaves nas atividades de segurança pública: Localização ou aquisição?**. Curitiba, 2007, p.1-75. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/63277/JOAO%20LUIZ%20BOTELHO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 14 set 2020.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Departamento de educação e cultura do exercito brasileiro. **Manual Técnico de Aero Transporte**. Brasil, 2015. Disponível em: https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/1/1274/1/EB60-MT-34.404_MANUAL_TECNICO_AEROTRANSPORTE_1_edicao_AGO_15.pdf. Acesso em: 31 jul 2020.

BRASIL. Ministério do Trabalho. Portaria nº 1186, de 20 de dezembro de 2018. Norma regulamentadora nº. 37- **Segurança e Saudade em Plataformas de Petróleo**. Brasil, 2018. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-37-atualizada-2018---prazos-2019.pdf. Acesso em: 11 set 2020.

BIGNARDI, Fernando AC. Reflexões sobre a pesquisa qualitativa e quantitativa: maneiras complementares de apreender a realidade. **Comitê Paulista para a Década da Cultura de Paz-um programa da UNESCO**, 2003. Disponível em: <http://www.comitepaz.org.br/download/PESQUISA%20QUALITATIVA.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2020.

CH-47F chinook. **Boeing**, 2020. Disponível em: www.boeing.com.br/produtos-e-servicos/defesa-espaco-seguranca/chinook.page. Acesso em: 14 ago 2020.

DESPONTIN, Alexandre Guilger; ANDRADE, Donizete de. **Projeto Preliminar de Rotor de Cauda**. São José dos Campos, 2009, p.1-5. Disponível em: <http://www.bibl.ita.br/xvencita/AER01.pdf>. Acesso em: 08 set 2020.

DRYAN. Porque os helicópteros não voam mais rápidos?. **Aviões e músicas**, 2010. Disponível em: <http://www.avioesemusicas.com/por-que-os-helicopteros-nao-voam-mais-rapido-2.html>. Acesso em: 17 ago 2020.

ELIAS, João. Ministério da aeronáutica. **Fab**, 2020. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/ministerio/index.html>. Acesso em: 29 jul 2020.

FARINACCIO, Rafael. Leonardo da Vinci 500 anos: as 9 melhores invenções do gênio renascentista. **TecMundo**, 2019. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/ciencia/140890-leonardo-vinci-500-anos-9-melhores-invencoes-genio-renascentista.htm>. Acesso em: 28 jul 2020.

FAZISAKI, Aline. Exercício Teve Apoio dos Helicópteros H-36 Caracal. **Fab**. 2017. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/30365/>. Acesso em: 30 set 2020.

FRACARO; *et.al*. Veículos aéreos não tripulados (vants) do tipo multirrotor: Abordagem teórica e ênfase no estudo do quadrirrotor. **Salão do conhecimento**. Ijuí, p. 1-14, 2017. Disponível em: [file:///C:/Users/profissional/Downloads/7688-Texto%20do%20artigo-32979-1-10-20170913%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/profissional/Downloads/7688-Texto%20do%20artigo-32979-1-10-20170913%20(2).pdf). Acesso em: 15 ago 2020.

GALLETTI Junior, CEZAR A. As origens do resgate aeromédico e como surgiu em São Paulo. Piloto Policial: **Portal da Aviação de Segurança Pública e Defesa Civil**. 09 mai

2010. Disponível em: [https://www.pilotopolicial.com.br/as-origens-do-resgate-aeromedico-e-como-surgiu-em-sao-paulo/#:~:text=A%20Pol%C3%ADcia%20Militar%20do%20Estado,1986%20\(Rodrigues%20C%201987\)](https://www.pilotopolicial.com.br/as-origens-do-resgate-aeromedico-e-como-surgiu-em-sao-paulo/#:~:text=A%20Pol%C3%ADcia%20Militar%20do%20Estado,1986%20(Rodrigues%20C%201987).). Acesso em: 10 set. 2020.

GOMES, Marco Antônio Viana et al. Aspectos Históricos do Transporte Aeromédico e medicina aeroespacial - revisão. **Revista Médica de Minas Gerais**, Belo Horizonte, v. 23, p.116-1123, 2013. Disponível em: <http://www.rmmg.org/artigo/detalhes/20>. Acesso em: 10 set 2017.

HELICÓPTERO é alternativa para acabar com polemica sobre pulverização, diz Pierin. **ABAM**, 2019. Disponível em: <https://abam.com.br/helicoptero-e-alternativa-para-acabar-com-polemica-sobre-pulverizacao-diz-pierin/#:~:text=De%20acordo%20com%20a%20empresa,bordaduras%20e%20arremates%20com%20alta>. Acesso em: 17 ago 2020.

H125: Tornando o bom ainda melhor. **Helibras**, 2016. Disponível em: https://www.helibras.com.br/website/po/ref/H125_15.html. Acesso em: 11 ago 2020.

IBRAHIM, Ney. **Agro maduro e moderna**. 2017. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/artigos/agro-maduro-e-moderno>. Acesso em: 17 set 2020.

JUNIOR, Carlos Helbingen *et al.* **Manual operacional de bombeiros: operações aéreas**. Goiânia, 2017. Disponível em: <https://www.bombeiros.go.gov.br/wp-content/uploads/2017/12/Manual-de-Operacoes-Aereas.pdf>. Acesso em: 28 jul 2020.

KAMAN K-max K-1200 Helicopter visits multiflight. **MultiFlight**, 2017. Disponível em: <https://www.multiflight.com/kaman-k-max-k-1200-helicopter-visits-multiflight/0k8a9699sp/>. Acesso em: 15 ago 2020.

KNUPP, Alexandre Ximenes. **Análise sobre os fatores contribuintes à perda de eficiência do rotor de cauda e métodos de prevenção em aeronaves de asas rotativas de configuração simples**. Palhoça, 2018, p.1-48. Disponível em: <https://www.riuni.unisul.br/bitstream/handle/12345/5367/Alexandre%20Ximenes%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 08 set 2020.

KIKUCHI, Jose Carlos; LIMA, Antonio Olimpio Ramires; RINCOSKI, Fabio Luiz; OLIVEIRA JR, Gilberta Oiti; FURUUSHI, Adonis Nobor; MORAIS, Antonio Carlos; GRACIANO, Jose Carlos M.; SOUZA, Joabe Pereira de; MATOS, Izac Muniz. **Projeto de instalação do Esquadrão de Radiopatrulhamento Aéreo da Polícia Militar do Paraná - EsAer**. Curitiba, 2003, p 61-62. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/63277/JOAO%20LUIZ%20BOTELHO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 14 set 2020.

KUHR, Karl Martin. **Prevenção contra colisão com fios e cabos na operação de helicópteros**. Palhoça, 2018, p. 1-59. Disponível em:

https://riuni.unisul.br/bitstream/handle/12345/5441/TCC_PREVEN%c3%87%c3%83O_CONTRA_COLIS%c3%83O_COM_FIOS_E_CABOS_NA_OPERA%c3%87%c3%83O_DE_HELIC%c3%93PTEROS.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em 16 set 2020.

LIMA, Telma Cristiane Sasso de lima; MIOTO, Regina Célia Tamaso. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. **Revista katálysis**. Florianópolis, v.10, n.spe, 2007. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-49802007000300004&script=sci_arttext. Acesso em: 12 ago 2020.

LAN, Shailon. Brasil se destaca no cenário internacional no uso de helicópteros: A cidade de São Paulo abriga uma das maiores frotas urbanas do mundo. **Aero magazine**. São Paulo, p. 1-4, 15 maio 2019. Disponível em: https://aeromagazine.uol.com.br/artigo/brasil-se-destaca-no-cenario-internacional-no-uso-de-helicopteros_4298.html. Acesso em: 22 ago 2020.

LEMOS, Valmir. Dos sonhos à concretização dos primeiros voos. In: **Historia da Aviação**. Palhoça: UnisulVirtual, 2012. Cap. 1, p. 26.

MACHADO, José Alessandro; REISDORFER, Leandro Marcio. Conhecimento geral dos helicópteros. In: **Conhecimento Geral dos Helicópteros**. Palhoça: UnisulVirtual, 2011. Cap. 1, p.17.

MARINHO, Raul. Avião x Helicóptero. **Instituto para ser piloto**, 2020. Disponível em: <https://paraserpiloto.org/home/sobre-nos/>. Acesso em: 05 ago 2020.

MATOS, Lizandra Salvador; ARÊAS, Pyter da Costa Venancio. **Análise estática e dinâmica de uma pá de helicóptero**. Rio de Janeiro, 2014, p. 1-100. Disponível em: http://www.cefet-rj.br/attachments/article/2943/An%C3%A1lise_Est%C3%A1tica_e_Din%C3%A2mica_P%C3%A1_Helic%C3%B3ptero.pdf. Acesso em: 28 jul 2020.

MELLO, Cap. Eugênio Celso Vaz de. **Emprego de aeronaves de asas rotativas birreadoras em apoio ao cumprimento das missões institucionais da PMPR**. São José dos Pinhais, 2011, p. 1-82. Disponível em: <https://www.acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/67178/EUGENIO%20CELSO%20VAZ%20DE%20MELLO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 14 set 2020.

MENDES, Gustavo Valério; LOPES, Luiz Antônio Silveira; JÚNIOR, Orivalde Soares da Silva. **Otimização do transporte de passageiros por helicóptero em operações Offshore**. Balneário Camboriú, 2020, p. 1-17. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/11084/9293>. Acesso em: 11 set 2020.

MENEZES, Heder Fernando Lourenço Paulino. **Características das operações aéreas da aviação offshore brasileira**. Palhoça, 2019, p. 1-55. Disponível em:

<https://www.riuni.unisul.br/bitstream/handle/12345/7708/HEDER%20TCC%20-%20RIUNI.pdf?sequence=4&isAllowed=y>. Acesso em: 12 set 2020.

MISTO de avião e helicóptero, Boeing V-22 Osprey da show de tecnologia no Brasil. **Boeing**, 2014. Disponível em: <https://www.boeing.com.br/acontece-na-boeing/misto-de-aviao-e-helicoptero-boeing-v-22-osprey-d.page?> Acesso em: 05 ago 2020.

MONTEBELO, Renan. Teorias rotativas 03. **Canal piloto**, 2013. Disponível em: <http://canalpiloto.com.br/teorias-rotativas-03/>. Acesso em: 11 ago 2020.

MOREIRA, Diego Dutra. **Disponibilidade de frotas de transporte aéreo offshore por helicópteros**. Rio de Janeiro, 2015, p. 1-105. Disponível em: <http://transportes.ime.eb.br/DISSERTA%C3%87%C3%95ES/2015%20DIEGO%20DUTRA%20MOREIRA.pdf>. Acesso em: 29 jul 2020.

NOGUEIRA, André. Há 113 anos, Santo Dumont realizava o primeiro voo independente do 14-bis. **UOL**, 2019. Disponível em: <https://aventurasnahistoria.uol.com.br/noticias/reportagem/ha-113-anos-o-14-bis-realizava-seu-primeiro-voo-independente-do-14-bis.phtml>. Acesso em: 28 jul 2020.

OLIVEIRA, Jonathan Pedrosa de. **Desafios no processo de manutenção de aeronaves de asas rotativas no Brasil**: Erro de manutenção. Palhoça, 2018, p.1-54. Disponível em: [https://riuni.unisul.br/bitstream/handle/12345/5461/JONATHAN_PEDROSA_DE_OLIVEIRA_A_Monografia_de_TCC_CIA_v%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://riuni.unisul.br/bitstream/handle/12345/5461/JONATHAN_PEDROSA_DE_OLIVEIRA_Monografia_de_TCC_CIA_v%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 03 ago 2020.

OLIVEIRA, Vinicius do Bem. **Fatores de risco na operação de carga externa com helicópteros**. Palhoça, 2018, p. 1-27. Disponível em: https://www.riuni.unisul.br/bitstream/handle/12345/5384/VINICIUS_DO_BEM_OLIVEIRA-PUBLICA%C3%87%C3%83O%20RIUNI.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 15 set 2020.

PALLADINI, Luiz Antônio. Aplicação de Agrotóxicos. **Portal São Francisco**, 2019. Disponível em: <https://www.portalsaofrancisco.com.br/biologia/aplicacao-de-agrotoxicos>. Acesso em: 17 set 2020.

PEARCE, William. Petróczy-Kármán-Žurovec PKZ 2 Helicopter. **Old machine press**, 2013. Disponível em: <https://oldmachinepress.com/2012/09/24/petroczy-karman-zurovec-pkz-2-helicopter/>. Acesso em: 29 jul 2020.

PIOVESAN, Armando; TEMPORINI, Edméa Rita. **Pesquisa exploratória: procedimento metodológico para o estudo de fatores humanos no campo da saúde pública.** Revista de saúde pública. São Paulo, v.29, n.4, ago 1995. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-89101995000400010&script=sci_arttext. Acesso em: 12 ago 2020.

PIKE, Jhon. Rotary Aircraft, **Globalsecurity.org**, 2017. Disponível em: <https://www.globalsecurity.org/military/systems/aircraft/rotary.htm>. Acesso em: 01 ago 2020.

PAUPP, Fabiano Maury; BEUREN, Ilse Maria. Metodologia da pesquisa aplicável às ciências sociais. In: **Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade: teoria e prática.** 2.ed., São Paulo: Atlas, 2004. Cap. 3, p. 76-97. Disponível em: http://www.geocities.ws/cienciascontabeisfecea/estagio/Cap_3_Como_Elaborar.pdf. Acesso em: 13 ago. 2020.

_____. **Relatório Anual de Segurança Operacional.** 2018. Disponível em: https://www.anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/gerenciamento-da-seguranca-operacional/arquivos/RASO_2018_v4.pdf. Acesso em: 17 ago 2020.

REIM, Garret. Boeing to test CH-47 Chinook with two 7,500shp engines. **FlightGlobal**, 2019. Disponível em: <https://www.flightglobal.com/helicopters/boeing-to-test-ch-47-chinook-with-two-7500shp-engines/132814.article>. Acesso em: 15 ago 2020.

REIS, Marllon Rodrigues da Silva. **Aviação offshore: Panorama das operações no Brasil.** Palhoça, 2020, p. 1-52. Disponível em: <https://www.riuni.unisul.br/bitstream/handle/12345/10481/Marllon%20Rodrigues%20da%20Silva%20Reis%20Monografia%20Avia%C3%A7%C3%A3o-de-Asas-Offshore%20VFB%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 11 set 2020.

RESGATE em combate marca aviação de asas rotativas. **Fab**, 2015. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/21377/HIST%C3%93RIA---Resgate-em-combate-marca-a-Avia%C3%A7%C3%A3o-de-Asas-Rotativas#:~:text=Essa%20manobra%20heroica%20feita%20pelo,da%20Avia%C3%A7%C3%A3o%20de%20Asas%20Rotativas.&text=A%20Avia%C3%A7%C3%A3o%20de%20Asas%20Rotativas%20come%C3%A7ou%20a%20operar%20em%201953>. Acesso em: 29 jul 2020.

RIBEIRO, Thales Sarraf Giunti. **Voando mais alto: mecânica aérea.** Atibaia, p.55, fev. 2011. Disponível em: <https://distrito13sp.files.wordpress.com/2013/10/sc3a9rie-voando-mais-alto-mecanica-aerea.pdf>. Acesso em: 29 jul 2020.

SEYZINSKI; *et.al.* **Effective use of a helicopter with a Bambi bucket firefighting system in Bulgaria.** Sozopol, 2019, p. 5. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/664/1/012005/pdf>. Acesso em: 15 set 2020.

SCHWEITZER, Gabriela. **Protocolo de cuidados de enfermagem no ambiente aeroespacial à adultos vítimas de trauma: Uma pesquisa convergente assistencial.** Florianópolis, 2010, p. 1-184. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/94641/282613.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 11 set 2020.

SCHUCK, Alexandher Majewski. **Vantagem do uso da aplicação aérea de defensivos na agricultura no Brasil.** Palhoça, 2018, p. 1-21. Disponível em: https://www.riuni.unisul.br/bitstream/handle/12345/6126/Alexandher_Majewski_Schuck_NO_VOPDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 17 set 2020.

SCUSSEL, Alexandre. XMobots e Geo Agril lançam drones para pulverização de lavouras. **MundoGeo**, 2016. Disponível em: <https://mundogeo.com/2016/05/04/xmambots-e-geo-agri-lancam-drones-para-pulverizacao-de-lavouras/>. Acesso em: 17 set 2020.

SKORSKY product history. **Sikorsky archives**, 2014. Disponível em: https://sikorskyarchives.com/VS-300_Helicopter.php. Acesso em: 29 jul 2020.

SILVA, Odair Vieira da; SANTOS, Rosiane Cristina dos. Trajetória histórica da aviação. **Revista Científica Eletrônica de Turismo**. Garça, ano VI, n. 11, p. 1-5, jun. 2009. Disponível em: http://www.fauf.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/WydybjUDpYtjIL4_2013-5-23-10-51-57.pdf. Acesso em: 30 jul 2020.

UBIRATAN, Edmundo. Aeronave híbrida entre avião e helicóptero se aproxima da realidade. **Aero magazine**. Dez. 2017. Disponível em: https://aeromagazine.uol.com.br/artigo/aeronave-hibrida-entre-aviao-e-helicoptero-se-aproxima-da-realidade_4855.html. Acesso em: 05 ago 2020.

UBIRATAN, Edmundo. Anac certifica novo helicóptero para missões em plataformas de petróleo. **Aero magazine**. Nov. 2017. Disponível em: https://aeromagazine.uol.com.br/artigo/h175-e-certificado-no-brasil_3711.html. Acesso em: 12 set 2020.

VELAN, Kristina. Uber elevate partner unveils autonomus air taxi at CES. **Apex**, 2019. Disponível em: <https://apex.aero/2019/01/07/bell-nexus-uber-elevate-vtol-air-taxi-ces>. Acesso em: 15 ago 2020.

XAVIER, Iran Rosa; BANDEIRA, Renata Albergaria de Mello; BANDEIRA, Adriano de Paula Fontainhas. **Análise do emprego do helicóptero para transporte aéreo logístico em resposta a desastres naturais.** Ouro Preto, 2015, p. 1-12. Disponível em: http://146.164.5.73:20080/ssat/interface/content/anais_2015/TrabalhosFormatados/AC764.pdf. Acesso em: 15 set 2020.